



RESTAURADORES

**ESPECIFICACIÓN
CFE VH000-11**

**JUNIO 2022
REVISA Y SUSTITUYE A LA
EDICIÓN DE FEBRERO 2007**

MÉXICO

P R E F A C I O

Esta **especificación** ha sido elaborada de acuerdo con el Manual de Integración y Funcionamiento del Subcomité de Normalización Técnica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y sus Empresas Productivas Subsidiarias (EPS's) (**SCNTCFE**). La propuesta de revisión fue preparada por la **CFE Distribución**.

Participaron en la elaboración de la presente **especificación** las áreas siguientes:

CFE DISTRIBUCIÓN**GERENCIA DE ABASTECIMIENTOS****GERENCIA DE LAPEM**

El presente documento normalizado entra en vigor a partir de la fecha abajo indicada y será actualizado y revisado tomando como base las observaciones que se deriven de la aplicación del mismo. Dichas observaciones deben enviarse a la Gerencia de **LAPEM**, cuyo Departamento de Normalización y Metrología coordinará la revisión.

Esta **especificación** revisa y sustituye a la edición de febrero de 2007 y a todos los documentos normalizados de CFE relacionados con restauradores que se hayan publicado.

ESTE DOCUMENTO FUE AUTORIZADO POR EL “SUBCOMITÉ DE NORMALIZACIÓN TÉCNICA DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD Y SUS EMPRESAS PRODUCTIVAS SUBSIDIARIAS (SCNTCFE)”, EN LA SESIÓN ORDINARIA 04/2022, CELEBRADA EL 27 DE ABRIL DE 2022.

NOTA: Esta Especificación entra en vigor a partir de: **230102**

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

CONTENIDO

1	OBJETIVO	1
2	CAMPO DE APLICACIÓN	1
3	NORMAS QUE APLICAN	1
4	DEFINICIONES	2
4.1	Tanque	3
4.2	Base Soporte	3
4.3	Estructura Soporte (Bastidor)	3
4.4	Restaurador	3
4.5	Unidad de Interrupción	3
4.6	Control del Restaurador	3
4.7	Software o Programas de Aplicación	3
4.8	Aislamiento Sólido	3
4.9	Modo Baterías	4
4.10	Panel Frontal	4
4.11	Pantalla del Panel Frontal (Display)	4
4.12	Puerto de Comunicación	4
4.13	DEI	4
4.14	Nivel Superior	4
4.15	Unidad Central Maestra	4
5	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	4
6	CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES	5
6.1	Tipo de Servicio	5
6.2	Frecuencia	5
6.3	Operación de Apertura Manual	5
6.4	Operación Apertura-Cierre Local o Remota	6
6.5	Secuencia de Operación Nominal	6
6.6	Unidad de Interrupción	7
6.7	Aislamiento	7
6.8	Tensiones y Corrientes de Diseño	10
6.9	Tanque o Base Soporte	10
6.10	Transformadores (TC's) y/o Sensores	11
6.11	Transformadores (TP's) y/o Sensores	11
6.12	Control del Restaurador	11
6.13	Supresor de sobre tensiones	12
6.14	Funciones de Protección	12
6.15	Funciones de Medición	14

RESTAURADORES	ESPECIFICACIÓN CFE VH000-11
----------------------	--

6.16	Funciones de Automatización _____	14
6.17	Frecuencia _____	16
6.18	Tensión de Corriente Directa (c.d.) _____	16
6.19	Registros de Eventos _____	16
6.20	Registros de Fallas y oscilografía _____	17
6.21	Funciones a Nivel Superior _____	17
6.22	Panel Frontal del Control _____	21
6.23	Mandos _____	21
6.25	Alarmas _____	22
6.26	Gabinete de Control del Restaurador _____	23
6.27	Corrientes de Disparo _____	23
6.28	Conexiones Eléctricas _____	23
6.29	Características de la Corriente de Entrada _____	24
6.31	Protección de la Fuente de Alimentación _____	25
6.32	Características de las Baterías _____	25
6.35	Salidas de Indicación y Alarma _____	26
6.36	Número de Contactos de Salida para Disparo, Cierre y Recierre _____	26
6.37	Número de Contactos de Salida para Indicación y Alarma _____	26
6.38	Interfaces con el Usuario _____	26
6.39	Modos de Operación _____	27
6.40	Ajustes _____	27
6.41	Comunicaciones _____	28
6.42	Recubrimiento Anticorrosivo y Grado de Protección _____	28
6.43	Cable de Interconexión _____	28
6.44	Herraje Soporte para Colgar en Poste o Estructura Soporte para Subestación _____	29
7	CONDICIONES DE OPERACIÓN _____	29
7.1	Temperatura Ambiente _____	29
7.2	Altitud de Operación _____	29
7.3	Conexión a Tierra del Sistema _____	29
8	CONDICIONES DE DESARROLLO SUSTENTABLE _____	29
9	CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL _____	29
10	CONTROL DE CALIDAD _____	29
10.1	Pruebas Prototipo _____	30
10.2	Pruebas de Rutina _____	35
10.3	Pruebas de Aceptación _____	36
10.4	Criterio de Aceptación o Rechazo _____	38
10.5	Pruebas de Verificación de los Materiales Aislantes Externos Base _____	38
11	MARCADO _____	39
11.1	Placa de Datos de la Unidad de Interrupción _____	39
11.2	Placa de Datos del Control del Restaurador _____	40

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

RESTAURADORES	ESPECIFICACIÓN CFE VH000-11
----------------------	--

12	EMPAQUE, EMBALAJE, EMBARQUE, TRANSPORTE, DESCARGA, RECEPCIÓN, ALMACENAJE Y MANEJO	40
13	BIBLIOGRAFÍA	41

TABLA 1-	Distancia de fuga especifica unificada para porcelana	8
TABLA 2-	Distancia de fuga especifica unificada para polimérico	8
TABLA 3-	Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua en función de las dimensiones del aislamiento polimérico	8
TABLA 4-	Distancia de fuga especifica unificada para polimérico	8
TABLA 5-	Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua en función de las dimensiones del aislamiento polimérico	9
TABLA 6-	Distancia de fuga especifica unificada para polimérico	9
TABLA 7-	Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua en función de las dimensiones del aislamiento polimérico	9
TABLA 8 –	Tensiones, corrientes de diseño y valores de prueba	10
TABLA 9 -	Funciones de protección	13
TABLA 10 -	Alarmas a partir de las funciones de protección	17
TABLA 11 -	Otras alarmas	18
TABLA 12 -	Mandos e indicaciones	19
TABLA 13 -	Mediciones	20
TABLA 14 -	Pruebas Tecnológicas de prototipo al restaurador	30
TABLA 15 -	Pruebas Tecnológicas de prototipo del control del restaurador y la tarjeta controladora	32
FIGURA 1.	Restaurador con aislamiento sólido (ilustrativo)	9
APÉNDICE A	RESÚMEN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	42
APÉNDICE B	CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL UTILIZANDO ESPECTROSCOPIA INFRARROJA POR TRANSFORMADA DE FOURIER MEDIANTE REFLECTANCIA TOTAL ATENUADA (FTIR-ATR)	45
APÉNDICE C (Informativo)	PRUEBAS PARAMÉTRICAS Y PRUEBAS FUNCIONALES DEL CONTROL DEL RESTAURADOR Y LA TARJETA CONTROLADORA COMO PRUEBAS PROTOTIPO	48
APÉNDICE D	REQUERIMIENTOS PARA LA PRESENTACIÓN DE PLANOS	52
ANEXO E	DESCRIPCIONES VALIDAS PARA LA EVALUACIÓN DE RESTAURADORES	53

1 OBJETIVO

Esta especificación establece las características técnicas, de confiabilidad y de control de calidad, que deben cumplir los restauradores trifásicos para distribución aérea.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta especificación aplica a restauradores trifásicos con tensiones nominales de 13.8 kV a 34.5 kV y capacidad interruptiva de 12 500 A y 16 000 A simétricos eficaces para ser utilizados en instalaciones eléctricas de CFE.

3 NORMAS QUE APLICAN

NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida.
NMX-H-004-SCFI-2008	Industria Siderúrgica-Productos de Hierro y Acero Recubiertos con Cinc (Galvanizados por Inmersión en Caliente)- Especificaciones y Métodos de Prueba.
NMX-J-438-ANCE-2003	Conductores-Cables con Aislamiento de Policloruro de Vinilo, 75 °C y 90 °C para Alambrado de Tableros-Especificaciones.
IEC 61850:2020 SER	Communication Networks and Systems for Power Utility Automation – ALL PARTS.
IEC 60587:2007	Electrical Insulating Materials Used Under Severe Ambient Conditions - Test Methods for Evaluating Resistance to Tracking and Erosion.
IEC 62217:2012	Polymeric HV Insulators for Indoor and Outdoor use - General Definitions, Test Methods and Acceptance Criteria.
IEC 62271-111:2019	High-Voltage Switchgear and Controlgear-Part-111: Automatic Circuit Reclosers for Alternating Current Systems up to Andincluding 38 kV.
IEC 60255-21-1:1998	Relés Eléctricos. Parte 21: Ensayos de Vibraciones, Choques, Sacudidas y Sísmicos Aplicables a los Relés de Medida y Equipos de Protección. Sección 1: Ensayos de Vibraciones (Sinusoidales).
IEC 61000-4-18:2019	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4-18: Testing and Measurement Techniques - Damped Oscillatory Wave Immunity Test.
IEC 60068-2-1:2007	Environmental Testing - Part 2 Tests. Test A: Cold.
IEC 60068-2-2:2007	Environmental Testing - Part 2 Tests. Test B: Dry Heat.
IEC 60068-2-30:2005	Environmental Testing - Part 2-30: Tests - Test Db: Damp Heat, Cyclic (12 h + 12 h Cycle).
IEC 60255-151-2009	Measuring Relays and Protection Equipment - Part 151: Functional Requirements for Over/Under Current Protection.

IEC 60255-27-2013	Measuring Relays and Protection Equipment - Part 27: Product Safety Requirements.
IEC 60507-2013	Artificial Pollution Tests on High-Voltage Ceramic and Glass Insulators to be Used on a.c. Systems.
IEC 60529-2013	Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code).
IEC/TS 60815-2:2008	Selection and Dimensioning of High-Voltage Insulators Intended for use in Polluted Conditions - Part 2: Ceramic and Glass Insulators for a.c. Systems.
IEC/TS 60815-3:2008	Selection and Dimensioning of High-Voltage Insulators Intended for use in Polluted Conditions - Part 3: Polymer Insulators for a.c. Systems.
IEC 61000-4-2-2008	Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4-2: Testing and Measurement Techniques - Electrostatic Discharge Immunity Test.
IEC 61000-4-3-2020	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and Measurement Techniques - Radiated, Radio-Frequency, Electromagnetic Field Immunity Test.
IEC 61000-4-4-2012 RLV	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and Measurement Techniques - Electrical fast Transient/burst Immunity Test.
IEC 61000-4-29:2000	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4-29: Testing and Measurement Techniques; Voltage Dips, Short Interruptions and Voltage Variations on d.c. Input Power port Immunity Tests.
CFE L1000-11-2015	Empaque, Embalaje, Embarque, Transporte, Descarga, Recepción y Almacenamiento de Bienes Muebles Adquiridos por CFE.
CFE D8500-01-2017	Selección y Aplicación de Recubrimientos Anticorrosivos.
CFE D8500-02-2017	Recubrimientos Anticorrosivos.
CFE G0000-81-2008	Características Técnicas para Relevadores de Protección.
CFE L0000-15-2012	Colores Normalizados.
CFE L1000-32-2015	Manuales, Procedimientos e Instructivos Técnicos.
CFE 55000-77-2016	Zapata de Aluminio a Compresión.

NOTA: En caso de que los documentos anteriores citados sean revisados o modificados debe tomarse en cuenta la edición en vigor en la fecha de la convocatoria del concurso, salvo que la CFE indique otra cosa.

4 DEFINICIONES

Las definiciones que aplican en esta especificación se establecen en la norma IEC-62271-111, además de las siguientes:

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

4.1 Tanque

Recipiente, cerrado herméticamente, destinado a contener en su interior el medio aislante o de interrupción, el mecanismo de operación, TP's, TC's y/o sensores para medición o detección de voltaje.

4.2 Base Soporte

Estructura que soporta a las unidades interruptivas y que contiene el mecanismo de operación.

4.3 Estructura Soporte (Bastidor)

Es el herraje o base necesario para la instalación del restaurador en poste o subestación; y debe ser capaz de soportar al equipo y los esfuerzos originados por la operación del mismo.

4.4 Restaurador

Es un equipo de seccionamiento autocontrolado, cuya característica principal es la de interrumpir sobrecorrientes de régimen transitorio y permanente utilizando las curvas de tiempo-corriente definidas, con la finalidad de llevar a cabo una coordinación adecuada con otros dispositivos ubicados en el mismo circuito y restablecer el servicio de suministro de energía ante sobre corrientes de régimen transitorio mediante pruebas al segmento de red afectado, estas pruebas pueden ser mediante recierres rápidos y lentos o mediante otras tecnologías disponibles o de nueva creación como el cierre por pulsos."

4.5 Unidad de Interrupción

El sistema está conformado por contactos principales, medio aislante, medio de interrupción, aislamiento externo, TC's o sensores de corriente, sensores de voltaje, mecanismo de operación, tanque o base soporte.

4.6 Control del Restaurador

Es el sistema conformado por el Dispositivo Electrónico Inteligente (DEI) para protección, medición, control, comunicación y automatismo, el panel frontal del control, la fuente de alimentación, cargador de baterías, la batería de respaldo para autonomía propia, tabllillas de interconexión y cableado, contenidos dentro de un gabinete tipo intemperie que también forma parte del sistema.

4.7 Software o Programas de Aplicación

Son los programas de aplicación proporcionados por el fabricante, que contienen las herramientas para configurar las funciones de control, protección, extracción de los archivos de información que son procesados por el DEI.

4.8 Aislamiento Sólido

Es cuando la cámara de vacío después de ser fabricada es cubierta por una resina epóxica que queda adherida completamente a la cámara sin existir un espacio entre la cámara y la cubierta de resina epóxica. La cubierta y la cámara de vacío son conformadas como una sola pieza de tal modo que no pueden ser separadas físicamente sin ser dañadas en el proceso. El medio aislante es el mismo que el aislamiento externo por ser de una sola pieza, este diseño no requiere de una envolvente (tanque) de protección externa, véase figura 1.

El material del aislamiento sólido debe ser resina cicloalifática o de Hule silicón o de Hule etileno-propileno-dieno (EPDM).

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

4.9 Modo Baterías

Condición de operación especial del restaurador en donde por ausencia del suministro de alimentación externa, el restaurador continúa realizando las mismas funciones utilizando como alimentación principal la batería de respaldo, siendo esta condición transparente para la operación del restaurador.

4.10 Panel Frontal

Es la Interfaz física con el usuario, ubicada al frente y dentro del control del restaurador, en donde se encuentran las señales luminosas (LED's) de las indicaciones y alarmas, los controles para mandos, y la pantalla del panel frontal donde se muestran las mediciones, eventos e información controlada por el restaurador.

4.11 Pantalla del Panel Frontal (Display)

Es una pantalla para mostrar caracteres alfanuméricos que se encuentra en el panel frontal del control del restaurador y que con la ayuda de un teclado ubicado en el mismo panel, sirve como interfaz entre las funciones que realiza el restaurador y el usuario.

4.12 Puerto de Comunicación

Es una conexión de entrada y salida mediante la cual el control del restaurador puede enviar y/o recibir información de otros dispositivos.

4.13 DEI

(De sus siglas Dispositivo Electrónico Inteligente) dispositivo microprocesado que puede realizar una o varias de las funciones de protección, comunicaciones, medición, supervisión, adquisición de datos, control y automatización.

4.14 Nivel Superior

Término empleado en los sistemas SCADA para referenciar el flujo de información entre un dispositivo que se comporta como elemento esclavo hacia otro dispositivo que se comporta como elemento maestro.

4.15 Unidad Central Maestra

Es el hardware y software que conforman el sistema que gobierna la supervisión, adquisición de datos y el control de instalaciones de manera remota y en tiempo real. Es el elemento maestro en un sistema SCADA.

5 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

TC's	Transformadores de Corriente.
DEI	Dispositivo Electrónico Inteligente.
LED	Diodo Emisor de Luz (Light Emitter Diode).
UCM	Unidad Central Maestra.
NA	Normalmente Abierto.
NC	Normalmente Cerrado.
IHM	Interface Humano Máquina.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

MTBF	Tiempo Promedio de Ocurrencia de Fallas (Mean time Between Failures).
MTTR	Tiempo Promedio de Duración de Reparaciones (Mean Time To Repair).
RTa	Restaurador Telecontrolado Alimentador.
RTi	Restaurador Telecontrolado Intermedio.
RTe	Restaurador Telecontrolado Enlace.
ETA	Automatismo local por Transferencia Automática.

6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES

El restaurador consta de las siguientes partes principales:

- a) Unidad de interrupción.
- b) Control del restaurador.
- c) Estructura o herraje soporte.
- d) Cable(s) de control.
- e) Equipo de comunicación.

La unidad de interrupción y el control están conectados por medio de un cable de control.

6.1 Tipo de Servicio

Los restauradores deben ser para servicio tipo intemperie.

6.2 Frecuencia

Los restauradores deben diseñarse para operar a 60 Hz.

6.3 Operación de Apertura Manual

Cuando la apertura manual se realice mediante pértiga el restaurador debe tener una posición de bloqueo de mando de cierre que evite cualquier operación eléctrica o mediante comandos de nivel superior y debe ser necesario pasar previamente a la posición de desbloqueo para maniobrar el equipo.

Una operación de bloqueo de cierre consiste en cambiar la posición de una palanca ubicada en el restaurador; si éste tiene sus contactos en la posición de “cerrado”, entonces éstos se abrirán bloqueando el mando eléctrico del Control del Restaurador y a nivel superior, si el restaurador se encuentra en la posición de “abierto”, únicamente bloquea el Control del Restaurador y de nivel superior. Esta acción no permitirá la ejecución de la función de recierre (79) ya que no hubo disparo por sobrecorriente. Para regresar a la operación normal del restaurador, únicamente hay que regresar la palanca a su posición original, el restaurador no debe cerrar sus contactos hasta que se haga un mando en el Control del Restaurador o que se ejecute una orden a través de nivel superior y se encuentren los permisivos correspondientes para que esta instrucción se lleve a cabo.

La operación de bloqueo por apertura manual debe estar señalizada en el panel del control del restaurador, así como en el mapa de puntos para el nivel superior.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

6.4 Operación Apertura-Cierre Local o Remota

Es una operación eléctrica de apertura-cierre que debe ser local desde el gabinete de control localizado en sitio donde está instalado el restaurador y remota mediante comandos a nivel superior, secuencia lógica en UCM, secuencia lógica por ausencia de potencial o algún otro medio.

6.5 Secuencia de Operación Nominal

Las características nominales del restaurador son referidas a la secuencia de operación nominal. La secuencia de operación nominal debe ser:

O - 0.5 s – CO – 2s – CO – 5s – CO.

Donde “O” representa la apertura y “C” el cierre.

El control del restaurador debe ser configurable para esta secuencia de operación donde las dos primeras operaciones de apertura son rápidas con una conducción de 6 ciclos de corriente y las otras operaciones lentas con una conducción de 12 ciclos de corriente como máximo.

6.5.5 Descripciones cortas

Las descripciones cortas permiten identificar las diferentes características de los equipos para adquisición y manejo en almacenes, mismas que se indican en la tabla 3.

TABLA 3 - Descripciones cortas del restaurador

Clave	Descripción corta
VH6N661538	RPM- 110- 15,5- 560-8000
VH6NB70A0P	RPM- 110- 15,5- 560-12000
VH6NB7090S	RSM- 110- 15,5- 560-8000
VH6NB70A0S	RSM- 110- 15,5- 560-12000
VH6PC7090P	RPM- 125- 27- 560-8000
VH6PC70A0P	RPM- 125- 27- 560-12000
VH6PC7090S	RSM- 125- 27- 560-8000
VH6PC70A0S	RSM- 125- 27- 560-12000
VH6PD7090P	RPM- 150- 27- 560-8000
VH6PD70A0P	RPM- 150- 27- 560-12000
VH6PD7090S	RSM- 150- 27- 560-8000
VH6PD7040S	RSM- 150- 27- 560-12000
VH6RD7090P	RPM- 170- 38- 560-8000
VH6RD70A0P	RPM- 170- 38- 560-12000
VH6RD7090S	RSM- 170- 38- 560-8000
VH6RD70A0S	RSM- 170- 38- 560-12000
VH6RE7090P	RPM- 200- 38- 560-8000
VH6RE70A0P	RPM- 200- 38- 560-12000
VH6RE7090S	RSM- 200- 38- 560-8000
VH6RE70A0S	RSM- 200- 38- 560-12000

NOTA:

- R = Restaurador
- P o S = Montaje en poste o subestación
- M = Microprocesado
- 110..... 200 = NBAI
- 15,5.....38 = Tensión máxima (kV)
- 560 = Corriente nominal (A)
- 8 000 o 12 000 = Capacidad interruptiva (A)

6.6 Unidad de Interrupción**6.6.1 Número de polos**

Deben ser tripolares, contenidos en un mismo tanque o base soporte.

6.6.2 Mecanismo de operación

Las tres fases deben ser accionadas por un solo mecanismo, garantizando la operación trifásica sin que alguna de ellas opere independiente o permanezca en una posición distinta a las otras fases.

6.6.3 Medio de Extinción

El medio de extinción del arco eléctrico debe ser vacío.

6.7 Aislamiento**6.7.1 Interno**

- a) Gas SF6.
- b) Sólido.
- c) Combinado Aire con aislamiento sólido contenidos en un tanque.

6.7.2 Externo

- a) Porcelana.

El uso de la porcelana se permite en las siguientes zonas de contaminación de acuerdo con la tabla 1:

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

TABLA 1.-Distancia de fuga especifica unificada para porcelana

Niveles de contaminación	Distancia especifica mínima de fuga mm/kVf-t (IEC 60815-2)	Contenido de sal (NaCl) en el agua, método de niebla salina kg/ m ³ (IEC 60507)
Media	34.7	14
Alta	43.3	40
Muy alta	53.7	56

b) Polimérico

El uso del aislamiento polimérico se permite en las siguientes zonas de contaminación de acuerdo con las tablas 2 y 3:

TABLA 2.-Distancia de fuga especifica unificada para polimérico

Niveles de contaminación	Distancia especifica mínima de fuga mm/kVf-t (IEC 60815-3)
Media	34.7
Alta	43.3
Muy alta	53.7

TABLA 3.-Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua en función de las dimensiones del aislamiento polimérico

Diámetro del núcleo en milímetros	Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua (IEC 62217)	
	$l/A \leq 3$	$l/A \geq 3$
<50	8 ± 0.4	4 ± 0.2
50 a 150	4 ± 0.2	2 ± 0.1
>150	2 ± 0.1	1 ± 0.1
l/A es la distancia de fuga dividida entre la distancia de arco		

NOTA: Diámetro del núcleo se refiere a la parte central del aislamiento polimérico, donde inician los faldones. En caso de que el diámetro no sea uniforme a lo largo de la boquilla, tomar el diámetro en el punto medio.

c) Sólido

El uso del aislamiento sólido se permite en las siguientes zonas de contaminación de acuerdo con las tablas 4 y 5:

TABLA 4.-Distancia de fuga especifica unificada para polimérico

Niveles de contaminación	Distancia especifica mínima de fuga mm/kVf-t (IEC 60815-3)
Media	34.7
Alta	43.3
Muy alta	53.7

TABLA 5.-Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua en función de las dimensiones del aislamiento polimérico

Diámetro del núcleo en milímetros	Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua (IEC 62217)	
	$l/A \leq 3$	$l/A \geq 3$
<50	8 ± 0.4	4 ± 0.2
50 a 150	4 ± 0.2	2 ± 0.1
>150	2 ± 0.1	1 ± 0.1

l/A es la distancia de fuga dividida entre la distancia de arco

NOTA: Diámetro del núcleo se refiere a la parte central del aislamiento polimérico, donde inician los faldones. En caso de que el diámetro no sea uniforme a lo largo de la boquilla, tomar el diámetro en el punto medio.

d) Combinado sólido con capuchón polimérico

El uso del aislamiento combinado sólido con capuchón polimérico se permite en las siguientes zonas de contaminación de acuerdo con las tablas 6 y 7:

TABLA 6.-Distancia de fuga específica unificada para polimérico

Niveles de contaminación	Distancia específica mínima de fuga mm/kVf-t (IEC 60815-3)
Media	34.7
Alta	43.3
Muy alta	53.7

TABLA 7.-Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua en función de las dimensiones del aislamiento polimérico

Diámetro del núcleo en milímetros	Contenido inicial de sal (NaCl) en el agua (IEC 62217)	
	$l/A \leq 3$	$l/A \geq 3$
<50	8 ± 0.4	4 ± 0.2
50 a 150	4 ± 0.2	2 ± 0.1
>150	2 ± 0.1	1 ± 0.1

l/A es la distancia de fuga dividida entre la distancia de arco

NOTA: Diámetro del núcleo se refiere a la parte central del aislamiento polimérico, donde inician los faldones. En caso de que el diámetro no sea uniforme a lo largo de la boquilla, tomar el diámetro en el punto medio.

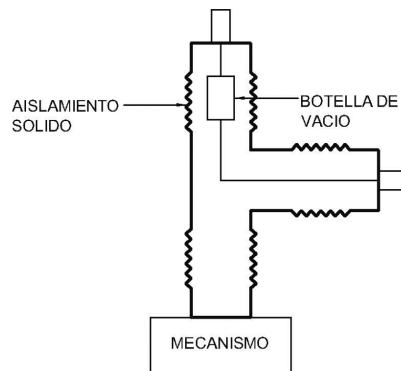


FIGURA 1. Restaurador con aislamiento sólido (ilustrativo)

6.8 Tensiones y Corrientes de Diseño

Las tensiones y corrientes de diseño de las unidades interruptivas de los restauradores y los valores de pruebas dieléctricas, se indican en la tabla 4.

TABLA 8 – Tensiones, corrientes de diseño y valores de prueba

Tensión máxima de diseño kV	Tensión de aguante al impulso por rayo, 1,2/50 µs kV (cresta)	Tensión de aguante a 60 Hz (kV eficaz) ⁽¹⁾		Corriente nominal A	Capacidad interruptiva A
		Seco 1 min	Húmedo 10 s		
15.5	110	50	45	630 0 800 ⁽²⁾	12500 16000
27	125	60	50		
27	150 ⁽³⁾	70 ⁽³⁾	60 ⁽³⁾		
38	170	70	60		
38	200 ⁽³⁾	95 ⁽³⁾	80 ⁽³⁾		

- NOTA:
- ⁽¹⁾ Valores indicados bajo condiciones atmosféricas normalizadas (0,1013 MPa, 20 °C, 11 g/m³). Para el aislamiento interno de las cámaras de interrupción, las características dieléctricas son idénticas a cualquier altitud y no debe hacerse ninguna consideración especial.
 - ⁽²⁾ Son aceptables equipos con corriente nominal de 800 A, siempre que sus pruebas de prototipo estén realizadas a ese valor.
 - ⁽³⁾ Estos valores de prueba deben aplicarse a equipos que deben ser instalados a una altitud mayor de 1000 m s.n.m.

6.9 Tanque o Base Soporte

El tanque o base soporte y sus accesorios deben ser resistentes al impacto y a la corrosión, debe ser de acero inoxidable, grado 316 AISI (no magnético) como mínimo para zonas de alta contaminación. Para zonas de contaminación media se debe utilizar como mínimo acero inoxidable, grado 304 (no magnético) AISI. Para ambas zonas se deberá aplicar con recubrimiento anticorrosivo de acuerdo con el inciso 6.42 de esta especificación.

La cubierta del tanque o de la base soporte, deben diseñarse de tal manera que se evite la acumulación y filtración de agua, no se permite el uso de masillas o junteador de silicona para la unión de los materiales. Las tuercas, tornillos, arandelas y abrazaderas deben ser de acero inoxidable.

Este tanque o base soporte debe contener como mínimo lo siguiente:

- a) El Indicador de posición de los contactos principales debe estar visible y que muestre las posiciones abierto (color verde) o cerrado (color rojo) de los contactos principales de la unidad de interrupción, sin abrir el tanque o base soporte. (El indicador de la posición debe estar conectado físicamente al mecanismo de operación).
- b) La palanca para disparo manual debe estar localizada en un lugar visible y accesible para operación con pértiga.
- c) El conector para tierra de la unidad de interrupción debe poder recibir un conductor de cobre de sección transversal mínima de 53 mm².
- d) Se deben proporcionar dos conectores terminales a cable por cada fase para recibir conductores de cobre, o dos conectores terminal a cable, por cada fase, para recibir conductores de aluminio para cada unidad de interrupción. Los conectores de acuerdo al calibre y material del cable solicitado deben de cumplir con la especificación CFE 55000-77.

- e) Debe tener al menos dos contadores de operaciones; uno mecánico tal como lo indica la norma IEC 62271-111 y otro en el DEI en memoria no volátil y que su reinicio sea solo por medio de una clave de acceso. Si se garantiza que el registro de operaciones permanecerá en la unidad interruptiva permitiendo la instalación de otro control con las mismas características sin pérdida del registro de operaciones, podrá proporcionar solo el contador de operaciones en el DEI.
- f) Debe tener un contador de operaciones en el DEI en memoria no volátil y su reinicio sea solo por medio de una clave de acceso.
- g) Debe contar con los dispositivos necesarios para su maniobra e instalación (ganchos, orejas, entre otros).
- h) Se debe de proveer de protección profauna para cada una de las 6 terminales, la cual debe cubrir la parte expuesta del conjunto de conexión terminal y zapata.

6.10 Transformadores (TC's) y/o Sensores

Los transformadores o sensores de corriente suministrados en la unidad de interrupción deben cumplir su función tanto para la protección como para la medición; los cuales deben estar alojados al interior del tanque, uno para cada fase, según al diseño del fabricante. El circuito secundario de los TC's debe garantizar que por ninguna razón se presente la posibilidad de circuito abierto en la puesta en servicio, operación y/o mantenimiento.

6.11 Transformadores (TP's) y/o Sensores

Los transformadores de potencial suministrados en la unidad de interrupción deben asegurar las funciones medición, protección y automatismo, el equipo deberá contar con un TP o sensor de potencial, para cada fase, tanto en su lado carga, como en lado fuente, los cuales deberán estar instalados uno por cada fase, siempre y cuando sea parte integral de la unidad interruptiva o a la estructura de montaje, según el diseño de cada fabricante los cuales deberán estar garantizados por el fabricante del equipo restaurador para que por una incompatibilidad no dañen el equipo.

6.12 Control del Restaurador

El control del restaurador es un DEI y por lo tanto su operación es a base de microcontroladores o microprocesadores, con comunicación externa con el usuario, deben estar construidos con elementos para operar en ambientes de contaminación o interferencia electromagnética. Los componentes de procesamiento y almacenamiento de información del control del restaurador deben ser de estado sólido y funcionar con un sistema operativo de tiempo real. No se aceptan desarrollos que incluyan computadoras industriales.

Debe contar como mínimo con lo siguiente:

- a) Registro secuencial de eventos de las funciones operadas en el DEI con resolución de 10 ms.
- b) Medición instantánea de variables eléctricas.
- c) Debe tener mínimo 3 grupos de ajustes de lógicas y protecciones, para ser accesado por el software propietario de configuración y ajustes.
- d) Debe contar con códigos de seguridad que permitan el acceso local y remoto al DEI para cambio de ajustes y configuración.
- e) Función de autodiagnóstico que verifique al menos el estado de: los niveles de tensiones de salida de la fuente de alimentación interna, del convertidor (es) analógica digital y la operación de el/los microprocesadores.
- f) Registro de fallas y oscilografía.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

El control del restaurador debe realizar las siguientes funciones principales:

- Protección.
- Medición.
- Control.
- Comunicación a nivel superior.
- Automatización.

6.13 Supresor de sobre tensiones

El control del restaurador debe contar con un dispositivo supresor de sobretensiones monopolar, el cual se debe instalar en el interior del gabinete, con las siguientes características:

- a) Corriente máxima de protección de 50 kA por fase, 25 kA por modo.
- b) Corriente nominal (IN) 20 kA.
- c) Protección L-N, L-G y N-G.
- d) Frecuencia de operación de 60 Hz.
- e) MCOV: 150V de L-N, L-G, N-G (Tensión de Operación Continua Máxima).
- f) Tiempo de respuesta menor a un nanosegundo.
- g) Configuración monofásica, 3 hilos, fase, neutro + tierra (monofásico trifilar).
- h) Capacidad máxima de corto circuito de 100ka simétricos.
- i) Filtros de EMI/RF de 50db de atenuación @ 100khz. (Interferencia Electromagnética o de Radio Frecuencia).
- j) VPR de 600V de L-N, L-G, N-G y de 1200V de L-L. (Clasificación Protección de Voltaje).
- k) Indicadores de estado por LED, Activo, Falla.
- l) Rango de temperatura de operación -40°C a 70°C.
- m) Certificado (listed) por la norma UL 1449 (Norma para dispositivos de protección contra sobretensiones).
- n) Certificado por la norma IEC 61643 (Low Voltage Surge Protective Devices).

6.14 Funciones de Protección

El control del restaurador debe contar como mínimo con las funciones de protección indicadas en la tabla 9.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

TABLA 9 - Funciones de protección

Función	Descripción
27	Bajo voltaje
59	Alto voltaje.
50	Sobrecorriente de fase instantánea
51	Sobrecorriente de fase de tiempo inverso
50N	Sobrecorriente de neutro instantáneo
51N	Sobrecorriente de neutro de tiempo inverso
67	Sobrecorriente direccional de fase.
67N	Sobrecorriente direccional de Neutro
79	Recierre automático
81	Frecuencia
46	Sobrecorriente de secuencia negativa instantánea
46	Sobrecorriente de secuencia negativa de tiempo inverso
25	Función de verificación de sincronismo
-	Localizador de Falla.

Las funciones descritas en la tabla 9 y las solicitadas en características particulares deben cumplir con la especificación CFE G0000-81.

En el Control del Restaurador podrán configurarse y seleccionarse las curvas de sobrecorriente con las que operará el equipo o editar las curvas propias que el usuario requiera, estableciéndose por software el valor en el que el restaurador debe dispar por carga, tanto en las fases como en el neutro.

Bajo la filosofía de operación de los restauradores, al presentarse una sobrecorriente y teniendo habilitada la función de recierre automático (79) debe permitirse la alternancia de dos curvas tiempo-corriente para la misma causa de disparo; curvas de operación de disparo rápidas y lentas, para la coordinación con otros elementos instalados en un circuito de distribución, tales como restauradores o eslabón fusibles de los cortacircuitos fusible, de tal manera que puedan programarse por fase, curvas de sobrecorriente rápidas primero y lentas después.

Un Grupo de Ajustes lo constituye principalmente; el juego de curvas de sobrecorriente (rápidas y lentas) de fase y de tierra.

Debe contar con librerías de operación y curvas de sobrecorriente estandarizadas, proporcionadas por ecuaciones de acuerdo con la norma IEC 60255-151.

Debe disponer como mínimo de las siguientes formas de curva con la posibilidad para el usuario de seleccionar cualquiera de ellas invariablemente:

- a) De tiempo definido.
- b) De tiempo inverso.
- c) De tiempo muy inverso.
- d) De tiempo extremadamente inverso.

Cada una de estas curvas debe estar conformada por una familia de características tiempo-corriente de trayectorias paralelas y desplazadas en el eje de la corriente la cual queda determinada con el valor de disparo por carga.

El ajuste para el valor de corriente de arranque para el disparo por sobrecorriente de las unidades de fase y neutro en cualquier curva, debe estar comprendido en el rango de cualquier valor de la corriente nominal de diseño del Restaurador.

Debe proveerse de las facilidades para editar curvas por el usuario.

6.15 Funciones de Medición

El DEI debe tener la capacidad de medir las magnitudes básicas, como voltajes de fases y de neutro, frecuencia, potencia, energía y factor de potencia con un error máximo del 1.0%. Debe contar con una pantalla o "display", donde pueda desplegarse todas aquellas magnitudes y variables medidas y/o registradas, correspondientes tanto a las funciones básicas como a las opcionales requeridas.

Así mismo el equipo debe ser capaz de registrar las siguientes mediciones:

Medición de valores integrados de:

Energía kWh por fase y trifásicos.

Energía Reactiva kVARh inductivos y capacitivos por fase y trifásicos.

Medición de valores instantáneos de:

Potencia Aparente VoltAmperes por fase y trifásicos.

Potencia Real Watts por fase y trifásicos.

Potencia Reactiva VARs por fase y trifásicos.

Factor de Potencia por fase y trifásicos.

Tensión por fase y trifásico Volts.

Corriente por fase y trifásicos Amperes.

Se debe registrar la medición de mínimo 10 variables analógicas al menos cada 15 minutos almacenando esta información por un mínimo de 40 días.

6.16 Funciones de Automatización

6.16.1 Implementación de automatismo

El DEI debe tener la capacidad de abrir y cerrar de forma automática cumpliendo con los siguientes métodos para la implementación del automatismo:

6.16.1.1 Automatismo Voltaje-Tiempo

La operación de los equipos involucrados en el automatismo local por Voltaje – Tiempo se basa en la detección de presencia o ausencia de voltaje por un tiempo definido.

Por lo cual el DEI debe aceptar los 3 tipos de configuraciones del Restaurador:

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- a) **Restaurador Telecontrolado Alimentador (RTa):** Es el primer equipo instalado en la red de Distribución después de la Subestación, su condición de operación es normalmente cerrado.
- b) **Restaurador Telecontrolado Enlace (RTe):** Es el equipo instalado en la red de Distribución entre dos circuitos, su condición de operación es normalmente abierto.
- c) **Restaurador Telecontrolado Intermedio (RTi):** Es el o los equipos instalados en la red de Distribución entre el RTa y RTe, su condición de operación es normalmente cerrado.

Funciones básicas que debe realizar el DEI para el seccionamiento de un circuito con falla:

- a) Un RTa debe abrir si pierde voltaje lado fuente.
- b) Un RTe debe cerrar cuando detecte ausencia de voltaje en uno de sus lados y aún se encuentre disponible el suministro del otro lado, de lo contrario no debe cerrar. Debe tener la capacidad de configurar su cierre automático solamente hacia uno de sus lados.
- c) Un RTi debe cambiar su grupo de ajustes y colocarse en modo de “un solo disparo” cuando pierda voltaje de su lado fuente.

Funciones básicas que debe realizar el DEI para el auto restablecimiento de un circuito a sus condiciones normales de operación:

- a) Un RTa debe cerrar si regresa el voltaje de lado fuente, siempre y cuando haya sido abierto por automatismo, o cuando recupere voltaje en ambos lados.
- b) Un RTe debe abrir cuando detecte una reducción de carga y/o cuando se invierta el flujo de potencia a través de él.
- c) Un RTi debe cerrar cuando detecte voltaje en ambos lados.

6.16.1.2 Automatismo local por transferencia automática (ETA)

La operación del automatismo local por transferencia automática, se basa en la detección de ausencia de tensión por un tiempo definido, mediante dos restauradores.

Las funciones básicas que el DEI debe realizar para el seccionamiento de un circuito con falla

- a) El restaurador 1 debe abrir al perder tensión del lado fuente.
- b) Una vez que el restaurador 1 haya abierto, el restaurador 2 debe cerrar después de que detecte tensión en ambos lados.

Las reglas básicas se logran ejecutar en campo, mediante un esquema de control que interactúa con el restaurador 1 y 2.

6.16.1.3 Automatismo local por comunicación entre equipos (opcional y por necesidades de especificación)

Se considera su aplicación para aquellos circuitos que tienen restauradores con comunicación entre equipos, donde la operación del automatismo ocurre por medio un algoritmo programado en los equipos, mediante el envío de mensajes con protocolo IEC-61850 (mensaje GOOSE), permitiendo realizar los seccionamientos automáticos para aislar fallas en la red de distribución.

Reglas básicas que el DEI debe realizar para el seccionamiento de un circuito con falla

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- a) El Restaurador que se abre por falla, debe enviar un mensaje GOOSE de confirmación de disparo y apertura al equipo inmediato "aguas abajo".
- b) El Restaurador que recibe el mensaje debe:
 1. Estar cerrado.
 2. Tener habilitada la función de automatismo.
 3. No debe haber registrado corriente de falla delante de él.
 4. Debe confirmar ausencia de tensión en ambos lados del mismo.
- c) El Restaurador de enlace debe cumplir las siguientes reglas para que ejecute el cierre por activación del automatismo:
 1. Confirmar la apertura por automatismo del equipo que seccionó el tramo con falla.
 2. Confirmar que se encuentre abierto el Restaurador de enlace.
 3. Debe tener habilitada la función de automatismo.
 4. Debe confirmar la ausencia de tensión del lado seccionado bajo falla.
 5. Debe confirmar la presencia de tensión del lado del circuito 2 o de respaldo.

6.17 Frecuencia

El DEI, debe incluir la medición y despliegue de la frecuencia en Hz para un intervalo entre 48 Hz y 62 Hz y con una resolución de ± 0.1 Hz.

6.18 Tensión de Corriente Directa (c.d.)

El DEI debe incluir la medición en volts de c.d. con una exactitud máxima de 1 % (para el intervalo del 85 % al 120 % de la tensión de alimentación de c.d.), de la magnitud de la tensión instantánea del banco de baterías. El despliegue de la magnitud debe estar asociado al identificador V c.d. que corresponde.

6.19 Registros de Eventos

El DEI debe contar con registros de memoria no volátil del tipo circular para almacenar cuando menos los últimos 100 eventos.

Entre los conceptos que pueden generar un reporte de evento por selección del usuario, se tienen los siguientes:

- a) Cambios en el estado de las entradas y salidas digitales.
- b) Activación (pick-up) y desactivación (drop-out) de los elementos de protección, medición, control y monitoreo disponibles en el propio DEI.

Cada evento debe estar asociado además de su identificador de elemento, entrada o salida, con una etiqueta de tiempo que debe incluir la fecha (año, mes y día) y horario (hora, minuto, segundo y milisegundo) de ocurrencia.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

6.20 Registros de Fallas y oscilografía

El relevador debe contar con registros de memoria no volátil del tipo circular para almacenar cuando menos los registros de las últimas 6 fallas (a menos que se especifique otro número en las **Características Particulares**).

Cada registro debe contener la información siguiente:

- a) Un reporte oscilográfico de las corrientes de fase y neutro (sí el relevador cuenta con entradas de tensión, también debe incluir las tensiones de fase a neutro) con un mínimo de 30 ciclos de duración (2 de prefalla y 28 de falla y postfalla) y con una resolución cuando menos de 1/8 de ciclo,
- b) La magnitud de la(s) corriente(s) de falla.
- c) Señales digitales como: arranque y reposición de los elementos internos y de las funciones operadas; estado de las entradas y salidas digitales; y protecciones operadas.
- d) Fecha (año, mes y día) y horario (hora, minuto, segundo y milisegundo) de ocurrencia de la falla.

6.21 Funciones a Nivel Superior

La información hacia el nivel superior que es requerida a través del puerto de comunicación del control de restaurador debe cumplir con un desempeño en tiempo real (eventos) con una resolución de 1 milisegundo o mejor.

La información procesada, producto de un cambio o actualización de la información no debe ser mayor de 1 s, y el tiempo de respuesta a una solicitud por el canal de comunicación para ser consultada con el protocolo de comunicaciones DNP3 no debe ser mayor de 100 milisegundos.

La actividad de comunicación de solicitudes-respuestas que se hace a través del canal de comunicación con el protocolo de comunicaciones, no debe bloquear, ni interferir con los algoritmos y procesos de protección o medición del control. La funcionalidad del canal de comunicación debe ser totalmente independiente de la funcionalidad principal del proceso del control del restaurador.

TABLA 10 - Alarmas a partir de las funciones de protección

Función de protección	Descripción	Objeto requerido en DNP3	Número y tipo de señales requeridas
27	Bajo voltaje	1, 2, 20, 22, 60*	3 de fase, entradas binarias y un acumulador para cada fase
50	Sobrecorriente instantáneo	1, 2, 20, 22, 60*	4 (3 de fase y 1 de neutro), entradas binarias y un acumulador para cada fase

Continua...

Continuación...

51	Sobrecorriente de tiempo	1, 2, 20, 22, 60*	4 (3 de fase y 1 de neutro), entradas binarias y un acumulador para cada fase
50N	Sobrecorriente de neutro instantáneo	1, 2, 20, 22, 60*	1 entrada binaria y un acumulador
51N	Sobrecorriente de neutro de tiempo	1, 2, 20, 22, 60*	1 entrada binaria y un acumulador
79	Recierre automático	1, 2, 60*	1 entrada binaria
81	Frecuencia	1, 2, 60*	1 entrada binaria
25	Verificación de sincronismo.	1, 2, 60*	1 entrada binaria.
46	Sobrecorriente de secuencia negativa.	1, 2, 20, 22, 60*	3 entradas binarias (1 por fase) y un acumulador para cada fase.
59	Alto voltaje.	1, 2, 20, 22, 60*	3 entradas binarias (1 por fase) y un acumulador para cada fase.

TABLA 11 - Otras alarmas

Descripción	Objeto requerido en DNP3	Número y tipo de señales requeridas
Posición de control local / remoto	1, 2, 60*	1 entrada binaria
Autodiagnóstico	1, 2, 60*	1 entrada binaria
Control del restaurador bloqueado	1, 2, 60*	1 entrada binaria
Ejecución del ciclo completo de recierres o posición de bloqueo	1, 2, 60*	1 entrada binaria
Falla de batería	1,2, 60*	1 entrada binaria
Mantenimiento de línea energizada	1,2, 60*	1 entrada binaria

Continúa...

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

Continuación...

Baja presión de SF6 (cuando aplique)	1,2, 60*	1 entrada binaria
Falla mecanismo	1,2, 60*	1 entrada binaria
I ² t	1, 2, 20, 22, 30, 32, 60*	1, entrada binaria (indicando que se ha generado un nuevo registro), 3 acumuladores (uno por fase) y 3 entradas analógicas (una por fase)
Disparo definitivo.	1,2, 60*	1 entrada binaria
Falla cable control/tanque	1,2, 60*	1 entrada binaria

TABLA 12 - Mandos e indicaciones

Mandos a través de los DEI's			Indicaciones obtenidas del DEI a partir de cada mando		
Mando	Objeto requerido en DNP3	Número y tipo de señales requeridas	Indicación	Objeto requerido en DNP3	Número y tipo de señales requeridas
Cerrar / Abrir	10** y 12	1 salida binaria para el objeto 10 y 2 salidas binarias para el objeto 12	Estado del Interruptor	1, 2, 20, 22, 60*	2 entradas binarias (una para estado cerrado y otra para el estado abierto) y 1 acumulador
Bloquear / desbloquear función 79	10** y 12	1 salida binaria para el objeto 10 y 2 salidas binarias para el objeto 12	Estado del recierre	1, 2, 60*	2 entradas binarias (una para estado bloqueado y otra para el estado desbloqueado)

Continua...

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

RESTAURADORES	ESPECIFICACIÓN CFE VH000-11
----------------------	--

Continuación...

Bloquear / desbloquear residual (tierra)	10** y 12	1 salida binaria para el objeto 10 y 2 salidas binarias para el objeto 12	Estado del Disparo de Tierra	1, 2, 60*	2 entradas binarias (una para estado bloqueado y otra para el estado desbloqueado)
Cambio grupo de ajuste del DEI	10** y 12	1 salida binaria para el objeto 10 y 2 salidas binarias para el objeto 12	Grupo de ajuste seleccionado	1, 2, 60*	1 entrada binaria para cada grupo de ajuste
Cambio de paso o inhabilitar (función 81)	10** y 12	1 salida binaria para el objeto 10 y 2 salidas binarias para el objeto 12	Paso seleccionado o Inhabilitación	1, 2, 60*	1 entrada binaria para cada paso o 1 entrada binaria para habilitar / inhabilitar
Bloquear / desbloquear mantenimiento de línea energizada	10** y 12	1 salida binaria para el objeto 10 y 2 salidas binarias para el objeto 12	Estado de línea energizada	1, 2, 60*	2 entradas binarias (una para estado bloqueado y otra para el estado desbloqueado)
Habilitar Automatismo	10** y 12	1 salida binaria para el objeto 10 y 2 salidas binarias para el objeto 12	Paso seleccionado o Inhabilitación	1, 2, 60*	1 entrada binaria para indicar habilitado o deshabilitado

NOTA:

- (*) El objeto 60 debe implementarse con la variación 1 cuando se tengan los objetos 1, 20 y 30, además debe soportar las variaciones 2, 3 y 4.
- (**) El objeto 10 debe implementarse con el objeto 60, variación 1 solamente.

TABLA 13 - Mediciones

Descripción	Objeto requerido en DNP3.0	Número y tipo de señales requeridas
Corriente (A) por fase, neutro y trifásicos	30, 32, 60*	5 entradas analógicas
Frecuencia (Hz)	30, 32, 60*	1 entrada analógica
Tensión (V), por fase y trifásico	30, 32, 60*	8 entradas analógicas (Lado fuente y Lado Carga)
Potencia Aparente (VA) por fase y trifásico	30, 32, 60*	4 entradas analógicas

Continua...

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

Continuación...

Potencia Real (W) por fase y trifásico	30, 32, 60*	4 entradas analógicas
Potencia Reactiva (VAR) por fase y trifásico	30, 32, 60*	4 entradas analógicas
Factor de potencia (%) por fase y trifásico	30, 32, 60*	4 entradas analógicas
Energía (kWh) por fase y trifásico	30, 32, 60*	4 entradas analógicas
Energía Reactiva (kVARh) por fase y trifásico	30, 32, 60*	4 entradas analógicas

6.22 Panel Frontal del Control

Es la Interfaz del usuario, localizado al frente del gabinete del control, debe contener señales luminosas para mostrar el estado de las indicaciones y alarmas del restaurador, botones de mando para operar el equipo y una pantalla (display) para consultar mediciones en tiempo real y el histórico de cuando menos los últimos 50 eventos, debe tener como mínimo lo siguiente:

6.23 Mandos

- a) Botón(es) de mando del restaurador (cerrar / abrir).
- b) Botón(es) del recierre (desbloqueado o habilitado / bloqueado o inhabilitado).
- c) Botón(es) del disparo de tierra (desbloqueado o habilitado / bloqueado o inhabilitado).
- d) Botón(es) de operación local / remoto.
- e) Botón(es) de protección principal / alternativa.
- f) Botón mantenimiento línea energizada.
- g) Botón para habilitar y deshabilitar el automatismo.

NOTA: los botones de mando se requieren tipo físico y no se permiten realizarlos por medio de lógica.

6.24 Indicaciones

- a) Estado del restaurador.
- b) Estado del recierre.
- c) Estado del disparo de tierra.
- d) Estado del modo de operación (local o remoto).
- e) Protección en operación (principal o alternativa).
- f) Estado del automatismo.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- g) Posición de disparo definitivo (lockout).
- h) Control en modo batería.
- i) Control listo.
- j) Control operado.

6.25 Alarmas

- a) Operación de la función de protección 27 Fase A.
- b) Operación de la función de protección 27 Fase B.
- c) Operación de la función de protección 27 Fase C.
- d) Operación de la función de protección 27 Fases ABC.
- e) Operación de la función de protección 59 Fase A.
- f) Operación de la función de protección 59 Fase B.
- g) Operación de la función de protección 59 Fase C.
- h) Operación de la función de protección 59 Fases ABC.
- i) Operación de la función de protección 50 Fase A.
- j) Operación de la función de protección 50 Fase B.
- k) Operación de la función de protección 50 Fase C.
- l) Operación de la función de protección 50 Neutro.
- m) Operación de la función de protección 51 Fase A.
- n) Operación de la función de protección 51 Fase B.
- o) Operación de la función de protección 51 Fase C.
- p) Operación de la función de protección 51 Neutro.
- q) Operación de la función de protección 46 Fase A.
- r) Operación de la función de protección 46 Fase B.
- s) Operación de la función de protección 46 Fase C.
- t) Operación de la función de protección 67 Fase A.
- u) Operación de la función de protección 67 Fase B.
- v) Operación de la función de protección 67 Fase C.
- w) Operación de la función de protección 67 Neutro.

- x) Operación de la función de protección 79.
- y) Operación de la función de protección 81.
- z) Restaurador bloqueado.
- aa) Falla de batería.
- bb) Autodiagnóstico.

6.26 Gabinete de Control del Restaurador

Debe ser tipo intemperie de acero inoxidable grado 310 (no magnético) AISI como mínimo con recubrimiento anticorrosivo de acuerdo con el inciso 6.42 de esta especificación. Debe estar diseñado y fabricado para operar correctamente de acuerdo al grado de protección IP46, establecido en la norma IEC 60529

Las tuercas, tornillos, arandelas y abrazaderas deben ser de acero inoxidable.

Este gabinete debe contener como mínimo lo siguiente:

- a) Conector de tierra para recibir un conductor con sección transversal mínima de 53 mm².
- b) Puerta con bisagras con un ángulo de apertura mínimo de 120 °, desde la posición de cierre, provista de empaque, manija con previsión para candado y espacio para alojar los instructivos del equipo.
- c) La puerta debe estar eléctricamente conectada con el gabinete por medio de cable o trenza de cobre.
- d) Sistema de respiración con protección contra insectos.
- e) El gabinete de control debe contar con los dispositivos necesarios para su maniobra e instalación (ganchos, orejas, entre otros).
- f) Etiquetas de identificación para conexiones externas para control, alimentación, comunicación y tierra entre otros.

6.27 Corrientes de Disparo

6.27.1 Corriente mínima de disparo de fases

La corriente mínima de disparo de fases debe tener la posibilidad de ajustarse por lo menos desde el valor de 30 A hasta 630 A primarios, en pasos máximos de 5A.

6.27.2 Corriente mínima de disparo de tierra

La corriente mínima de disparo de tierra debe tener la posibilidad de ajustarse por lo menos desde el valor 30 A hasta 630 A primarios, en pasos máximos de 5A.

6.28 Conexiones Eléctricas

En función de sus dispositivos de medición (fases A, B, C, neutro) debe manejar señales de corriente independientes a través de terminales de entrada y salida externas, de tal forma que el DEI pueda ser intercalado en cualquier esquema de protección.

Las conexiones externas en el DEI deben alambraarse a tablillas de conexión de acuerdo con la especificación CFE 54000-48.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

Las conexiones internas deben ser a través de conectores o atornillables, con cables de la capacidad y aislamiento adecuados.

Las conexiones que ligan la parte externa a la parte interna del DEI deben ser a través de conectores o atornillables con cables de la capacidad y aislamiento de acuerdo con la especificación CFE V6700-62.

6.29 Características de la Corriente de Entrada

Las unidades de medición de corriente deben estar diseñadas para operar bajo las siguientes condiciones mínimas:

Corriente nominal (In): 5 A o 1 A.

Frecuencia nominal: 60 Hz.

Rotación de fases: A B C.

Capacidad térmica: 2 x In Permanente y 50 x In por 1 s.

In = Corriente nominal.

Las entradas de corriente deben mantener una característica lineal cuando menos hasta veinte veces la corriente nominal.

El burden máximo de cada una de las entradas de los circuitos de corriente debe ser de 1 VA a la corriente nominal.

6.30 Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación debe operar con tensión de corriente alterna. La tensión nominal debe ser de 127 V c.a o 220 V c.a y funcionar correctamente dentro del intervalo de $\pm 15\%$ del valor de la tensión nominal seleccionada.

En el caso de los restauradores tipo subestación la alimentación debe ser de 125 V c.d. $\pm 15\%$.

Debe contar con una función de autoprueba de batería para evaluar el nivel de retención de carga de la batería.

La fuente de alimentación debe realizar las siguientes tareas:

- a) Funcionar como cargador de baterías apropiado al tipo de éstas, monitoreando los niveles de carga y descarga de la misma.
- b) Valorar los niveles de tensión de alimentación para en caso de baja tensión o alta tensión, se proteja la carga mediante la desconexión de la alimentación principal y se conmute para operar con las baterías de respaldo. Esta conmutación no debe afectar la seguridad en la información, el procesamiento de las funciones principales del control y la operación del equipo. Para el caso contrario, cuando se conmute de cd a ca debe cumplir con la condición anterior.
- c) Al faltar la alimentación principal, además de alarmar en el panel frontal del control, a nivel superior y de generar los eventos, deben conmutarse para que la fuente de alimentación tome la energía de las baterías de respaldo, esto debe poner también la señalización de "Modo Batería" en el panel frontal, a nivel superior y la correspondiente generación del evento en el control.
- d) Cada 24 h debe realizar una prueba de batería, para comprobar que ésta es capaz de proporcionarle una autonomía de 30 min al control y sus accesorios. Esta acción debe ser habilitada o deshabilitada mediante nivel superior y software de configuración y explotación. Comentario #10.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- e) Durante la prueba de batería, si la fuente de alimentación detecta que la carga que proporciona la batería no fuera adecuada para los niveles de operación de la carga demandada por el control, entonces la fuente de alimentación debe conmutarse a la alimentación principal, aún y cuando no se hubiera completado el tiempo de 30 min de prueba. Esta acción debe generar la indicación de alarma correspondiente en el panel frontal y a nivel superior, así como el procesamiento del evento en el control.
- f) En caso de faltar la alimentación principal a la fuente de alimentación, ésta debe alarmar al panel frontal, a nivel superior y generar el evento interno en el control.
- g) Cuando el control, opere en “Modo Batería” y falte la alimentación principal, la fuente de alimentación debe continuar alimentando al control con la batería hasta llegar a un nivel que garantice la seguridad en la información y procesamiento de las funciones principales del control. Cuando ya no se pueda garantizar esta seguridad, la fuente de alimentación debe desconectarse del suministro de la batería para no agotarla, apagando el equipo. Al restablecerse la alimentación principal, el control debe continuar operando normalmente.
- h) Debe tener la capacidad de alimentación de 12 o 24 V c.d. para un radio de comunicación con una potencia de salida de 10 W.

Durante y después de presentarse variaciones en la tensión de alimentación fuera de los límites establecidos o al energizar la fuente, el control no debe incurrir en operaciones incorrectas tales como disparos en falso, así como pérdida o corrupción de los programas, registros y ajustes. Estas condiciones deben ser registradas y reportadas como alarma.

6.31 Protección de la Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación debe contar con protección contra sobrecarga, corto circuito y transitorios en cualquiera de sus circuitos auxiliares a base de “battery clamp”, MOV o tecnología superior, además debe contar con un supresor de picos en baja tensión, que garantice que en caso de que se presente una sobretensión por descarga atmosférica limite el fenómeno a un valor tal que soporte el nivel de aislamiento de los circuitos de control.

6.32 Características de las Baterías

La alimentación de respaldo debe ser a base de baterías disponibles en el mercado nacional, que deben operar en las condiciones ambientales de temperatura y humedad solicitadas en la tabla 10 indicadas en inciso 10.2 de esta especificación, deben tener una vida útil de 3 años como mínimo antes de ser sustituidas, el proveedor debe presentar carta garantía que ampare el funcionamiento durante este periodo

Las baterías deben garantizar la autonomía del restaurador de la manera siguiente:

- a) 4 horas con interrogaciones a nivel superior cada 2 minutos con una secuencia de operación nominal cada 30 minutos de acuerdo con el numeral 6.5 de esta especificación.
- b) 0.5 hora con interrogaciones de 2 veces por minuto a nivel superior con cuatro secuencias de operación nominal a los minutos 10, 15, 20 y 25 de acuerdo con el numeral 6.5 de esta especificación

6.33 Entradas Digitales

Deben tener mínimo 4 entradas opto-aisladas con protección contra transitorios y operar con un valor de 12, 24, 48 o 125 V de corriente directa, de acuerdo al nivel de tensión con el que opera el control del restaurador.

El tiempo para reconocer la señal de entrada binaria debe ser igual o menor de 1 ms.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

6.34 Salidas de Disparo

Los elementos de salida de disparo deben ser por medio de contacto seco de un dispositivo electromecánico o mediante salidas de estado sólido.

La capacidad de corriente de los contactos de disparo debe ser como mínimo de 5 A de corriente directa continuos y soportar 30 A por 200 ms.

La capacidad interruptiva debe ser mínimo de 25 VA inductivos con una constante de tiempo (L/R) de 40 ms a 125 V c.d.

6.35 Salidas de Indicación y Alarma

La capacidad de corriente de los contactos de indicación y alarma debe ser como mínimo de 5 A de corriente directa continuos.

Todas las salidas para indicación y alarma deben ser programables; por lo que el DEI debe permitir la reasignación de dichas salidas a otras funciones o alarmas requeridas.

6.36 Número de Contactos de Salida para Disparo, Cierre y Recierre

La cantidad requerida debe ser la suma de salidas requeridas para cada función solicitada y tener 2 salidas adicionales, programables, independientes y separados eléctricamente.

Las salidas de disparo pueden ser utilizadas por una, dos o más funciones de protección incluidas en el mismo DEI, sin que se demerite o interfiera con la operación de dichas funciones.

6.37 Número de Contactos de Salida para Indicación y Alarma

El número de contactos de salidas debe ser mínimo de cinco, programables, independientes y separados eléctricamente para las siguientes indicaciones:

- a) Disparo de protección (tipo N.A.).
- b) Falla interna, resultado del autodiagnóstico.
- c) Falta de tensión de alimentación (tipo N.C.).
- d) DEI bloqueado.
- e) Adicional programable.

La cantidad mínima total requerida debe ser la suma de salidas digitales indicadas en este apartado y las requeridas para cada función de protección solicitada.

6.38 Interfaces con el Usuario

El DEI debe contar con indicadores luminosos LED's en la parte frontal que indiquen los siguientes estados:

- a) DEI listo
- b) DEI operado

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

El DEI debe indicar su operación solamente cuando se produce el disparo (o su operación para el caso del recierre u otras funciones con sólo alarma).

Debe disponer de una indicación visual, por LED's u otro medio, en la parte frontal del DEI, por el disparo de cada una de las funciones de protección requeridas.

Debe tener un botón para la reposición local de todas las indicaciones.

Debe contar con una interface humano máquina (IHM) formada de una pantalla y botones para acceso a configuración del DEI, alarmas y banderas de operación de cada función, y realizar ajustes de las funciones de protección.

Las leyendas de indicaciones y controles deben ser en español.

Opcionalmente puede contar con indicadores luminosos programables y el espacio para colocar etiquetas de configuración que permitan, por ejemplo: indicar la unidad que produce el disparo (fase o neutro) y si lo hace con retardo de tiempo o instantáneo.

6.39 Modos de Operación

Independientemente de los modos disponibles para operación del DEI tales como protección, ajuste, medición, entre otros, el modo de protección debe tener prioridad sobre los otros, permitiendo que el DEI actúe como tal, al presentarse una condición de falla, aun cuando se encuentre en otro modo de operación, debiendo generar también todas las banderas, indicaciones y registros que identifiquen el tipo de falla.

6.40 Ajustes

6.40.1 Modos de ajuste

Para los DEIs el modo de ajuste debe ser mediante acceso a través de un puerto de comunicaciones en el panel frontal por medio de una unidad de evaluación local o remota conectada al DEI y utilizando el software correspondiente. En este modo se deben visualizar claramente los parámetros que se están ajustando.

Debe contar con memoria no volátil (EEPROM o FLASH EEPROM) para que en caso de pérdida de V c.d. no se pierdan los valores de ajuste.

El DEI debe poder ajustarse a través de la interfase manual humano máquina (IHM) conformada por teclado alfanumérico y pantalla.

El acceso al modo de ajuste debe estar condicionado a un código de seguridad "password" configurable por el usuario.

6.40.2 Grupos de ajustes

El DEI debe contar con un mínimo de 3 grupos de ajustes de protección y lógica, en el que se contemplen todos los parámetros.

La selección del grupo de ajustes debe ser realizada a través del "modo de ajuste", a través del acceso correspondiente; bien sea a través de puerto de comunicaciones o interfase IHM.

El DEI debe ser capaz de identificar el sentido del flujo de corriente en ambos sentidos y de cambiar automáticamente el grupo de ajuste cuando se detecte un cambio en la dirección del flujo para permitir cambio en la coordinación de protecciones.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

6.41 Comunicaciones**6.41.1 Puertos de comunicación**

El Control del restaurador debe contar con puertos de comunicaciones para su configuración, ajuste y explotación de información, mediante una unidad de evaluación (local o remoto).

El equipo debe contar con al menos tres puertos de comunicación, para las siguientes funciones:

- a) Un puerto frontal serial (USB o DB9) o Ethernet (RJ45) para configuración del equipo. Se debe suministrar el cable de configuración con una longitud mínima de 10 metros para la comunicación entre el control del restaurador y la unidad de evaluación.
- b) Tres puertos traseros, considerando un puerto serial (DB9), el segundo Ethernet (RJ45) y el tercero puede ser nativo o por medio de adaptador, para permitir Fibra Óptica (100BASE-FX) o el conector solicitado en las características particulares, para utilizarse como acceso remoto con velocidad configurable de 9600 a 38400 bps con manejo de señales de flujo así como la capacidad de la deshabilitación de esta señales, así mismo debe ser capaz de manejar la comunicación con la unidad central maestra mediante el protocolo DNP3 sobre TCP/IP nivel de implementación 2 y al mismo tiempo el manejo del protocolo estándar IEC 61850 MMS client (solo si se solicita en las características particulares), con capacidad de manejar al menos 2 sesiones simultaneas de DNP sobre TCP/IP a nivel superior con diferente dirección IP.
- c) En algunos de los puertos traseros debe instalarse el adaptador para la comunicación vía inalámbrica.

6.41.2 Programa software de aplicación

El software de aplicación debe estar diseñado para permitir la configuración de las funciones, programación de lógicas, ajuste de las funciones de protección y para permitir la explotación de la información adquirida o generada por el DEI de protección.

El "software" de explotación debe ser compatible con la versión del sistema operativo (SO) "windows" más reciente y por lo menos una versión anterior.

El software propietario para comunicación de acceso local y remoto para configuración y ajustes, así como obtención de registros, debe incluir licencia para uso institucional en CFE y debe ser suministrado por el fabricante.

6.42 Recubrimiento Anticorrosivo y Grado de Protección

El recubrimiento utilizado debe garantizar una vida útil de 10 años mínimo a partir de la puesta en servicio, de color gris claro de acuerdo con las especificaciones, CFE D8510-01 y CFE L0000-15.

El gabinete del control debe estar diseñado y fabricado para operar correctamente de acuerdo con el grado de protección IP46, establecido en la norma IEC 60529.

6.43 Cable de Interconexión

La interconexión entre la unidad de interrupción y el control del restaurador debe hacerse con cable(s) blindado(s) para servicio intemperie de cuando menos 4 m de longitud, con sus accesorios de unión hembra-macho en ambos extremos, tipo enchufe roscable o de caja y en ambos casos con seguro, para evitar falsos contactos en las uniones.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

6.44 Herraje Soporte para Colgar en Poste o Estructura Soporte para Subestación

Deben ser capaces de soportar al equipo y los esfuerzos originados por la operación del mismo y resistentes a la corrosión, pueden ser de acero inoxidable, aluminio, acero galvanizado por inmersión en caliente y acero con recubrimiento anticorrosivo de acuerdo con el inciso 6.42 de esta especificación.

Las tuercas, tornillos, arandelas y abrazaderas deben ser de acero inoxidable o de acero galvanizado por inmersión en caliente de acuerdo con la norma NMX-H-004-SCFI.

7 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Los restauradores conforme a esta especificación deben diseñarse para operar de manera satisfactoria bajo las condiciones normalizadas indicadas en los incisos siguientes.

7.1 Temperatura Ambiente

Debe ser de acuerdo con lo establecido en la Tabla 10 Pruebas de Prototipo del Control del Restaurador.

7.2 Altitud de Operación

Los restauradores deben diseñarse para una altitud de operación de 1 000 m s.n.m.

7.3 Conexión a Tierra del Sistema

Los restauradores deben diseñarse para sistemas sólidamente conectados a tierra.

8 CONDICIONES DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Es política de la CFE, la protección al ambiente, por lo que en todas las actividades que desarrolla, evita o reduce, en la medida de lo posible, los impactos que de ellas resulten, y dentro de las funciones de la Gerencia de Protección Ambiental, está la de asesorar y supervisar las acciones de protección ambiental, encaminadas a evitar, o por lo menos a minimizar los aspectos nocivos al medio ambiente, que puedan causar sus instalaciones, por lo que todas las actividades que generen residuos peligrosos, no peligrosos y aguas residuales, deben cumplir con la normativa ambiental vigente.

9 CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para los restauradores de medio de extinción con cámaras de vacío, éstas deben indicar una nomenclatura que señale la emanación de radiación al estar energizadas y se describa en el instructivo de operación.

En cuanto a los mecanismos de accionamiento, el fabricante en sus instructivos de operación debe precisar las partes importantes y la forma de operación indicando los pasos o etapas que pueden presentar un riesgo para cuando el personal realice labores de instalación o mantenimiento.

10 CONTROL DE CALIDAD

CFE representada por el LAPEM o la persona física o moral que designe, debe verificar que los restauradores cumplan con las pruebas de prototipo, rutina y aceptación contenida en este capítulo.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

10.1 Pruebas Prototipo

Se debe realizar una inspección visual y dimensional y esta debe cumplir con todo lo indicado en esta especificación y en los planos de prototipo aprobados.

10.1.1 Pruebas Prototipo al Restaurador

Las pruebas de prototipo al restaurador completo son las que se indican en la norma IEC 62271-111 y son las siguientes:

TABLA 14 - Pruebas Tecnológicas de prototipo al restaurador

Pruebas dieléctricas al circuito principal
Prueba de descargas parciales
Prueba de capacidad de aguante del control electrónico a transitorios rápidos y onda oscilatoria.
Medición de la resistencia óhmica principal.
Prueba de elevación de temperatura
Prueba mecánica
Pruebas de corriente de aguante al pico y corta duración.
Prueba de Corrientes Críticas ¹
Prueba de maniobra con corrientes de línea y cable en vacío.
Prueba de cierre contra falla.
Pruebas de interrupción de corrientes simétricas (Secuencias de operación básicas)
Prueba para verificar el grado de protección para el tanque o base soporte.
Prueba para verificar el grado de protección del gabinete.
Prueba de corriente mínima de disparo
Prueba de tiempo corriente

NOTA ¹: Esta prueba aplica a equipos que tienen corrientes críticas. Es decir, se asume como corriente crítica si el tiempo de arqueo mínimo en alguna prueba de los ciclos de prueba T20 o T50 es medio ciclo o más grande que el tiempo de arqueo mínimo en las pruebas adyacentes.

Incluyendo la prueba de contaminación a los aislamientos externos e inspección visual y dimensional, de acuerdo con lo siguiente:

10.1.1.1 Prueba de contaminación del aislamiento externo

a) Porcelana

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

El aislamiento de porcelana debe cumplir con la prueba de contaminación artificial de acuerdo con la norma IEC 60507 y a lo indicado en la tabla 1 de esta especificación.

b) Polimérico

El aislamiento polimérico debe cumplir con la prueba de contaminación artificial de acuerdo con la norma IEC 62217 con una duración de 1000 horas para nivel de contaminación media y para niveles de contaminación alta y muy alta; de acuerdo con lo indicado en las tablas 2 y 3 de esta especificación. Además, el material base de este aislamiento debe cumplir con las pruebas:

- c)** Plano inclinado se debe realizar de acuerdo con la IEC 60587, con un valor de prueba de 4.5 KV para nivel de contaminación media con una duración de 6 horas y 6 KV para nivel de contaminación alta y muy alta con un tiempo de prueba de 6 horas.
- d)** Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), con el fin de obtener un análisis químico del material del cual está fabricada la boquilla (De acuerdo con la metodología descrita en el Apéndice B), por lo que constituye la “Huella Digital” del material polimérico.

10.1.1.2 Aislamiento sólido

El aislamiento sólido debe cumplir con la prueba de contaminación artificial de acuerdo con la norma IEC 62217 con una duración de 1 000 horas para nivel de contaminación media y de 5000 horas para niveles de contaminación alta y muy alta; de acuerdo con lo indicado en las tablas 2 y 3 de esta especificación. Además, el material base del aislamiento sólido debe cumplir con las pruebas:

- a)** Plano inclinado de acuerdo con la IEC 60587, con un valor de prueba de 4.5 KV para nivel de contaminación media con una duración de 6 horas y 6 KV para nivel de contaminación alta y muy alta con un tiempo de prueba de 6 horas.
- b)** Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), con el fin de obtener un análisis químico del material del cual está fabricada la boquilla (De acuerdo con la metodología descrita en el Apéndice B), por lo que constituye la “Huella Digital” del material polimérico. Esta prueba debe realizada por LAPEM u otro laboratorio reconocido de acuerdo a lo indicado a la PK-3000-01.

NOTA 1: El resultado de las pruebas FTIR deben ser parte de la documentación de las pruebas prototipo para poder consultarse posteriormente.

10.1.1.3 Combinado sólido con capuchón polimérico

El aislamiento sólido con capuchón polimérico debe cumplir con la prueba de contaminación artificial de acuerdo con la norma IEC 62217 con una duración de 1 000 horas para nivel de contaminación media y de 5 000 horas para niveles de contaminación alta y muy alta; de acuerdo con lo indicado en las tablas 2 y 3 de esta especificación. La prueba se debe realizar considerando el conjunto de capuchón y el aislamiento sólido, como va estar operando el equipo en campo.

Además, el material base del aislamiento sólido y del capuchón polimérico deben cumplir con las siguientes pruebas de forma independiente:

- a)** Plano inclinado de acuerdo con la IEC 60587, con un valor de prueba de 4.5 KV para nivel de contaminación media con una duración de 6 horas y 6 KV para nivel de contaminación alta y muy alta con un tiempo de prueba de 6 horas.
- b)** Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), con el fin de obtener la caracterización del material del cual está fabricado el aislamiento solido (De acuerdo con la

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

metodología descrita en el Apéndice B)

NOTA 1: En caso de que se utilicen más de un material como aislamiento externo se deben realizar las pruebas indicadas a cada tipo de material aislante.

2: El resultado de las pruebas FTIR deben ser parte de la documentación de las pruebas prototipo para poder consultarse posteriormente.

10.1.2 Pruebas Prototipo al Control del Restaurador y la Tarjeta Controladora

10.1.2.1 Pruebas Tecnológicas al control del restaurador y la tarjeta controladora son las indicadas en la tabla 10.

En el caso de los restauradores con actuadores magnéticos, se deben realizar las pruebas prototipo de acuerdo con la tabla 10 a la tarjeta controladora de la unidad de alta tensión para verificar su comportamiento.

TABLA 15 - Pruebas Tecnológicas de prototipo del control del restaurador y la tarjeta controladora

PRUEBA		NORMAS Y/O ESPECIFICACIONES	NIVEL DE SEVERIDAD REQUERIDO
Ambientales	1	temperatura IEC 60068-2-1 (baja) IEC 60068-2-2 (alta)	- 5 °C 16 h +70 °C 16 h
	2	Temperatura y humedad IEC 60068-2-30	+ 55 °C 1 ciclos
Mecánicas	3	Vibración IEC 60255-21-1	Respuesta a la vibración: clase 1
Compatibilidad electromagnética	4	Onda oscilatoria Amortiguada IEC 61000-4-18	Oscilación lenta: Nivel 3
	5	Transitorios rápidos IEC 61000-4-4	Nivel 4
	6	Inmunidad a campos electromagnéticos radiados IEC 61000-4-3	Nivel 3
	7	Interrupciones y caídas de tensión IEC 61000-4-29	Interrupciones: 0 % durante 5 s Caídas: 40 % durante 100 ms 70% durante 100 ms
	8	Descargas Electrostáticas IEC 61000-4-2	Nivel4
Funcionalidades en estado estable	9	Función principal y opcionales Esta especificación y/o especificación del fabricante (véase Apéndice C)	Los valores indicados en esta especificación
Pruebas paramétricas	10	Fuentes de alimentación, tiempos de respuesta, capacidad de corriente y térmica de contactos Esta especificación, especificación del fabricante (véase Apéndice C)	Los valores indicados en esta especificación
Características de construcción	11	Cantidad de E/S, puertos, dimensiones, color, placa de datos Esta especificación	Los indicados en esta especificación

Continua...

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

Continuación...

Documentación	12	Índices estadísticos de confiabilidad, MTBF, MTTR,	Especificaciones del fabricante	-----
	13	Manual técnico	Especificación CFE L1000-32 y/o archivo electrónico en formato de datos portable (pdf)	-----
	14	"Firmware", "software" y "hardware"	Especificación del fabricante	Carta del proveedor d onde mencione la versión del "firmware" y "hardware" del registrador y "software" de explotación

10.1.2.2 Pruebas funcionales al control del restaurador

- a) Registro secuencial de eventos.
- b) Registro de fallas.
- c) Verificación de niveles de seguridad.
- d) Verificación de acceso local y remoto.
- e) Verificación de puerto de configuración local.
- f) Verificación de ajustes en memoria no volátil.
- g) Verificación de autodiagnóstico.
- h) Verificación de puertos de comunicación.
- i) Verificación de programa de aplicación en Windows 7.
- j) Funciones a nivel superior, verificación del protocolo DNP3.
- k) Funciones a nivel superior, verificación del protocolo IEC 61850.
- l) Panel frontal de control/interface con el usuario.
- m) Numero de contactos de salida.

10.1.2.3 Pruebas funcionales de protección al control del restaurador

- a) PR-50, sobrecorriente de fase instantánea.
- b) PR-51, sobrecorriente fase de tiempo inverso.
- c) PR-50N, sobrecorriente neutro instantáneo.

- d) PR- 51N, sobrecorriente de neutro de tiempo inverso.
- e) PR-67, sobrecorriente direccional de fases.
- f) PR-67N, sobrecorriente direccional de neutro.
- g) PR-79, recierre automático.
- h) PR-81, baja frecuencia.
- i) PR-27, bajo voltaje.
- j) PR-59, alto voltaje.
- k) Localizador de Fallas.
- l) PR-46, Protección instantánea de sobrecorriente de secuencia negativa.
- m) PR-46, Protección de sobrecorriente de secuencia negativa de tiempo inverso (46).
- n) PR-25, Verificación de sincronismo.

NOTA: Estas funciones se deben evaluar respecto a la especificación CFE G0000-81.

10.1.2.4 Funciones de medición al control del restaurador

- a) Medición instantánea de variables eléctricas.
- b) En caso de contar con señales de tensión de tener mediciones de potencia y energía.
- c) Medición de frecuencia.
- d) Medición de la Tensión de corriente directa.
- e) Verificación de las mediciones a nivel superior.
- f) Verificación del error máximo en la medición del 1 %.

10.1.2.5 Verificación de Fuente de alimentación principal y respaldo al control del restaurador

- a) Operación a 127 V c.a. o 220 V c.a. o 125 V c.d. con tolerancia de ± 15 % del valor nominal.
- b) Función de autoprueba de batería para evaluar el nivel de retención de carga de la batería.
- c) Funcionar como cargador de baterías apropiado al tipo de estas, monitoreando los niveles de carga y descarga de la misma.
- d) Valorar los niveles de tensión de alimentación para que, en caso de baja tensión o alta tensión, se proteja la carga mediante la desconexión de la alimentación principal y se conmute para operar las baterías de respaldo.
- e) Al faltar la alimentación principal, además de alarmar en el panel frontal de control, a nivel superior y de generar eventos, deben conmutarse para que la fuente de alimentación tome la energía de las baterías de respaldo, esto debe poner también la señalización de "Modo Batería" en el panel frontal, a nivel superior y la correspondiente generación del evento.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- f) Prueba de batería cada 24 h, y comprobar que ésta es capaz de proporcionarle una autonomía de 30 min al control y sus accesorios. Esta acción debe ser habilitada o deshabilitada mediante nivel superior y software de configuración y explotación.
- g) Durante la prueba de batería, si la fuente de alimentación detecta que la carga que proporciona la batería no fuera adecuada para los niveles de operación de la carga demandada por el control, entonces la fuente de alimentación debe conmutarse a la alimentación principal, aún y cuando no se hubiera completado el tiempo de 30 min de prueba. Esta acción debe generar la indicación de alarma correspondiente en el panel frontal y a nivel superior, así como el procesamiento del evento en el control.
- h) En caso de faltar la alimentación principal a la fuente de alimentación, ésta debe alarmar al panel frontal, a nivel superior y generar el evento interno en el control.
- i) Cuando el control opere en “Modo Batería” y falle la alimentación principal, la fuente de alimentación debe continuar alimentando al control con la batería hasta llegar a un nivel que garantice la seguridad en la información y procesamiento de las funciones principales del control. Cuando ya no se pueda garantizar esta seguridad, la fuente de alimentación debe desconectarse del suministro de la batería para no agotarla, apagando el equipo. Al restablecerse la alimentación principal, el control debe continuar operando normalmente.
- j) Verificación de autonomía de la alimentación de respaldo de 0.5 hora con interrogaciones de 2 veces por minuto a nivel superior con cuatro ciclos de apertura-cierre a los minutos 10, 15, 20 y 25.

10.2 Pruebas de Rutina

10.2.1 Pruebas de Rutina del Restaurador

Las debe realizar el fabricante en sus instalaciones al 100 % de los restauradores y cumplir con lo indicado en la norma IEC 62271-111, incluyendo la prueba de resistencia de contactos del circuito principal. Junto con el instructivo de operación y mantenimiento de cada restaurador se anexa una copia del reporte de pruebas de rutina, alojado en el gabinete del control. El reporte debe contener como mínimo el resultado de las pruebas de rutina siguientes:

- a) Prueba de aguante dieléctricas, un minuto en seco a frecuencia industrial (60 Hz).
- b) Pruebas a los accesorios, dispositivos de control y alambrado secundario.
- c) Medición de la resistencia óhmica del circuito principal.
- d) Prueba de hermeticidad para fabricantes que apliquen (gas SF6 convencional), los que tengan tecnología de polo embebido en resina HCEP quedan exentos de esta prueba.
- e) Calibración de recierres y disparos de sobre corriente.
- f) Prueba de descargas parciales (solo para aislamiento sólido).
- g) Prueba de operación mecánica sin carga.

10.2.2 Pruebas de Rutina al Control Electrónico

Previo a las pruebas de aceptación el fabricante debe realizar pruebas de rutina al 100% de los equipos a suministrar para comprobar el cumplimiento con la presente especificación.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

10.3 Pruebas de Aceptación**10.3.1 Pruebas de Aceptación al restaurador**

Son las mismas pruebas que las de rutina además de la inspección visual y dimensional contra el plano prototipo aprobado por la Gerencia de Proyectos y Construcción de la Coordinación de Distribución siendo la EP's CFE Distribución, además el fabricante debe mostrar evidencias del control de calidad de lo siguiente:

- a) Aislamiento externo (pruebas de contaminación o "tracking" y erosión).
- b) TC's y/o sensores.
- c) calidad del gas SF₆ (cuando aplique).

10.3.2 Pruebas al Control del Restaurador**10.3.2.1 Pruebas funcionales al control del restaurador**

- a) Registro secuencial de eventos.
- b) Registro de fallas.
- c) Verificación de niveles de seguridad.
- d) Verificación de acceso local y remoto.
- e) Verificación de puerto de configuración local.
- f) Verificación de ajustes en memoria no volátil.
- g) Verificación de autodiagnóstico.
- h) Verificación de puertos de comunicación.
- i) Verificación de programa de aplicación en Windows 7.
- j) Funciones a nivel superior, verificación del protocolo DNP3.
- k) Funciones a nivel superior, verificación del protocolo IEC 61850.
- l) Panel frontal de control/interface con el usuario.
- m) Numero de contactos de salida.

10.3.2.2 Pruebas funcionales de protección al control del restaurador

- a) PR-50, sobrecorriente de fase instantánea.
- b) PR-51, sobrecorriente fase de tiempo inverso.
- c) PR-50N, sobrecorriente neutro instantáneo.
- d) PR- 51N, sobrecorriente de neutro de tiempo inverso.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- e) PR-67, sobrecorriente direccional de fases.
- f) PR-67N, sobrecorriente direccional de neutro.
- g) PR-79, recierre automático.
- h) PR-81, baja frecuencia.
- i) PR-27, bajo voltaje.
- j) PR-59, alto voltaje.
- k) Localizador de Fallas.
- l) PR-46, Protección instantánea de sobrecorriente de secuencia negativa.
- m) PR-46, Protección de sobrecorriente de secuencia negativa de tiempo inverso (46).
- n) PR-25, Verificación de sincronismo.

NOTA: Estas funciones se deben evaluar respecto a la especificación CFE G0000-81.

10.3.2.3 Funciones de medición al control del restaurador

- a) Medición instantánea de variables eléctricas.
- b) Medición de frecuencia.
- c) Medición de la Tensión de corriente directa.
- d) Verificación de las mediciones a nivel superior.
- e) Verificación del error máximo en la medición del 1 %.

10.3.2.4 Verificación de Fuente de alimentación principal y respaldo al control del restaurador

- a) Operación a 127 V c.a. o 220 V c.a. o 125 V c.d. con tolerancia de ± 15 % del valor nominal.
- b) Función de autoprueba de batería para evaluar el nivel de retención de carga de la batería.
- c) Funcionar como cargador de baterías apropiado al tipo de estas, monitoreando los niveles de carga y descarga de la misma.
- d) Valorar los niveles de tensión de alimentación para que, en caso de baja tensión o alta tensión, se proteja la carga mediante la desconexión de la alimentación principal y se conmute para operar las baterías de respaldo.
- e) Al faltar la alimentación principal, además de alarmar en el panel frontal de control, a nivel superior y de generar eventos, deben conmutarse para que la fuente de alimentación tome la energía de las baterías de respaldo, esto debe poner también la señalización de "Modo Batería" en el panel frontal, a nivel superior y la correspondiente generación del evento.
- f) Prueba de batería cada 24 h, y comprobar que ésta es capaz de proporcionarle una autonomía de 30 min al control y sus accesorios. Esta acción debe ser habilitada o deshabilitada mediante nivel superior y software de configuración y explotación.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- g) Durante la prueba de batería, si la fuente de alimentación detecta que la carga que proporciona la batería no fuera adecuada para los niveles de operación de la carga demandada por el control, entonces la fuente de alimentación debe conmutarse a la alimentación principal, aún y cuando no se hubiera completado el tiempo de 30 min de prueba. Esta acción debe generar la indicación de alarma correspondiente en el panel frontal y a nivel superior, así como el procesamiento del evento en el control.
- h) En caso de faltar la alimentación principal a la fuente de alimentación, ésta debe alarmar al panel frontal, a nivel superior y generar el evento interno en el control.
- i) Cuando el control opere en “Modo Batería” y falle la alimentación principal, la fuente de alimentación debe continuar alimentando al control con la batería hasta llegar a un nivel que garantice la seguridad en la información y procesamiento de las funciones principales del control. Cuando ya no se pueda garantizar esta seguridad, la fuente de alimentación debe desconectarse del suministro de la batería para no agotarla, apagando el equipo. Al restablecerse la alimentación principal, el control debe continuar operando normalmente.
- j) Verificación de autonomía de la alimentación de respaldo de 0.5 hora con interrogaciones de 2 veces por minuto a nivel superior con cuatro ciclos de apertura-cierre a los minutos 10, 15, 20 y 25.

10.4 Criterio de Aceptación o Rechazo

Cualquier resultado no satisfactorio en alguna de las pruebas de aceptación y/o rutina o cualquier no cumplimiento con lo indicado en esta especificación es motivo de rechazo del suministro.

10.5 Pruebas de Verificación de los Materiales Aislantes Externos Base

Se debe de realizar una verificación periódica (cada 2 años) con las pruebas de plano inclinado y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier al material aislante externo base del prototipo con muestras proporcionadas por el fabricante o en su caso estas deberán realizarse cuando se presente algún cambio en la formulación del material aislante externo .

Así mismo, en caso de falla en campo a causa del aislamiento externo esta verificación se hará de inmediato y se deberá resarcir el daño en un periodo no mayor al plazo de entrega establecido en el contrato. En caso de no hacerlo, CFE puede cancelar la constancia de aceptación de prototipo.

10.5.1 Prueba de Plano inclinado

Para la verificación periódica de la prueba, el proveedor suministrará las probetas necesarias para realizar dicha prueba de acuerdo con la metodología plasmada en el numeral 10.1.1. El proveedor definirá el lugar en donde se realizarán las pruebas, con atestiguamiento por personal de CFE, cubriendo los gastos que se generen de las mismas.

10.5.2 Prueba de FTIR

La toma de muestras para la verificación periódica de la prueba, se realizará invariablemente en todo aquel proceso de concurso vigente previo a la recepción de los equipos, en coparticipación CFE-Proveedor y el proveedor definirá el lugar en donde se realizarán las pruebas, con atestiguamiento por personal de CFE, cubriendo los gastos que se generen de las mismas; en su caso se podrá considerar algún equipo nuevo que se ubique en los almacenes de las diferentes áreas de CFE, por lo que el equipo que se seleccione para obtener las muestras para verificación, debe ser repuesto por el proveedor

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

10.5.3 Criterios de aplicación

El área usuaria se reserva el derecho de solicitar que esta verificación este vigente al momento de cualquier proceso del concurso.

En caso de no obtenerse resultados satisfactorios en alguna de las pruebas indicadas en los numerales 10.5.1 y 10.5.2 el proveedor se verá obligado a realizar nuevamente todo el tren de pruebas contemplados en esta especificación para el nuevo prototipo

Si ya cuenta con su verificación vigente al momento del acto de presentación y apertura de propuestas en el concurso se puede omitir los numerales 10.5.1 y 10.5.2

11 MARCADO

Las placas de datos de la unidad de interrupción y del control del restaurador, deben ser de acero inoxidable colocados en el exterior del tanque o base soporte y del gabinete de control por medio de puntos de soldadura o remaches sobre una porta placas. No se aceptan placas con tornillos.

El marcado de la placa debe ser en español y conforme al sistema general de unidades de medida (NOM-008-SCFI) en bajo relieve, no se acepta el de tipo por golpe, excepto en el número de serie, año de fabricación y número de contrato.

Las placas deben contener la siguiente información:

11.1 Placa de Datos de la Unidad de Interrupción

- a) Siglas CFE.
- b) Nombre del equipo.
- c) Marca.
- d) Modelo.
- e) Número serie.
- f) Año de fabricación.
- g) Frecuencia nominal en (Hz).
- h) Tensión nominal máxima (kv).
- i) Corriente nominal de operación (A).
- j) Corriente de interrupción simétrica nominal (ka).
- k) Nivel básico de aislamiento al impulso (kv).
- l) Medio de extinción.
- m) Presión de operación del SF₆ (kpa) cuando aplique.
- n) Masa del equipo (kg).
- o) Número de contrato CFE.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- p) Número de la especificación CFE.
- q) Número del instructivo de operación.

11.2 Placa de Datos del Control del Restaurador

- a) Siglas CFE.
- b) Nombre del equipo.
- c) Marca.
- d) Modelo.
- e) Número serie.
- f) Tensión nominal de alimentación del control (V).
- g) Modelo y versión del DEI.
- h) Año de fabricación.
- i) Número contrato CFE.
- j) Masa (kg).
- k) Número de la especificación CFE.
- l) Número del instructivo de operación.

12 EMPAQUE, EMBALAJE, EMBARQUE, TRANSPORTE, DESCARGA, RECEPCIÓN, ALMACENAJE Y MANEJO

Debe ser por pieza y suficientemente rígido para proteger al equipo y presentar la resistencia necesaria para soportar un manejo rudo, tanto en el transporte como en los movimientos de almacén. El conjunto debe ser montado sobre una tarima de madera que sobresalga un mínimo de 10 cm sobre la proyección vertical del aislamiento externo más un guacal para protección de todas las boquillas (si utiliza) o totalmente protegido por un guacal o caja de madera (en éste último caso con 50 mm sobre la proyección vertical es suficiente); debidamente flejado en cualquiera de los casos para evitar el movimiento independiente del equipo. En el empaque debe indicarse la forma de manejo para evitar deterioros y marcar en forma visible lo siguiente:

- a) Siglas CFE.
- b) Contenido.
- c) Tipo / modelo.
- d) Tensión nominal en (kV).
- e) Corriente nominal en (A).
- f) Masa en (kg).

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- g) Destino.
- h) Número de contrato.
- i) Puntos de izaje.

El equipo principal y componentes deben suministrarse completos en un solo contenedor, se debe incluir un instructivo en español, debidamente protegido contra humedad. A demás se debe cumplir con la especificación CFE-L1000-11

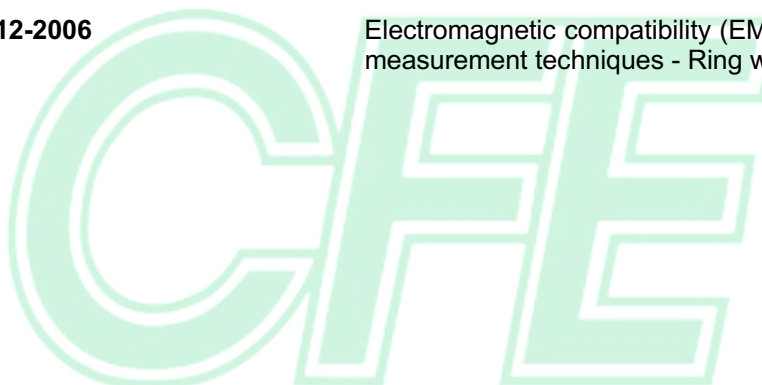
13 BIBLIOGRAFÍA

IEC 61000-4-11-2004

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests.

IEC 61000-4-12-2006

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-12: Testing and measurement techniques - Ring wave immunity test.



APÉNDICE A
(Normativo)

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A.1 GENERALIDADES

El concursante debe proporcionar a la CFE los datos que se solicitan en este resumen, utilizando los espacios previstos y en las unidades que se indican en cada caso.

Cuestionario técnico	Solicitado por CFE	Ofrecido por el concursante	Número de página de referencia de su propuesta técnica en el que se pueda certificar su ofrecimiento
Concepto			
Marca			
Servicio			
Fases			
Control con disparo de fases			
Control con disparo de tierra			
Medio de interrupción			
Aislamiento Interno			
Aislamiento Externo			
Corriente mínima de disparo de fase (A)			
Corriente mínima de disparo a tierra (A)			
Operación			
Número de operaciones de disparo			
Secuencia programada rápidas y lentas			
Tensión auxiliar			
Temperatura ambiente			
Altitud de operación			
Tensión máxima de diseño (kV)			
Nivel básico de aislamiento al impulso (kV)			
Tensión aplicada 60 Hz en seco 1 minuto (kV)			
Tensión aplicada 60 Hz en húmedo 10 s (kV)			
Capacidad interruptiva simétrica eficaz, a tensión nominal (A)			
Corriente nominal del restaurador (A)			
Masa en (kg)			
Tipo de mecanismo de cierre			
Tensión de la bobina o dispositivo de cierre			
Tipo de dispositivo de apertura			
Tensión del disparo de apertura			
Cuenta con bloqueo de recierre			
Tipo de mecanismo o dispositivo de bloqueo de recierre			

Continúa...

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

Continuación...

Componentes			
Indicador de posición muestre las posiciones de los contactos del restaurador			
Sección transversal conector para conexión a tierra			
Intervalo de los conectadores del lado alimentación y carga			
Indicador de presión			
Contador de operaciones			
Medio de sujeción para izar			
Indicador visual mecánico			
Dispositivos para apertura y cierre, local y remoto			
Dispositivo mecánico para apertura y cierre local			
Interruptor exterior para apertura			
Control microprocesado			
Tiene pruebas prototipo			
Marca			
Tipo			
Modelo			
Alimentación del control microprocesado			
Longitud del cable de control (m)			
Cumple con todas las funciones indicadas en el punto 6.6			
Gabinete			
Material del gabinete			
Material de las tuercas, tornillos, arandelas y abrazaderas			
Batería			
Tipo de batería			
Marca			
Tensión			
Ampere - horas			
Vida útil de la batería en años			
TC's			
Tienen pruebas prototipo			
Están integrados al equipo			
Marca			
Tipo			
Modelo			
Corriente primaria			
Corriente secundaria			
Aislamiento externo			
Material			
Nivel de contaminación			
Conductor semiaislado o manga aislante			
Material de los protectores aislantes			
Vida útil del aislamiento			

Continua...

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

RESTAURADORES	ESPECIFICACIÓN CFE VH000-11
----------------------	--

Continuación...

LAPEM			
Tiene certificado de la Gerencia del LAPEM el producto			
Número de certificado del LAPEM			
Fecha de la vigencia del certificado del LAPEM			



**APÉNDICE B
(Normativo)****CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL AISLANTE UTILIZANDO ESPECTROSCOPIA INFRARROJA POR TRANSFORMADA DE FOURIER MEDIANTE REFLECTANCIA TOTAL ATENUADA (FTIR-ATR)**

La espectroscopia infrarroja es el estudio de las interacciones de la luz o radiación electromagnética de la relación Infrarroja con átomos o moléculas.

El espectro IR es el resultado de la absorción de energía infrarroja por átomos o moléculas, la cual será posible cuando exista un cambio en el momento dipolar durante la vibración normal.

La química del hule varía ampliamente en sus propiedades químicas y físicas.

Mediante el uso de un procedimiento específico de la muestra y condiciones operacionales, un espectrofotómetro dado puede proporcionar una curva de absorción que es característica de los compuestos químicos del hule silicón o de la mezcla bajo investigación.

La habilidad para superponer el espectro infrarrojo de la muestra de ensayo en la de una muestra de referencia, obtenidas bajo las mismas condiciones, es evidente que las dos sean idénticas.

La presencia de las bandas de absorción adicionales en cualquiera de las pruebas ensayo o de referencia indica la presencia de uno o más componentes adicionales.

1. Procedimiento de prueba.

Para realizar esta prueba se requiere un Espectrómetro de Infrarrojo por Transformada de Fourier de calidad de uso comercial y del conocimiento de las especificaciones normativas del fabricante.

Las condiciones ambientales de la prueba son las que recomiende el fabricante del equipo con el fin de evitar interferencia en los resultados.

La prueba se lleva a cabo mediante reflectancia total atenuada (ATR) la cual opera en una región espectral que va de los 4 000 cm^{-1} a 600 cm^{-1} .

Especímenes de prueba

Se corta una muestra del material de la envolvente de forma cuadrada, de aproximadamente 1 cm^3 de tal forma que al colocar la muestra en el diamante del ATR cubra dicha superficie para realizar un satisfactorio análisis.

Procedimiento

Verificar que el tamaño y limpieza de la muestra sea el adecuado para su análisis. Sin colocar la muestra en el instrumento, realizar un espectro de fondo, con la finalidad de realizar correcciones del instrumento si fuese necesario.

Posteriormente colocar la muestra en la parte superior de plato donde se localiza el cristal con alto índice refractivo y cerciorarse que la superficie del equipo se encuentre limpia.

Aplicar la presión adecuada indicada en el manual del equipo e iniciar el análisis.

Al finalizar la prueba se obtiene un espectro el cual se registra y grafica para su posterior análisis figura 1.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

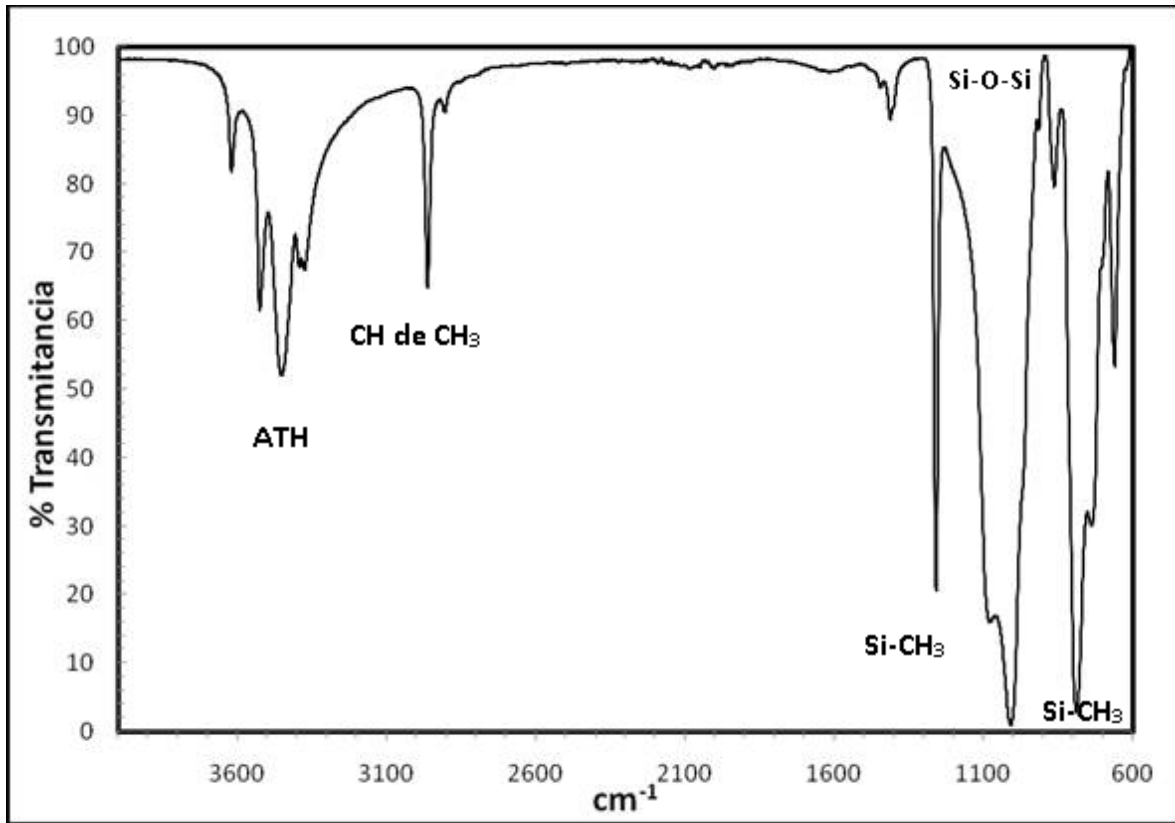


Figura 1. Espectro IR del Hule Silicon con ATR (ilustrativa)

2. Criterio de aceptación.

El espécimen bajo prueba debe presentar las absorciones características del hule silicón indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1 Absorciones características del hule silicón

Grupos Funcionales	Numero de Onda (cm ⁻¹)
Enlace Al-OH	3700-3350, 800-700
Estiramiento CH de CH ₃	2960-2905
Deformación asimétrica CH ₃ de Si- CH ₃	1470-1380
Deformación simétrica CH ₃ de Si- CH ₃	1275-1245
Si-O-Si	1130-1000
Estiramiento Si-C y Oscilación CH ₃	855-760

En caso de que esta prueba se efectúe durante la etapa de pruebas de prototipo, se realizará un reporte de prueba con una gráfica similar a la mostrada en la figura 1, el cual quedará como referencia.

Cuando esta prueba se efectúe durante la etapa de pruebas de aceptación, se realizará un reporte de prueba con una gráfica similar a la mostrada en la figura 1 y se comparará con la gráfica obtenida durante las pruebas de prototipo.

En este caso la prueba se considerará como satisfactoria si los valores de los grupos funcionales se encuentran dentro del rango indicado en la TABLA 1 y no existe una variación entre los espectros de ambos reportes mayor a 2% en comparación o 0.02 de correlación.



APÉNDICE C

PRUEBAS PARAMÉTRICAS Y PRUEBAS FUNCIONALES DEL CONTROL DEL RESTAURADOR Y LA TARJETA CONTROLADORA COMO PRUEBAS PROTOTIPO

C.1 ENTRADAS ANALÓGICAS

- a) Verificar capacidad térmica 2 x In Permanente y 50 x In por 1s.
- b) Característica lineal de hasta 20 veces la In.
- c) Burden máximo de 1 VA a la corriente nominal.

C.2 SALIDAS DE DISPARO

- a) La capacidad de corriente de los contactos de disparo debe ser como mínimo de 5 A de corriente directa continuos y soportar 30 A por 200 ms.
- b) La capacidad interruptiva debe ser mínimo de 25 VA inductivos con una constante de tiempo (L/R) de 40 ms a 125 V c.d.

C.3 FUNCIONES DE PROTECCIÓN

- a) PR-50, sobrecorriente de fase instantánea.
- b) PR-51, sobrecorriente fase de tiempo inverso.
- c) PR-50N, sobrecorriente neutro instantáneo.
- d) PR- 51N, sobrecorriente de neutro de tiempo inverso.
- e) PR-67, sobrecorriente direccional de fases.
- f) PR-67N, sobrecorriente direccional de neutro.
- g) PR-79, recierre automático.
- h) PR-81, baja frecuencia.
- i) PR-27, bajo voltaje.
- j) PR-59, alto voltaje.
- k) Localizador de Fallas.
- l) PR-46, Protección instantánea de sobrecorriente de secuencia negativa (en caso de contar).
- m) PR-46, Protección de sobrecorriente de secuencia negativa de tiempo inverso (46) (en caso de contar).
- n) PR-25, Verificación de sincronismo (en caso de contar).

NOTA: Estas funciones se deben evaluar respecto a la especificación CFE G0000-81.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

C.4 PRUEBAS FUNCIONALES

- a) Registro secuencial de eventos.
- b) Registro de fallas.
- c) Verificación de niveles de seguridad.
- d) Verificación de acceso local y remoto.
- e) Verificación de puerto de configuración local.
- f) Verificación de ajustes en memoria no volátil.
- g) Verificación de autodiagnóstico.
- h) Verificación de puertos de comunicación.
- i) Verificación de programa de aplicación en Windows 7.
- j) Verificación del protocolo de comunicaciones a nivel superior DNP3.
- k) Panel frontal de control/interface con el usuario.
- l) Numero de contactos de salida.

C.5 FUNCIONES DE CONTROL

- a) Indicaciones
 - Estado del restaurador.
 - Estado del recierre.
 - Estado del disparo de tierra.
 - Estado del modo de operación (local o remoto).
 - Protección en operación (principal o alternativa).
 - Posición de disparo definitivo (lockout).
 - Control en modo batería.
 - Control listo.
 - Control operado.
 - Estado del automatismo.
- b) Mandos
 - Selector de mando del restaurador (cerrado / abierto).

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

- Selector del recierre (desbloqueado o habilitado / bloqueado o inhabilitado).
- Selector del disparo de tierra (desbloqueado o habilitado / bloqueado o inhabilitado).
- Selector de operación local/remoto.
- Selector de protección principal/alternativa.
- Selector de automatismo (habilitar/deshabilitar).

c) Alarmas

- Operación de la función de protección 50 por fase y por neutro.
- Operación de la función de protección 51 por fase y por neutro.
- Operación de la función de protección 79.
- Operación de la función de protección 67.
- Operación de la función de protección 81.
- Restaurador bloqueado.
- Falla de batería.
- Autodiagnóstico.
- Sobrecorriente instantáneo.
- Sobrecorriente de tiempo.
- Sobrecorriente de neutro instantáneo.
- Sobrecorriente de neutro de tiempo.

C.6 FUNCIONES DE MEDICIÓN

- a)** Medición instantánea de variables eléctricas.
- b)** En caso de contar con señales de tensión de tener mediciones de potencia y energía.
- c)** Medición de frecuencia.
- d)** Medición de la Tensión de corriente directa.
- e)** Verificación de las mediciones a nivel superior.
- f)** Verificación del error máximo en la medición del 1 %.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

C.7 Verificación de Fuente de alimentación principal y respaldo

- a) Operación a 127 V c.a. ó 220 V c.a. ó 125 V c.d. con tolerancia de $\pm 15\%$ del valor nominal.
- b) Función de autoprueba de batería para evaluar el nivel de retención de carga de la batería.
- c) Funcionar como cargador de baterías apropiado al tipo de estas, monitoreando los niveles de carga y descarga de la misma.
- d) Valorar los niveles de tensión de alimentación para que, en caso de baja tensión o alta tensión, se proteja la carga mediante la desconexión de la alimentación principal y se conmute para operar las baterías de respaldo.
- e) Al faltar la alimentación principal, además de alarmar en el panel frontal de control, a nivel superior y de generar eventos, deben conmutarse para que la fuente de alimentación tome la energía de las baterías de respaldo, esto debe poner también la señalización de "Modo Batería" en el panel frontal, a nivel superior y la correspondiente generación del evento.
- f) Prueba de batería cada 24 h, y comprobar que ésta es capaz de proporcionarle una autonomía de 30 min al control y sus accesorios. Esta acción debe ser habilitada o deshabilitada a nivel superior y software de configuración y explotación.
- g) Durante la prueba de batería, si la fuente de alimentación detecta que la carga que proporciona la batería no fuera adecuada para los niveles de operación de la carga demandada por el control, entonces la fuente de alimentación debe conmutarse a la alimentación principal, aún y cuando no se hubiera completado el tiempo de 30 min de prueba. Esta acción debe generar la indicación de alarma correspondiente en el panel frontal y a nivel superior, así como el procesamiento del evento en el control.
- h) En caso de faltar la alimentación principal a la fuente de alimentación, ésta debe alarmar al panel frontal, a nivel superior y generar el evento interno en el control.
- i) Cuando el control opere en "Modo Batería" y falle la alimentación principal, la fuente de alimentación debe continuar alimentando al control con la batería hasta llegar a un nivel que garantice la seguridad en la información y procesamiento de las funciones principales del control. Cuando ya no se pueda garantizar esta seguridad, la fuente de alimentación debe desconectarse del suministro de la batería para no agotarla, apagando el equipo. Al restablecerse la alimentación principal, el control debe continuar operando normalmente.
- j) Verificar la protección contra sobrecarga, corto circuito y contra transitorios en circuitos auxiliares.
- k) Verificación de autonomía de la alimentación de respaldo de 0.5 hora con interrogaciones de 2 veces por minuto a nivel superior con cuatro ciclos de apertura-cierre a los minutos 10, 15, 20 y 25.

**APÉNDICE D
(Normativo)****REQUERIMIENTOS PARA LA PRESENTACIÓN DE PLANOS**

Antes de proceder a la fabricación del prototipo de restauradores, el proveedor debe entregar a la Gerencia de Proyectos y Construcción de la Coordinación de Distribución siendo la EP's CFE Distribución, un juego de los siguientes planos; Restaurador, Unidad de Interrupción y Gabinete del control del restaurador, para su revisión y aprobación, de acuerdo al procedimiento PE K3000-001 "Procedimiento técnico para la aceptación de prototipo de bienes"

- a) Vistas Generales de Arreglo Externo e Interno.
- b) Vistas Generales de Montaje y componentes.
- c) Gabinete del control del restaurador y Diagramas esquemáticos.
- d) Plano de empaque y embalaje.
- e) Plano de componentes.
- f) Placa de Datos.

Los planos deben cumplir con lo descrito en esta especificación.

El hecho de aprobar los planos no exime al proveedor de la responsabilidad y obligación de corregir cualquier defecto o deficiencia que signifique peligro o mal funcionamiento y que no hubiera sido notado en la revisión de planos.

Es requisito indispensable que el proveedor presente planos para la autorización por parte de CFE, los cuales deben incluir como mínimo la siguiente información y estar elaborados en hojas tamaño doble carta:

Planos, dimensionando las partes principales del producto, en sus vistas de; "planta", "frontal (elevación)", "lateral" e "inferior", con acotaciones en mm y no necesariamente a escala.

Lista de partes componentes, referenciando el número del concepto para identificación en el plano, señalando la cantidad de piezas, descripción del concepto e indicando además la marca, el número de catálogo y el número de esta especificación CFE. Cuando el concepto sea un elemento de operación eléctrica, indicar por separado en el mismo plano, en forma de tabla las características eléctricas principales y dibujar el detalle correspondiente.

Toda la información debe estar en idioma español, con unidades de medida del Sistema Internacional de Unidades NOM-008.

Los planos deben tener en el cuadro de referencias como mínimo, el nombre del producto con las características nominales principales, marca, modelo, tipo, No. de catálogo del proveedor y cuando se trate de prototipo indicar el número de especificación CFE, así como las firmas de los funcionarios correspondientes del proveedor; fechas de autorización. Inmediatamente arriba de este cuadro, debe agregarse el sello para firmas de satisfactorios.

Placas de datos; Las placas de datos de la unidad de interrupción y del control del restaurador.

Planos de embalaje; debe cumplir con lo indicando en el numeral 12 de esta especificación.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

RESTAURADORES	ESPECIFICACIÓN CFE VH000-11
----------------------	--

**ANEXO E
(Informativo)**

DESCRIPCIONES VALIDAS PARA LA EVALUACIÓN DE RESTAURADORES

Las descripciones de los Restauradores para su evaluación de Prototipo deberán incluir mínimo la siguiente información:

"Restaurador trifásico formada por una Unidad de Interrupción de [Tensión máxima de diseño][kV], [Corriente Nominal][A], [Tensión de aguante al impulso por rayo][kV] de NBI, [Capacidad Interruptiva][A] de Capacidad Interruptiva, [Medio de extinción del arco eléctrico], [Aislamiento Interno], [Aislamiento Externo], para un nivel de contaminación [], para instalarse en [], Marca [] con Control Electronico Modelo [], utilizando un DEI [Marca DEI], [Modelo DEI], firmware[Firmware del DEI]

CONCEPTO	VALORES	REFERENCIA ESPECIFICACIÓN
TENSIÓN MÁXIMA DE DISEÑO [kV]	15.5/27/38	Tabla 2 Columna (1)
CORRIENTE NOMINAL [A]	630/800	Tabla 2 Columna (5)
TENSIÓN DE AGUANTE AL IMPULSO POR RAYO [kV]	110/125/150/170/200	Tabla 2 Columna (2)
CAPACIDAD INTERRUPTIVA [A]	12500/16000	Tabla 2 Columna (6)
MEDIO DE EXTINCIÓN DEL ARCO ELÉCTRICO	VACÍO/SF6	Inciso 6.6.2
AISLAMIENTO INTERNO	GAS SF6/SÓLIDO/COMBINACION SÓLIDO + AIRE	Inciso 6.7.1
AISLAMIENTO EXTERNO	PORCELANA/POLIMERIC/SÓLIDO/COMBINACIÓN SÓLIDO + POLIMERIC	Inciso 6.7.2
NIVEL DE CONTAMINACIÓN DEL AISLAMIENTO EXTERNO	MEDIA/ALTA/MUY ALTO	Tabla 1 para Porcelana Tablas 2 y 3 para
INSTALACIÓN	POSTE/SUBESTACIÓN	Tabla E.1
CONTROL MODELO		De acuerdo con el Plano aprobado y Reporte de Pruebas
MARCA DEI		De acuerdo con el Plano aprobado y Reporte de Pruebas
MODELO DEI		De acuerdo con el Plano aprobado y Reporte de Pruebas
FIRMWARE DEI		De acuerdo con el Plano aprobado y Reporte de Pruebas

EJEMPLO

Restaurador trifásico formado por una Unidad de Interrupción de 15.5 kV, 630 A, 110 kV de NBI, 12 500 A de Capacidad Interruptiva, Medio de extinción del arco eléctrico Vacío, Aislamiento Interno SF6, Aislamiento Externo Porcelana, para un Nivel de Contaminación muy alto, para instalarse en Poste, Marca Restaurador, con Control Electrónico Modelo ABC, utilizando un DEI Marca DEI, Modelo DEI, Firmware DEI 012345ABC.

810630	Rev	860725	891116	930226	940513	970110	030704	040206	070223	220511	
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--