2500.20 F2
P01

CA/6930

NORMA VENEZOLANA

COVENIN 2495:2001

INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA HASTA 1000 V C.A. / 1200 V C.D. REQUISITOS Y METODOS DE ENSAYO

2da REVISION

CODELECTRA
COMITE DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA

FONDONORMA

BIBLIOTECA NACIONAL
DEPOSITO LEGAL

BIBLIOTECA PRINCIPAL
POLITECNICA A. LOPEZ DE B.
CATALOGACION

PROLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN **2495:1988 Interruptores automáticos en caja moldeada hasta 600 V y 3000 A**, fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT-11 Electricidad, Electrónica y Comunicaciones,** por el **SC-8 Equipos de Protección (Interruptores)** a través del convenio para la elaboración de normas suscrito entre **CODELECTRA** y **FONDONORMA,** siendo aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior **Nº 5-2001** de fecha **04/04/2001.**

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes entidades:

ABB-ASEA BROWN BOVERI
ALSTON VENEZUELA C.A.
ANATAVE
C.A. DE ADMINISTRACIÓN Y FOMENTO ELECTRICO
C.A. ELECTRICIDAD DE VALENCIA
C.A. ENERGIA ELECTRICA DE BARQUISIMETO
C.A. ENERGIA ELECTRICA DE VENEZUELA
CUTLER HAMMER DE VENEZUELA
INELECTRA
INESLA
SIEMENS
SOMERINCA
TECNOCONSULT
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD SIMÓN BOLIVAR

INDICE

		Página
1.	Objeto y campo de aplicación	1
2.	Referencias normativas	1
3.	Definiciones	2
3.1	Generales	2
3.2	Interruptores automáticos	2
3.3	Interruptores en caja moldeada	3
3.4	Partes de interruptores en caja moldeada	4
3.5	Varias	5
3.6	Magnitudes eléctricas típicas	7
4.	Clasificación, unidades de medición, condiciones de servicio, transporte, mantenimiento y montaje	9
4.1	Clasificación	9
4.2	Unidades de medición	10
4.3	Condiciones normales de servicio	10
4.4	Condiciones durante el transporte y el almacenamiento	10
4.5	Montaje	10
5.	Características de los interruptores en caja moldeada	10
5.1	Generales	10
5.2	Valores asignados (nominales) y valores límites para los circuitos principales	10
5.3	Categorías de empleo	14
5.4	Circuitos de mando y auxiliares	15
5.5	Disparadores	15
5.6	Interruptores automáticos con fusibles incorporados	16
5.7	Sobretensiones de maniobra	16
6.	Requisitos referentes a la fabricación	17
6.1	Generales	17
6.2	Protección contra la corrosión	17
6.3	Mecanismos de operación	17
6.4	Distancias de aislamiento y líneas de fuga	17
6.5	Terminales	18
6.6	Dimensiones externas	19
7.	Requisitos referentes al funcionamiento	19
7.1	Condiciones de funcionamiento	19
7.2	Calentamiento	21
7.3	Propiedades dieléctricas	21
7.4	Aptitud para el establecimiento y el corte en vacío y en las condiciones normales de carga y sobrecarga	22
7.5	Aptitud para el establecimiento y el corte en condiciones de cortocircuito	22
7.6	Sobretensiones de maniobra	22
7.7	Requisitos particulares para los interruptores automáticos con fusible incorporados	23
8.	Ensayos	23
8.1	Naturaleza de los ensayos	23
8.2	Ensayos de conformidad con las disposiciones de fabricación	23
8.3	Ensayos de tipo	23
8.4	Ensayos individuales y ensayos de muestreo	46
9.	Informaciones, identificación y marcación	47
9.1	Informaciones	47
9.2	Identificación y marcación	47

10 Bibliografía 49

Tabla Nº 1 Lista alfabética de las características y de los símbolos 50
Tabla Nº 2 Tensiones de ensayo dieléctrico a frecuencia industrial y las tensiones asignadas soportadas al impulso 50
Tabla Nº 3 Relación "n" entre el poder de cierre en cortocircuito y el poder de corte en cortocircuito y factor de potencia correspondiente para los interruptores automáticos en corriente alterna 51
Tabla Nº 4 Valores de los factores de potencia y de las constantes de tiempo en función de las intensidades de ensayo 51
Tabla Nº 5 Relaciones normales entre I_{cs} e I_{cu} 51
Tabla Nº 6 Límites de calentamiento de los bornes (terminales); de las partes accesibles, de las bobinas , materiales y piezas 52
Tabla Nº 7 Características de apertura de los disparadores de sobreintensidad a tiempo inverso a la temperatura de referencia 52
Tabla Nº 8 Distancias mínimas de aislamiento en aire y líneas de fuga mínimas[3)] 53
Tabla Nº 9 Distancias mínimas de aislamiento en aire y líneas de fuga sobre superficies [1)] según NEMA AB-1:1993 y ANSI/UL 489:1996 [6)] 53
Tabla Nº 10 Valores normalizados de conductores de cobre para cargas varias y ensayos para una temperatura ambiente de 30 °C [6)] 54
Tabla Nº 11 Número de ciclos de maniobra 55
Tabla Nº 12 Índice alfabético de ensayos 56
Tabla Nº 13 Esquema del conjunto de las secuencias de ensayo 57
Tabla Nº 14 Número de muestras y condiciones de ensayo 58
Tabla Nº 15 Tolerancias sobre las magnitudes de ensayo 63
Tabla Nº 16 Características del circuito de ensayo para el funcionamiento en sobrecarga 63
Tabla Nº 17 Tensiones de impulso (U_{imp}) asignadas a las tensiones nominales (U_n), (nivel de protección normal por pararrayos estándar) 64
Tabla Nº 18 Tensiones de impulso (U_{imp}) asignadas a las tensiones nominales (nivel de protección reducido) 65
Tabla Nº 19 Valores de los factores de potencia y de las constantes de tiempo correspondientes a las intensidades de ensayo y la relación n entre el valor de la cresta y el valor eficaz de la intensidad 66

Anexo A Métodos de ensayo alternativos basados en la norma ANSI/NEMA AB1- 1993 67

Tabla Nº A.1 Juegos de muestras requeridos para las secuencias de ensayo 82
Tabla Nº A.2 Secuencia de los ensayos 83
Tabla Nº A.3 Calibres de conductores aislados a utilizar en ensayos de interruptores hasta 400 A.* . 84
Tabla Nº A.4 Calibres de conductores aislados y secciones de barras de cobre requeridos en ensayos de interruptores mayores de 400A 85
Tabla Nº A.5 Tiempo de disparo automático al 200% de la intensidad nominal marcada del interruptor 86
Tabla Nº A.6 Operaciones de tiempo inverso 86
Tabla Nº A.7 Prestaciones en sobrecarga. Intensidades de ensayo y cantidad de ciclos de operación 87
Tabla Nº A.8 Valores y tolerancias de los circuitos de ensayo en sobrecarga 87
Tabla Nº A.9 Temperatura máxima admisible en bobinas 88
Tabla Nº A.10 Límites máximos de temperatura para materiales aislantes 89
Tabla Nº A.11 Límites del aumento de temperatura de materiales diferentes y de piezas 89
Tabla Nº A.12 Operaciones requeridas para ensayos de resistencia (durabilidad) 90
Tabla Nº A.13 Características del circuito de ensayo de resistencia (durabilidad) 91
Tabla Nº A.14 Corrientes disponibles en circuitos de ensayo – secuencia Y 91
Tabla Nº A.15 Corrientes disponibles en circuitos de ensayos – secuencia Z 92
Tabla Nº A.16 Operaciones para verificación de la capacidad de interrupción 93
Tabla Nº A.17 Muestras requeridas para ensayos de la corriente de cortocircuito asignada (I_{cu}) 94
Tabla Nº A.18 Capacidades de interrupción en cortocircuito (I_{cu}) normalizadas en corriente simétrica eficaz (RMS) ó en corriente directa 94

Tabla Nº A.19 Factor de potencia en cortocircuito para circuitos c.a. mayores de 10.000 A 95
Tabla Nº A.20 Calculación de las relaciones M_a y M_m 95

Figura A1 Diagrama de conexión de los interruptores de ensayo en sobrecarga 96
Figura A2 Conexiones de interruptores en ensayo 97
Figura A3 Diagrama de conexión de los interruptores de ensayo de durabilidad 98
Figura A4 Diagrama de Conexión de los Interruptores en ensayos de la capacidad de interrupción .. 99
Figura A5 Circuito de ensayo de la Capacidad de interrupción monofásica de un Interruptor monopolar 100
Figura A6 Circuito de ensayo de la Capacidad de interrupción monofásica de un Interruptor bipolar 101
Figura A7 Circuito de ensayo de la Capacidad de interrupción trifásica de un Interruptor tripolar 102
Figura A8 Circuito de ensayo de la Capacidad de soportar la intensidad y cerrar en cortocircuito de un interruptor no automático (suiche) 103
Figura A9 Determinación de la corriente y del factor de potencia en cortocircuito para circuitos con capacidad hasta 10.0000 A 104
Figura A10 Determinación de la corriente y del factor de potencia en cortocircuitos para circuitos con capacidad mayor de 10 KA 105
Figura A11 Determinación de la constante de tiempo de cortocircuito en circuitos de corriente directa (Método oscilográfico)l 106

Anexo B Coordinación entre interruptores automáticos en caja moldeada y fusibles separados asociados en el mismo circuito 107

Figura B.1 109

Anexo C Secuencia de ensayos de cortocircuito sobre un polo por separado 110

Anexo D Grados de contaminación, distancias de aislamiento y líneas de fuga 111

Anexo E Puntos que son objeto de acuerdo entre el fabricante y el usuario 113

Figura 1. Formato normalizado para la curva típica de las características tiempo/intensidad del disparador de sobrecorriente de un interruptor automático en caja moldeada 115
Figura 2 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte de un interruptor unipolar en corriente monofásica o en corriente continua 116
Figura 3 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte de un interruptor bipolar en corriente monofásica o en corriente continua 117
Figura 4 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte de un interruptor tripolar 118
Figura 5 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte de un interruptor tetrapolar 119
Figura 6 Representación esquemática de la tensión de restablecimiento entre los contactos de la primera fase que corta (Ver numeral 8.3.3.3.4.e) en las condiciones ideales 120
Figura 7 Esquema de un método de ajuste del circuito de carga 121
Figura 8 Esquema de ensayo para la verificación del poder de cierre y de corte en cortocircuito de un interruptor automático unipolar en corriente monofásica o en corriente continua 122
Figura 9 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte en cortocircuito de un interruptor automático bipolar en corriente monofásica o en corriente continua 123
Figura 10 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte en cortocircuito de un interruptor automático tripolar 124
Figura 11 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte en cortocircuito de un interruptor automático tetrapolar 125
Figura 12 Ejemplo de registro de un ensayo de cierre o de corte en cortocircuito en el caso de un interruptor unipolar en corriente monofásica 126

Figura 13 Verificación de los poderes de cierre y de corte en cortocircuito en corriente continua 127
Figura 14 Determinación de la intensidad cortada prevista en el caso en que el primer calibrado del circuito de ensayo se ha realizado a una intensidad inferior al poder asignado de corte 128

NORMA VENEZOLANA
INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA
HASTA 1000 V c.a. / 1200 V c.d.
REQUISITOS Y METODOS DE ENSAYO

COVENIN 2495:2001

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma Venezolana establece los requisitos mínimos que deben cumplir los interruptores en caja moldeada, unipolares y multipolares, automáticos y no automáticos, diseñados para tensiones hasta 1000 V c.a. y 1200 V c.d.

Los interruptores en caja moldeada automáticos (Circuit Breakers) cubiertos por esta norma venezolana son los termomagnéticos de uso general y otros para aplicaciones especiales: los interruptores solo magnéticos, los limitadores de corriente, los de disparo electrónico y los equipados con protección contra falla a tierra; así mismo, esta norma incluye los interruptores no automáticos (Suiches) y los accesorios estándar para ambos.

No están cubiertos por esta norma las envolventes (cajas y gabinetes individuales y los conjuntos de celdas) en las cuales se instalan los interruptores, ya que estas envolventes forman parte de las normas para productos específicos: la NVC 542-1999 (Tableros Eléctricos para Alumbrado y Artefactos y de Distribución hasta 600 V y 1600 A), la NVC 1631-1999 (Tableros Eléctricos para uso en Viviendas), la Norma COVENIN 3508 (Centros de Fuerza y Distribución – CFD – hasta 600 V y 6300 A), la NVC 2942-1998 (Centros de Control de Motores – CCM – hasta 600 V) y otras en preparación. Tampoco están cubiertos por esta norma los interruptores especiales para uso exclusivo en minas y en embarcaciones, ni los destinados para operaciones frecuentes de cargas de alumbrado.

Los interruptores en caja moldeada, automáticos, especiales y no automáticos, son destinados para uso general en instalaciones eléctricas y en tableros eléctricos de baja tensión.

2.- REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta norma. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación, pero como cada norma está sujeta a revisión periódica, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos a base de ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas a continuación:

COVENIN 200:1999	Código Eléctrico Nacional.
COVENIN 456:1980	Definiciones referentes a fusibles.
COVENIN 540:1998	Grados de protección de las envolventes (cajas y gabinetes) Utilizadas en media y baja tensión(Código IP).
COVENIN 542:1999	Tableros eléctricos para alumbrado y artefactos y de distribución, hasta 600 V, 1600 A y de máximo 42 circuitos ramales, con interruptores en caja moldeada.
COVENIN 733:2001	Interruptores automáticos de potencia de baja tensión hasta 1000 V c.a./1200 V c.d. Requisitos y métodos de ensayo.
COVENIN 1631:1999	Tableros eléctricos para uso en viviendas. Requisitos.
COVENIN 2942:1998	Centros de control de motores hasta 600 V c.a. Requisitos.
COVENIN 3133:1997	Procedimientos de Muestreo de Inspección por Atributos. Parte 1. Planes de Muestreo.
COVENIN 3508:1999	Centros de fuerza y distribución (CFD) hasta 600 V y 6300 A. Requisitos.
COVENIN 3653:2001	Equipos y aparatos (Aparataje) eléctricos de potencia y de control para baja tensión hasta 1000 V c.a./1200 V c.d. Requisitos y métodos de ensayo.

3.- DEFINICIONES.

Para los efectos de esta Norma se aplican las definiciones contenidas en el capitulo 3 de la Norma COVENIN 3653 y las definiciones particulares siguientes:

3.1 GENERALES.

3.1.1 Aparamenta de conexión (Equipos eléctricos de conexión)

Término general aplicable a los aparatos de conexión y a su combinación con aparatos de mando, de medida, de protección y de regulación asociados a ellos, así como a los conjuntos de tales aparatos con las conexiones, los accesorios, las envolventes y soportes correspondientes, destinados en principio a ser utilizados en el campo de la producción, transporte, distribución y de la transformación de la energía eléctrica.

3.1.2 Interruptor en aire.

Es un interruptor en que los contactos principales se cierran y abren en aire a una presión igual o superior a la presión atmosférica.

3.1.3 Interruptor unipolar.

Es un interruptor automático o no automático, que contiene una sola vía conductora en una carcasa. Dos o más interruptores automáticos unidos por un mecanismo de operación común pueden formar un interruptor automático multipolar de disparo independiente.

3.1.4 Interruptor multipolar.

Es un interruptor automático o no automático, con dos o más polos, los cuales forman dos o más vías conductoras separadas e individualmente aisladas, dentro de una carcasa común.

3.1.5 Interruptor fijo.

Es un interruptor previsto para montaje fijo en una envolvente. Todas las conexiones mecánicas y eléctricas, tanto principales como auxiliares, deben ser establecidas manualmente, por medio de tornillos adecuados.

3.1.6 Interruptor enchufable (Plug-in)

Es un interruptor cuyas conexiones principales de acometida son formadas para poder ser enchufadas directamente sobre las barras alimentadoras de un tablero eléctrico. El interruptor debe ser fijado mecánicamente a un soporte estructural y sus conexiones eléctricas de salidas deben ser previstas para cables.

3.1.7 Interruptor extraíble (Draw-out)

Es un conjunto de un interruptor y de su estructura de soporte, construido en tal forma, que el interruptor quede soportado y pueda ser movido entre las posiciones "conectado" y "desconectado" del circuito de potencia, sin la necesidad de remover conexiones o soportes. La estructura incluye tanto los conectores de los circuitos autosoportados, fijos y móviles, como los medios de enclavamiento, los cuales permiten el movimiento del interruptor entre las dos posiciones solamente cuando los contactos del interruptor están abiertos.

3.1.8 Interruptor de conexión frontal

Es aquel en el cual tanto los conductores de alimentación como los de la carga son conectados a terminales accesibles desde la parte frontal del interruptor.

3.1.9 Interruptor de conexión posterior

Es aquel en el cual los conductores de alimentación y las de la carga son conectados a terminales accesibles desde la parte posterior del interruptor.

3.1.10 interruptor no automático (suiche)

Es un dispositivo mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito por medios no automáticos, así como de establecer y soportar durante un tiempo determinado, pero no interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas, tales como las del cortocircuito.

3.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

3.2.1 Interruptor automático

Es un dispositivo mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito por medios no automáticos, así como de establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir automáticamente corrientes anormales

especificadas del circuito, tales como las del cortocircuito, sin sufrir daños, siempre que estas fueran aplicadas adecuadamente dentro del alcance de sus capacidades nominales.

3.2.2 Interruptor automático ajustable

Es un interruptor automático con un dispositivo de disparo de características tiempo/corriente ajustables, que puede incluir (1) tiempo inverso (por ejemplo: corriente continua, tiempo largo y/o corto), (2) instantáneo y (3) falla a tierra.

3.2.3 Interruptor automático con compensación del ambiente

Es un interruptor automático provisto con medios para neutralizar completa o parcialmente la influencia de la temperatura del ambiente en las características de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorrientes.

3.2.4 Interruptor automático con fusibles limitadores incorporados

Es un interruptor automático que contiene fusibles limitadores de corriente coordinados y conectados en serie con los elementos de disparo automático del interruptor. Los fusibles deben estar incorporados dentro de la caja del interruptor.

3.2.5 Interruptor automático limitador de corriente

Es un interruptor automático que no emplea elementos fusibles y que, cuando operando dentro del alcance de su limitación de corriente asignada, limita la corriente de paso I^2t a un valor menor que la corriente I^2t de una onda de la corriente prospectiva simétrica de un medio ciclo (0,5 Hz).

3.2.6 Interruptor automático con protección contra falla a tierra

Es aquel, que cumple con las funciones normales de un interruptor automático y además dispara cuando una corriente de falla a tierra excede un valor predeterminado. Los medios censores de la corriente de falla a tierra pueden formar parte integral del interruptor o pueden ser instalados externamente.

3.2.7 Interruptor automático con disparo común

Es un interruptor multipolar construido en tal forma, que abren simultáneamente todos los polos cuando cualquier de sus polos abre automáticamente.

3.2.8 Interruptor automático con disparo independiente

Es un interruptor automático multipolar diseñado y construido en tal forma, que permite abrir un polo automáticamente, mientras los otros polos permanecen cerrados.

3.2.9 Interruptor automático de disparo libre

Es un interruptor diseñado en tal forma, que sus contactos no pueden ser mantenidos en la posición cerrada por medio de mecanismos de operación durante una orden de disparo de los dispositivos de protección.

3.2.10 Interruptor automático de cierre impedido

Es aquel, en que cada uno de los contactos móviles se le impide cerrarse lo suficiente como para dejar pasar la corriente, si la orden de cierre se da mientras se mantienen las condiciones excepcionales, por ejemplo un cortocircuito.

3.2.11 Interruptores automáticos conectados en serie

Se trata de un grupo de dispositivos de sobrecorriente conectados en serie (cascada), consistente de un interruptor automático o fusible principal y uno o varios interruptores automáticos aguas abajo, los cuales fueron probados en conjunto, con el fin de permitir usar los interruptores automáticos secundarios aguas abajo en circuitos, en cuales la corriente de cortocircuito excede la capacidad de interrupción nominal marcado en el interruptor secundario.

3.3 INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA.

3.3.1 Interruptor en caja moldeada

Es un interruptor automático o no automático, ensamblado como una unidad integral compacta encapsulada en una caja moldeada de material aislante, que soporta y encierre todos sus componentes activos, mecanismos de accionamiento y eventuales accesorios eléctricos y/o mecanismos.

3.3.2 Interruptor automático en caja moldeada tipo termomagnético

Es un interruptor automático en caja moldeada, que contiene una unidad de disparo termomagnético, fija o intercambiable, destinado para uso general.

3.3.3 Interruptor automático en caja moldeada con disparo solo magnético

Es un interruptor automático con una unidad de disparo instantáneo, proporcionando protección solamente contra cortocircuitos. Aunque estos interruptores actúan de inmediato bajo condiciones de cortocircuito, se les permite incorporar elementos para reducir temporalmente la acción de los picos transientes producidos al arrancar un motor eléctrico. También pueden llamarse protectores de motores o interruptores de circuitos.

3.3.4 Interruptor automático en caja moldeada tipo hacr

Así se denomina el interruptor automático en caja moldeada, con disparo termomagnético fijo, especialmente diseñado para ser usado para cargas combinadas de varios motores, tales como son típicas en equipos de calefacción, acondicionamiento de aire y de refrigeración. (La designación HACR viene de Heating, Air Conditioning and Refrigeration).

3.3.5 Interruptor automático en caja moldeada tipo SWD

Es el interruptor automático en caja moldeada, con disparo termomagnético fijo, especialmente diseñado para ser usado en la operación continua de cargas de lámparas fluorescentes. (La designación SWD viene de SWITCHING DUTY).

3.3.6 Interruptor automático en caja moldeada con disparador en estado sólido (electrónico)

Es un interruptor que usa una unidad de disparo en estado sólido o electrónico con la capacidad de variar las características de disparo. Generalmente contiene elementos de protección con ajustes separados para largo tiempo, corto tiempo, instantáneo y falla a tierra.

3.4 PARTES DE INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA

3.4.1 Accesorios

Son dispositivos que realizan funciones menores o secundarias complementarias, mejorando las funciones principales de un interruptor.

3.4.2 Accionamiento eléctrico

Es un dispositivo eléctrico de control, que se usa para abrir, cerrar o reponer un interruptor a control remoto.

3.4.3 Circuito de supervisión

Es un circuito en un interruptor automático con dispositivo de protección contra falla a tierra, que proporciona un método manual de probar el dispositivo, simulando una falla a tierra.

3.4.4 Contactos auxiliares

Son los contactos de un suiche auxiliar mecánicamente acoplado al eje del interruptor, que mueve con él, para fines de indicación de la posición de este, para accionar enclavamientos y para cualquier otro propósito.

NOTA: *los contactos auxiliares son "NA" normalmente abiertos y "NC" normalmente cerrados y pueden ser designados como contactos tipo "a" (los contactos, se abren cuando el interruptor se abre y se cierran cuando este se cierra) o como contactos tipo "b" (los contactos auxiliares se abren cuando el interruptor se cierra y se cierran, cuando el interruptor se abre).*

3.4.5 Contactos de alarma

Son los contactos de un suiche auxiliar, destinado para abrir o cerrar un circuito, cuando el interruptor asociado se abre automáticamente por sobrecorriente.

3.4.6 Disparador (release)

Es un dispositivo eléctrico mecánicamente conectado al accionamiento del interruptor, que inicia la función de disparo y por ende abre los contactos del interruptor.

3.4.7 Disparador de corriente de cierre

Es aquel, que ocasiona la apertura de un interruptor automático sin retardo intencionado durante una maniobra de cierre, si la corriente establecida

sobrepasa un valor predeterminado y el mismo quede inoperante, cuando el interruptor automático está en posición cerrada.

3.4.8 Disparador de mínima tensión (undervoltage release)

Es un disparador, cuya bobina queda energizada al cerrar el interruptor, se mantiene energizada mientras haya tensión normal, se desenergiza al fallar o caer la tensión bajo un límite prefijado y al desenergizarse, abre el interruptor. Es permitido aplicar un temporizador que retarda la apertura del interruptor en casos de microinterrupciones o fluctuaciones mínimas de la tensión, con el fin de no causar interrupciones innecesarias en el suministro de la energía eléctrica.

3.4.9 Disparador de operación (shunt trip release)

Es un disparador, cuya bobina se energiza a voluntad por medio de un pulsador u otro dispositivo manual o automático y al energizarse, abre el interruptor.

3.4.10 Disparador de sobrecorriente (overload release)

Es un dispositivo de protección utilizado en los interruptores automáticos, que detecta sobrecorriente en cualquiera de las fases y transmite la energía necesaria para actuar el mecanismo de disparo.

3.4.11 Dispositivo de bloqueo en posición abierto (lock-off)

Es un dispositivo mecánico o eléctrico, que bloquea el interruptor en la posición abierta.

3.4.12 Enclavamiento mecánico (interlock)

Es un dispositivo o un sistema que interconecta por medios mecánicos a dos o más interruptores, asegurando que solamente el (o) (los) preseleccionado (s) puede (n) ser cerrado (s) al mismo tiempo.

3.4.13 Envolvente

Es una envolvente cubierta por todos los lados, para proporcionar un grado de protección a personas contra contactos accidentales con el equipo eléctrico encerrado y para proporcionar un grado de protección del equipo contra condiciones específicas del medio ambiente. Las envolventes pueden ser individuales (cajas y gabinetes) o conjuntos llamados celdas o tableros eléctricos; estos deben contener dos o más interruptores y/o otros equipos eléctricos, están clasificados según sus aplicaciones y cubiertos por normas de productos específicos.

3.4.14 Envolvente individual

Es una caja o gabinete previsto para incorporar un interruptor en caja moldeada individual, unipolar o multipolar o dos interruptores monopolares.

3.4.15 Estructura o carcasa (frame)

Es el ensamble estructural en forma de una caja moldeada de material aislante, que contiene todos los componentes de un interruptor, con excepción del dispositivo de disparo intercambiable. Los interruptores en caja moldeada se dividen en grupos, cuyos tamaños son intercambiables entre ellos. El tamaño de la estructura (Frame) se expresa en Amperes (A) y corresponde al valor de la corriente nominal máximo disponible en el grupo. Las carcasas pueden ser intercambiables entre ellas, cuando son suministrados por el mismo fabricante o no, si proviene de diferentes fuentes.

3.4.16 Mecanismo de enclavamiento

Es un dispositivo mecánico, generalmente un candado, pero puede ser también una cerradura o cilindro incorporado, que proporciona medios seguros para retener el accionamiento de un interruptor en la posición deseada.

3.4.17 Mecanismo de operación (manija)

Es una pieza de material aislante, que sobresale de la caja moldeada y acciona el mecanismo interno de operación desde afuera cerrando o abriendo el interruptor.

3.4.18 Mecanismo de operación externo

Es un mecanismo que engrana la manija de un interruptor instalado dentro de una envolvente (caja, celda o gabinete) y proporciona un medio manual para operar el interruptor desde el exterior de la envolvente.

3.4.19 Mecanismo de operación manual independiente

Es un mecanismo de operación con acumulación de energía, en el cual la energía proviene de un resorte

tensado manualmente y es liberada con una única maniobra continua, de forma que la velocidad y la fuerza de la maniobra son independientes de la acción del operador.

3.4.20 Mecanismo interno de operación

Es el mecanismo que opera los contactos principales del interruptor.

3.4.21 Polo (de un interruptor)

Es una vía conductora del circuito principal de un interruptor automático o no automático , que se encuentra eléctricamente separada y aislada de las demás vías conductoras.

3.4.22 Polo de neutro

Así se llama el polo adicional de un interruptor, automático o no automático, destinado a cerrar o abrir el conductor de neutro de un circuito, simultáneamente con los contactos principales. El polo de neutro de un interruptor automático puede tener protección contra sobrecorriente, generalmente calibrado al 50% del valor de la protección de las fases, si el diseño de los circuitos requiere.

3.4.23 Tapón de calibración (rating plug)

Es el elemento independiente de un interruptor automático del tipo electrónico; que es intercambiable y reemplazable en el dispositivo de disparo por el usuario. Sirve también para definir la corriente nominal (I_n) de un interruptor automático.

3.4.24 Unidad de disparo intercambiable

Es una unidad de disparo que puede ser intercambiada por otras unidades de construcción similar pero con otro valor de disparo, en una estructura (Frame) del mismo tamaño. Actúa sobre el mecanismo de disparo del interruptor automático y determina su corriente nominal, salvo cuando se usa un tapón de calibración (rating plug).

3.4.25 Elemento de disparo instantáneo ajustable

Es aquella parte del dispositivo de protección contra sobrecorriente, la cual puede ser ajustada para disparar en forma instantánea al interruptor automático al alcanzar los diferentes valores de la corriente dentro de una gama predeterminada.

3.4.26 Elemento de disparo instantáneo fijo

Es parte de un dispositivo de protección contra sobrecorriente, que contiene medios no – ajustables para disparar un interruptor automático al instante cuando el valor de la corriente alcanza a un valor predeterminado.

3.4.27 Elemento de disparo térmico (bimetal) fijo

Es aquella parte del dispositivo del protector termomagnético, que tiene un valor predeterminado fijo para disparar el interruptor automático por la acción del elemento de disparo térmico, compuesto de dos láminas de metal distintas, las cuales se calientan y expanden diferentemente al pasar una cantidad prefijada de corriente.

3.4.28 Elemento de disparo térmico (bimetal) ajustable

Es aquella parte del dispositivo del protector termomagnético, que puede ser ajustada para disparar el interruptor automático por la acción del elemento de disparo térmico, compuesto de dos láminas metálicas con características especificas, las cuales se calientan y se expanden diferentemente al pasar la misma cantidad de corriente.

3.5 VARIAS

3.5.1 Disparo

Es la apertura de un interruptor por la acción del mecanismo de un dispositivo de disparo (disparador), tal como un relé o una unidad de protección.

3.5.2 Ajustable

Se designa así la propiedad de un dispositivo de disparo de tener elementos que permitan el ajuste de una o varias de sus características, tales como corriente, tensión y tiempo del disparo.

3.5.3 Fijo

Se designa así la propiedad de un dispositivo de disparo que tiene elementos con características fijas para accionar al dispositivo al alcanzar a un valor de corriente, tensión o tiempo predeterminado. También se aplica "fijo" a un aparato eléctrico (por ejemplo un

interruptor), cuando este se encuentra instalado en una posición fija, no removible.

3.5.4 Instantáneo

Es un término calificativo indicando que no hay retardo intencional introducido en el disparo automático de un interruptor.

3.5.5 Retardo del disparo

Es un retardo de tiempo intencional en el disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente. El retardo puede ser fijo, escalonado (varios valores fijos elegibles) o ajustable y puede ser aplicable en forma independiente a protecciones de corta duración (actúa entre los puntos de sobrecarga e instantáneo), de larga duración (actúa en las protecciones de tiempo inverso, entre los puntos de corriente nominal y hasta 600% de la corriente nominal, cambiando las características de la relación entre corriente y tiempo) y de la falla a tierra (retarda el disparo al ocurrir una falla a tierra).

3.5.6 Tiempo inverso

Es un término calificativo indicando que se ha introducido deliberadamente un retardo en la protección, en que el retardo disminuye al incrementarse la magnitud de la corriente.

3.5.7 Protección de acompañamiento en cascada

Coordinación para la protección contra sobreintensidades de dos o eventualmente varios dispositivos de protección de sobreintensidad, en la cual el dispositivo de protección, que generalmente pero no necesariamente, está situado en el lado de la fuente (aguas arriba), efectúa la protección contra sobreintensidades, con o sin ayuda del otro o de los otros dispositivo(s) de protección aguas abajo e impide toda solicitación excesiva sobre estos. Ver también el numeral 3.2.11, sobre aplicación de interruptores automáticos con ciertas características específicas conectadas en serie.

3.5.8 Punto de inicio (pick-up point)

Es el nivel de la corriente efectiva (R.M.S.), en la cual la acción de disparo de un interruptor automático se inicia.

3.5.9 Selectividad parcial

Selectividad en el caso de una sobrecorriente en la cual, en presencia de dos dispositivos de protección de máxima intensidad colocados en serie, el dispositivo de protección aguas abajo asegura la protección hasta un nivel dado de sobrecorriente, sin provocar el funcionamiento del otro dispositivo de protección aguas arriba.

3.5.10 Selectividad total

Selectividad en el caso de una sobrecorriente en la cual, en presencia de dos dispositivos de protección de máxima intensidad colocadas en serie; el dispositivo de protección aguas abajo siempre asegura la protección sin provocar el funcionamiento del otro dispositivo de protección, aguas arriba.

3.5.11 Temperatura ambiente

Es la temperatura promedia del aire circundante al interruptor. Para un interruptor encerrado en una envolvente (caja, gabinete y tablero), la temperatura ambiente es la temperatura promedio fuera de la envolvente.

3.5.12 Valores nominales (rating)

Son los parámetros nominales de límite de las características de funcionamiento de un interruptor, designados por el fabricante en acorde con las Normas COVENIN vigentes.

3.6 MAGNITUDES ELÉCTRICAS TIPICAS

3.6.1 Alcance De Limitación De Corriente

Es la corriente prospectiva simétrica efectiva (R.M.S.) entre el umbral de la corriente y la corriente máxima de interrupción admisible.

3.6.2 Capacidad nominal de interrupción (I_{cc})

Es el valor de la corriente en cortocircuito que el interruptor puede cortar bajo condiciones especificadas, sin sufrir daños, asignado por el fabricante. Se denomina I_{cc} y se expresa en kilo amperes (KA) efectivos (RMS).

3.6.3 Característica I^2t (de un interruptor automático)

Información (generalmente una curva) que da los valores máximos de I^2t que corresponden al tiempo de corte en función de la intensidad prevista (valor eficaz de la componente periódica en corriente

alterna) hasta el valor máximo de la intensidad prevista que corresponde al poder asignado de corte en cortocircuito a la tensión correspondiente. Se trata de una expresión relativa a la energía disponible del circuito como resultado del flujo de la corriente. En caso de los interruptores automáticos el I^2t es expresado para indicar el flujo de corriente entre el inicio de la corriente de falla y el despeje del circuito.

3.6.4 Corriente cruzada (cross-over current) o de intersección (I_B).

Es la corriente que fluye en un interruptor automático con fusibles incorporados en el momento, cuando la función del fusible coincide con la operación del mecanismo de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente, o sea: cuando la curva del tiempo de despeje del fusible cruza la curva característica de disparo del interruptor.

3.6.5 Corriente límite de selectividad (I_S).

La corriente (o intensidad) límite de selectividad **(I_S)** es el valor de la intensidad correspondiente a la intersección de la característica total tiempo-intensidad del dispositivo de protección situado aguas abajo con la característica tiempo-intensidad de prearco (para los fusibles) o de disparo (para los interruptores automáticos) del otro dispositivo de protección.

La corriente (o intensidad) límite de selectividad (véase figura B-1) es un valor límite de intensidad:

- Por debajo del cual, en presencia de dos dispositivos de protección de sobrecorriente colocados en serie, el dispositivo de protección aguas abajo acaba su maniobra de corte en un tiempo previsto para impedir que el otro dispositivo de protección inicie su maniobra (es decir, que se asegura la selectividad)

- Por encima del cual, en presencia de dos dispositivos de protección de sobrecorriente colocados en serie, el dispositivo de protección aguas abajo puede no acabar su maniobra de corte a tiempo para impedir que el otro dispositivo de protección inicie su maniobra (es decir, que no asegura la selectividad).

3.6.6 Corriente nominal (I_n)

Es la corriente eficaz (RMS) máxima que un interruptor puede conducir en forma continua sin deteriorarse y sin exceder los límites de temperatura especificados. Se expresa en Amperes (A) efectivos (RMS).

3.6.7 Corriente nominal de empleo (I_e)

Es el valor máximo asignado de empleo, que el interruptor puede establecer y soportar en servicio continuo de 8 horas y cortar en las condiciones normales del circuito

3.6.8 Corriente pico (o cresta) (I_p)

Es la máxima corriente instantánea que fluye en un circuito.

3.6.9 Corriente prospectiva (o disponible)

Es la corriente que podría fluir en un circuito si ocurriese un cortocircuito de impedancia negligible en un punto específico.

3.6.10 Frecuencia nominal F_n

Es la frecuencia de servicio del circuito para cual el interruptor fue diseñado y probado. Se expresa en ciclos por segundo o Hertz (Hz).

3.6.11 Tensión de control nominal (U_c)

Es la tensión designada para ser aplicada al dispositivo (relé) de cierre o abertura para accionar un interruptor. La tensión de control puede variarse por arriba o por debajo de la tensión nominal, dentro de un rango especificado. La tensión de control debe ser medida en los puntos de conexión de los cables en las bobinas u otros medios eléctricos, mientras fluye la corriente de operación. Se expresa en Voltios.

3.6.12 Tensión de recuperación (U_r)

Es la tensión que aparece a través de los terminales de un polo de un interruptor automático al interrumpir el circuito.

3.6.13 Tensión nominal o asignada (U_n).

Es la tensión asignada al grupo de tensiones normalizadas dentro del marco de un sistema. La tensión nominal **(U_n)** debe ser igual o menor que la tensión de empleo.

3.6.14 Tensión nominal de aislamiento (U_i)

Es el valor de las tensiones a que se refieren en los ensayos dieléctricos y en las distancias de fuga. Se designa U_i, y se expresa en Voltios. Ver también 5.2.1.2.

3.6.15 Tensión nominal de servicio o de empleo (U_e)

Es la tensión máxima a la cual el interruptor puede ser aplicado. Se designa U_e y está expresada en tensión eficaz (RMS), si se trata de corriente alterna, en Voltios, VER TAMBIÉN 5.2.1.1.

4. CLASIFICACIÓN, UNIDADES DE MEDICION, CONDICIONES DE SERVICIO, TRANSPORTE, MANTENIMIENTO Y MONTAJE.

4.1 CLASIFICACIÓN

Los interruptores en caja moldeada pueden ser clasificados por su diseño, categoría de empleo, construcción, modo de instalación y aplicación.

4.1.1 Clasificación por diseño

Los interruptores en caja moldeada clasificados por su diseño son:

- Interruptores automáticos (Circuit Breakers) (3.2.1)
- Interruptores no automáticos (Suiches) (3.1.10)

4.1.2 Clasificación por construcción

Los interruptores automáticos en caja moldeada pueden ser construidos como:

4.1.2.1 Unidades unipolares (3.1.3) y multipolares (3.1.4.)

4.1.2.2 Su mecanismo de operación puede ser de:

- Disparo común (3.2.7)
- Disparo independiente (3.2.8)
- Disparo libre (3.2.9)
- Cierre impedido (3.2.10)

4.1.2.3 Con dispositivos de protección:

- Termomagnéticos (3.3.2)
- Sólo magnéticos (3.3.3)
- En estado sólido(Electrónicos) (3.3.6)
- Limitadores de corriente (3.2.5)
- Con protección adicional contra fallas a tierra (3.2.6)
- Con fusibles limitadores de corriente incorporadas (3.2.4)

4.1.2.4 Las unidades de disparo pueden ser:

- Fijas (3.5.3)
- Intercambiables (3.4.24)
- Ajustables (3.2.2)
- Con compensación de la temperatura ambiente (3.2.3)

4.1.3 Clasificación según su ejecución

4.1.3.1 Los interruptores en caja moldeada pueden ser diseñados para instalación:

- Fija (3.1.5)
- Enchufable (plug-in) (3.1.6)
- Extraíble (Draw-out) (3.1.7)

4.1.3.2 Los interruptores para instalación fija y extraíble pueden tener sus conexiones frontales (3.1.8) o posteriores (3.1.9).

4.1.3.3 Los interruptores enchufables tienen sus conexiones de alimentación enchufables sobre una barra y sus salidas fijas frontales, equipados con terminales para la conexión de cables.

4.1.4 Clasificación según aplicación

Los interruptores automáticos en caja moldeada se clasifican para uso general y para aplicaciones especiales; en este caso ciertas características técnicas, particulares para cada aplicación específica, podrán ser diferentes.

4.1.4.1 La aplicación para uso general incluye interruptores termomagnéticos para proteger circuitos de fuerza en sistemas eléctricos de distribución primaria y secundaria, principalmente pero no exclusivamente en centros de fuerza y distribución (CFD), en tableros para distribución TD, de alumbrado y artefactos TA y en tableros residenciales TR.

4.1.4.2 Los interruptores para aplicaciones especiales son:

- Protectores de motores, con unidad de disparo solo magnético (instantáneo), para ser usados en arrancadores de combinación (3.3.3).
- Para uso exclusivo en embarcaciones

- Para uso exclusivo en minas
- Para uso principalmente en operaciones frecuentes de circuitos de alumbrado consistentes de lámparas fluorescentes (tipo SWD) (3.3.5)
- Para uso principalmente en circuitos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración (tipo HACR) (3.3.4).

NOTA: *Los números en paréntesis ( ) después de los nombres o características indican los numerales de referencia en el capítulo 3, DEFINICIONES, de esta norma.*

4.2 UNIDADES DE MEDICIÓN

A lo largo del texto de esta norma se utilizarán las unidades de medición internacionales normalizadas "SI". Si una unidad de medida está seguida por otra en paréntesis ( ), esta segunda es una aproximación, ya que la primera unidad constituye el requisito.
Salvo condiciones explícitos, todos los valores de tensión (voltios) y de intensidad (Amperes) son valores eficaces (RMS- Root-Mean-Square).

4.3 CONDICIONES NORMALES DE SERVICIO

4.3.1 Los interruptores en caja moldeada amparados por esta norma venezolana deben ser aptos para operar satisfactoriamente bajo las condiciones ambientales siguientes, consideradas como "normales" en el territorio nacional:

- Altitud sobre el nivel del mar: hasta 2.000 metros (6600 pies)

- Temperatura ambiente: 40° C máximo, con un promedio de 35° C en 24 horas. El límite inferior de la temperatura del aire ambiente es de 0° C.

- Humedad relativa: El promedio durante el periodo de un mes no debe exceder el 90% a la temperatura máxima de 40° C, ni el promedio de 95% en 24 horas.

- Ambiente natural en aire limpio, no contaminada con vapores, gases o aire marítimo húmedo y salado.

- Grado de contaminación 3 , según el Anexo "D" de esta norma.

- No debe ser expuesto a golpes y/o vibraciones.

NOTA: *Se recomienda al usuario tomar las medidas necesarias para evitar la condensación eventual debido a las posibles fluctuaciones de temperatura con la humedad relativa alta.*

4.3.2 En el caso de condiciones ambientales diferentes a las indicadas en el numeral anterior, se recomienda consultar al fabricante, para confirmar si los interruptores bajo las condiciones requeridas pueden funcionar satisfactoriamente y si no, cuales son las medidas adicionales a tomar.

4.4 CONDICIONES DURANTE EL TRANSPORTE Y EL ALMACENAMIENTO.

4.4.1 Salvo especificaciones contrarias, la gama de temperaturas –25° C y + 55° C, se aplica durante el transporte y el almacenamiento. Para periodos cortos que no excedan de 24 horas , se permiten temperaturas de almacenamiento hasta + 70° C.

4.4.2 Los interruptores sometidos a estas temperaturas extremas sin estar en funcionamiento, no deben sufrir ningún daño irreversible y deberán funcionar después correctamente en las condiciones normales de servicio, descritos en el punto 4.3.1.

4.4.3 Si las condiciones de temperatura y/o humedad durante el transporte y almacenamiento difieren de los indicados en el punto 4.4.1, se recomienda consultar al fabricante.

4.5 MONTAJE.

Los interruptores deberán ser montados según las instrucciones del fabricante, indicadas en el manual correspondiente.

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA.

5.1 GENERALES.

5.1.1 Las características de los interruptores en caja moldeada deben estar indicadas en los catálogos y/o especificaciones técnicas relativas al producto según los términos siguientes, hasta donde sean aplicables:

- Tipo de interruptor, según su clasificación (ver capitulo 4.1)
- Valores asignados (nominales) y valores límites del circuito principal (ver 5.2).
- Categorías de empleo (ver 5.3).

- Circuitos de mando y auxiliares (ver 5.4).
- Disparadores (ver 5.5)
- Interruptores automáticos con fusibles incorporados (ver 5.6).
- Sobretensiones de maniobra (ver 5.7)
- La coordinación de los dispositivos de protección (curvas de disparo), si aplican (ver figura 1).

5.1.2. La lista alfabética de las características de los interruptores en caja moldeada, incluyendo los símbolos utilizados, se encuentra en la tabla Nº 1.

5.2 VALORES ASIGNADOS (NOMINALES) Y VALORES LÍMITES PARA LOS CIRCUITOS PRINCIPALES.

Los valores asignados y los límites de aplicación para los circuitos de fuerza de un interruptor en caja moldeada deben estar fijados por el fabricante, a base de los conceptos indicados en los numerales siguientes:

5.2.1 Tensiones asignadas.

Un interruptor está definido por las tensiones asignadas (antes: tensiones nominales) siguientes:

5.2.1.1 Tensión asignada de empleo U_e

La tensión asignada de empleo es un valor de tensión que, combinada con una intensidad asignada de empleo, determina el uso del interruptor y a la cual hacen referencia los ensayos correspondientes y la categoría de empleo.

Para un interruptor unipolar, es la tensión a través del polo.
Para un interruptor multipolar, es la tensión entre las fases de un circuito polifásico o la combinación de las tensiones entre fases y la tensión entre una fase y el neutro, como por ejemplo 120/240 V, 208 Y/120 V, 480 Y/277 V ó 480 V para circuitos de corriente alterna y 125 V ó 125/250 V en corriente continua.

En el caso de interruptores multipolares se pueden hacer una distinción entre:

a) Los interruptores destinados a las redes en las cuales un solo defecto a tierra no implica la aparición de la totalidad de la tensión entre fases sobre un polo, es decir, redes no conectadas a tierra y redes con neutro conectado a tierra. La U_e expresa en tensiones entre fases y entre una fase y el neutro.

b) Los interruptores destinados a las redes en las cuales un solo defecto a tierra implica la aparición de la totalidad de la tensión entre fases sobre un polo, es decir, redes que tienen una fase conectada a tierra. En este caso la U_e se expresa en tensiones entre fases solamente.

Un interruptor puede ser asignado con cierto número de valores combinados de tensión asignada de empleo y de intensidades de cierre y de corte y/o de potencias asignadas de empleo, que corresponden a distintos servicios y categorías de empleo.

5.2.1.2 Tensión asignada de aislamiento U_i

La tensión asignada de aislamiento (anteriormente tensión nominal de aislamiento) de un interruptor en caja moldeada es el valor de la tensión máxima de empleo, al cual se hace referencia en los ensayos dieléctricos y para las líneas de fuga.

En ningún caso, el valor más elevado de la tensión asignada de empleo U_e debe exceder a la de la tensión asignada de aislamiento. En el caso de interruptores para los cuales la tensión de aislamiento asignada no está especificada, se considera como tensión asignada de aislamiento el valor más alto de la tensión asignada de empleo.

5.2.1.3 Tensión asignada soportada al impulso U_{imp}

La tensión asignada soportada al impulso para un interruptor en caja moldeada es el valor de cresta de una tensión de choque, de forma y polaridad prescrita, que el interruptor es capaz de soportar sin falla, en condiciones de ensayo especificadas y al cual se hace referencia para los valores de las distancias de aislamiento. La tensión asignada soportada al impulso de un interruptor debe ser igual o superior a los valores fijados para las sobretensiones transitorias que pueden aparecer en el circuito donde está situado este interruptor.

Los valores preferenciales de tensión asignada soportada al impulso se indican en la Tabla Nº 2.

5.2.2 Intensidades (o corrientes)

Un interruptor en caja moldeada se define por las intensidades siguientes:

5.2.2.1 Intensidad asignada (I_n)

La intensidad asignada (anteriormente Intensidad Nominal) de un interruptor en caja moldeada es la intensidad asignada ininterrumpida (I_n) y tiene el mismo valor que la intensidad térmica convencional al aire libre (I_{th}). El valor de la corriente asignado por el fabricante debe ser marcado en el interruptor y corresponde a la corriente máxima que el interruptor puede conducir al aire libre, sin la influencia de radiación externa y sin exceder los límites de temperatura de sus componentes especificados en la Tabla Nº 6, durante los ensayos de temperatura en régimen continuo, numeral 8.3.2.5 de esta norma.

Al tratarse de un interruptor automático ajustable, la intensidad asignada es la corriente máxima que el interruptor completo (estructura con unidad de disparo y/o tapón de calibración (rating plug) ajustable) debe conducir continuamente sin disparar.

5.2.2.2 Intensidad térmica convencional al aire libre (I_{th})

Es el valor máximo de la corriente de ensayo resultante en los ensayos de calentamiento al aire libre, sin ser encerrado en una envolvente. El valor de la intensidad térmica convencional al aire libre debe ser, como mínimo, igual al valor máximo de la intensidad asignada de empleo (I_e), sin envolvente, en servicio de 8 horas. Se entiende por aire libre el que existe en condiciones normales en el interior de una edificación, exento de polvo y de radiaciones externas.

***NOTA**: Esta intensidad no es una característica asignada y no es obligatorio marcarla en el interruptor.*

5.2.2.3 Intensidad térmica convencional en envolvente (I_{the})

La intensidad térmica convencional en envolvente es el valor de la intensidad fijado por fabricante, a utilizar para los ensayos de calentamiento de un interruptor en caja moldeada, cuando este esté montado en una envolvente específica, que puede ser una caja individual o una celda. Los ensayos de calentamiento deben hacerse según el numeral 8.3.2.5 de ésta norma y son obligatorios si el fabricante indica en su catálogo, que el interruptor puede ser usado en una envolvente especifica. Sin embargo, si el interruptor está destinado a ser utilizado en envolventes no especificadas, el ensayo no es obligatorio, siempre y cuando se han efectuado ensayos a la intensidad térmica convencional al aire libre (I_{th}) y el fabricante suministra los eventuales factores de corrección para la aplicación del interruptor en una envolvente.

El valor de la intensidad térmica convencional en envolvente (I_{the}) debe ser como mínimo igual al valor máximo de la intensidad asignada de empleo (I_e) en servicio de 8 horas, pero como no es una característica asignada, no es obligatorio marcarlo sobre el interruptor.

***NOTA**: El valor de la I_{the} puede estar relacionado con la ventilación del interruptor dentro de la envolvente; en este caso el fabricante debe indicar el tamaño de la caja más pequeña en la cual este puede ser instalado, o dar informaciones sobre la ventilación requerida.*

5.2.2.4 Intensidad asignada ininterrumpida (I_u)

Es el valor de la intensidad, fijado por el fabricante, que el interruptor puede soportar en servicio ininterrumpido.

5.2.3 Frecuencia asignada (F_n)

Es la frecuencia para la que el interruptor ha sido diseñado y probado y sobre la cual se basan los demás valores característicos. Un interruptor puede tener varias frecuencias asignadas o ser utilizable al mismo tiempo para corriente alterna y corriente directa.

5.2.4 Constante de tiempo (para interruptores aplicables en corriente directa)

La constante de tiempo para los interruptores aplicables en corriente continua durante los ensayos de cortocircuito debe ser, como mínimo, 0,003 segundos para ensayos hasta inclusive 10 kA y 0,008 segundos para ensayos con Icc mayores de 10 kA.

5.2.5 Servicios asignados

Los servicios asignados considerados normales son los siguientes:

5.2.5.1 Servicio continuo (Servicio de 8 horas)

Servicio en el cual los contactos principales de un interruptor se mantienen cerrados, siendo recorridos

por una intensidad constante durante un tiempo suficientemente largo para que puedan alcanzar el equilibrio térmico, pero que no exceda de 8 horas sin interrupción.
Este es el servicio de base, a partir del cual se determinan las intensidades térmicas convencionales I_{th} e I_{the}.

NOTA: *Por interrupción se entiende el corte de la corriente por maniobra del interruptor.*

5.2.5.2 Servicio ininterrumpido

Servicio sin intervalo de descanso, en el cual los contactos principales del interruptor se mantienen cerrados sin interrupción, siendo recorridos por una corriente constante, durante períodos superiores a 8 horas, que pueden ser días, semanas y hasta años.

NOTA*: Este tipo de servicio difiere del servicio de 8 horas, ya que en él el óxido y el polvo pueden* acumularse en los contactos y provocar un calentamiento progresivo. El servicio ininterrumpido puede ser tomado en consideración aplicando un factor de reducción o por diseños especiales como por ejemplo usando contactos de plata o de una aleación especial.

5.2.6. Características de las intensidades en cortocircuito

5.2.6.1 Poder asignado de cierre en cortocircuito (I_{cm})

El poder asignado de cierre en cortocircuito de un interruptor automático en caja moldeada es el valor del poder de cierre en cortocircuito fijado para este interruptor por el fabricante, para la tensión asignada de empleo (U_e), a la frecuencia asignada (F_n) y para un factor de potencia especificado en corriente alterna o una constante de tiempo para corriente directa. Se expresa por el valor máximo de cresta de la intensidad prevista.

En corriente alterna, la I_{cm} de un interruptor automático no debe ser inferior al producto de su poder asignado de corte último en cortocircuito (I_{cs}), multiplicado por el factor "n" que figura en la Tabla N° 3.

En corriente continua la I_{cm} de un interruptor automático no debe ser inferior a su poder asignado de corte último en cortocircuito (I_{cs}), admitiendo que la intensidad de cortocircuito en régimen establecido es constante.

Un poder asignado de cierre en cortocircuito implica que el interruptor automático es capaz de establecer la intensidad correspondiente a este poder asignado para una tensión aplicada correspondiente a la tensión asignada de empleo (U_e).

5.2.6.2 Poderes asignados de corte en cortocircuito

Los poderes asignados de corte en cortocircuito de un interruptor automático son los valores asignados por el fabricante a ese interruptor automático para la tensión asignada de empleo (U_e) en las condiciones especificadas.

Un poder asignado de corte en cortocircuito exige que el interruptor automático pueda cortar cualquier intensidad de cortocircuito de valor igual o inferior a ese poder asignado de corte, a una tensión de restablecimiento a frecuencia industrial correspondiente a los valores prescritos para la tensión de ensayo y en corriente alterna al factor de potencia igual o superior a lo indicado en la Tabla N° 4, cualquiera sea el valor de la componente continua correspondiente, admitiendo que la componente periódica es constante, o en corriente continua, a toda constante de tiempo igual o inferior a la indicada en la Tabla N° 4. No se garantiza ningún poder de corte en cortocircuito para tensiones de restablecimiento de frecuencia industrial superiores a los valores prescritos de la tensión de ensayo.

Los poderes asignados de corte en cortocircuito se definen del modo siguiente:

5.2.6.2.1 Poder asignado de corte último de cortocircuito (I_{cu}), es el valor de poder de corte último fijado por el fabricante para ese interruptor automático, para la tensión asignada de empleo (U_e) correspondiente, en las condiciones de ensayo especificadas en el numeral 8.3.5. de esta norma. Se expresa en kA, por el valor de la intensidad cortada prevista (valor eficaz de la componente periódica en caso de corriente alterna).

5.2.6.2.2 Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito (I_{cs}), es el valor de poder de corte de servicio en cortocircuito fijado por el fabricante para este interruptor automático, para la tensión asignada de empleo (U_e) correspondiente, en las condiciones de ensayo especificadas en el numeral 8.3.4. Se expresa en kA, por el valor de la intensidad cortada prevista correspondiente a uno de los porcentajes especificados del poder asignado de corte último en

cortocircuito (I_{cu}), según la Tabla Nº 5 y redondeado al número entero más próximo. Puede también expresarse en % de I_{cu} (por ejemplo I_{cs}=25% I_{cu}).

Como variante, cuando el poder asignado de corte de servicio en cortocircuito es igual a la intensidad asignada de corta duración admisible (I_{cw}), puede expresarse por este valor, en kA, a condición de que este no sea inferior al valor mínimo correspondiente de la Tabla Nº 5.
Cuando el valor I_{cu} sobrepasa los 200 kA en la categoría de empleo A o 100 kA en la categoría de empleo B, el fabricante puede declarar 50 kA como valor de I_{cs}.

5.2.6.3 Relación normal entre los poderes de cierre y de corte en cortocircuito de los interruptores automáticos en caja moldeada.

Esta relación de los interruptores automáticos de corriente alterna, incluyendo los factores de potencia correspondientes se indica en la Tabla Nº 3.

Los poderes asignados de cierre y de corte sólo son válidos, si el interruptor automático se opera en las condiciones prescritas en los numerales 8.2.1.1 y 8.2.1.1 de la norma venezolana COVENIN 3653.

5.2.7 Intensidad asignada de corta duración admisible (I_{cw})

La intensidad asignada de corta duración admisible de un interruptor automático en caja moldeada es el valor de la intensidad de corta duración admisible fijado para ese interruptor por el fabricante, en las condiciones de ensayo especificados en el numeral 8.3.6.2. En corriente alterna, esa intensidad es el valor eficaz (RMS) de la componente periódica de la intensidad prevista de cortocircuito, supuestamente constante durante el retardo de corta duración. El retardo de corta duración asociado a la intensidad asignada de corta duración admisible debe ser como mínimo de 0,05 segundo, siendo los valores preferentes 0,05 – 0,1 – 0,25 – 0,5 y 1,0 segundo.

La intensidad asignada de corta duración admisible no debe tener un valor inferior que la indicada a continuación:

$I_n \leq 2500$ A - Mínimo 12 I_n ó 5 kA (el mayor de los dos valores)

$I_n > 2501$ A - Mínimo 30 kA

5.3 CATEGORÍAS DE EMPLEO

5.3.1 La categoría de empleo de un interruptor automático debe ser fijada en función de que esté o no previsto específicamente para la selectividad por una temporización intencionada respecto a los demás interruptores automáticos montados en serie aguas abajo, en condiciones de cortocircuito.

5.3.2 La categoría de empleo A incluye los interruptores automáticos en caja moldeada, los cuales no están previstos para la selectividad en condiciones de cortocircuito, en relación con otros dispositivos de protección instalados en serie aguas abajo. Estos interruptores automáticos no tienen retardo intencional de corta duración requerido para la selectividad en condición de cortocircuito, por lo tanto no tienen asignados intensidades de corta duración admisible (I_{cw}).

5.3.3 La categoría de empleo B incluye aquellos interruptores automáticos en caja moldeada, los cuales están previstos específicamente para la selectividad en condiciones de cortocircuito, en relación a otros dispositivos de protección instalados en serie aguas abajo; o sea: tienen un retardo intencional de corta duración, que puede ser regulable o fijo. Esos interruptores tienen una corriente asignada de corta duración, que no debe ser menor de 12 I_n ó 5 kA (el valor mayor aplicable) para interruptores menores de 2500 A y 30 kA para mayores de 2501 A.

***NOTA**: La selectividad no está necesariamente garantizada hasta el poder de corte último en cortocircuito (I_{cu}) del interruptor automático, como por ejemplo en el caso de actuación de un disparador instantáneo, pero debe estar por lo menos hasta el valor mínimo indicado arriba.*

5.3.4 El factor de potencia o la constante de tiempo debe corresponder a los valores indicados en la Tabla Nº 4 de esta norma.

5.3.5 Es importante tener en cuenta las diferencias entre los ensayos que se aplican a las dos categorías de empleo, según las secuencias de los procedimientos aplicables.

5.3.6 Hay que prestar atención a las prescripciones del valor mínimo del porcentaje de I_{cs}, las cuales son distintas para las categorías de empleo A y B.

5.3.7 Un interruptor automático de la categoría de empleo A puede tener un retardo intencionado de corta duración previsto para la selectividad en condiciones distintas de los cortocircuitos y una intensidad asignada de corta duración admisible de valor inferior a los indicados en el último párrafo del numeral 5.2.7. En este caso los ensayos comprenden la secuencia de ensayos IV (véase numeral 8.3.6), a la intensidad asignada de corta duración admisible.

5.4 CIRCUITOS DE MANDO Y AXILIARES

5.4.1 Los circuitos eléctricos de mando, si están presentes en un interruptor en caja moldeada, deben tener las características siguientes, debidamente identificadas:

- Naturaleza de la corriente (continua o alterna)
- La frecuencia asignada a los circuitos de mando y de la alimentación, si este es diferente de la tensión nominal asignada al interruptor.

5.4.2 Se recomienda utilizar tensiones normalizadas en el país tales como 24, 48, 110, 125, 220 y 250 V en corriente continua y 24, 48, 120 y 240 V en corriente alterna, de 60 ó 50/60 Hz. Las condiciones de funcionamiento satisfactorias se basan en un valor de la tensión de alimentación de mando, que no es inferior al 85% de su valor asignado cuando la corriente que circula en los circuitos de mando alcanza su valor más elevado, ni superior a 110% de su valor nominal.

5.4.3 Se debe indicar la naturaleza de los contactos auxiliares a utilizar (contactos tipo NA, NC o conmutables NA/NC o contactos tipos "a" ó "b" según numeral 3.41) en los equipos auxiliares instalados.

5.5 DISPARADORES

5.5.1 Tipos de disparadores.

5.5.1.1 Disparador de operación (Shunt Trip Release)

5.5.1.2 Disparadores de sobreintensidad.

- Instantáneos
- Con retardo independiente
- Con retardo de tiempo inverso independiente de la carga previa
-Dependiente de la carga previa (por ejemplo de tipo térmico)

El término "Disparador de sobrecarga" se emplea para identificar a los disparadores de sobreintensidad que se utilizan para la protección contra sobrecargas, mientras el término "disparador de cortocircuito" se emplea para designar los dispositivos de sobreintensidad que se utilizan para la protección contra cortocircuitos.

El término disparador regulable, que se emplea en esta norma, incluye tanto los dispositivos fijos como los intercambiables.

5.5.1.3 Disparador de mínima tensión(disparador de apertura)

5.5.1.4. Otros disparadores.

5.5.2 Características.

5.5.2.1 Para un disparador de operación (Shunt Trip) y de mínima tensión (para la apertura) se deben indicar:

- la tensión nominal del circuito de mando (U_c)
- la naturaleza de la corriente (c.a. ó c.c.)
- la frecuencia nominal en caso de c.a.

5.5.2.2 Para los disparadores de sobreintensidad debe ser indicado:

- la corriente nominal asignada (I_n)
- la naturaleza de la corriente (c.a. ó c.c.)
- la frecuencia nominal en caso de c.a.
- la corriente de regulación (ó campo de regulación)
- el tiempo de regulación (ó campo de regulación).
- La temperatura de referencia.

La corriente nominal de un disparador de sobreintensidad es el valor de la corriente (valor eficaz R.M.S. si se trata de c.a.) correspondiente a la regulación máxima de corriente que debe soportar bajo las condiciones de ensayo especificadas en el numeral 8.3.2.5, sin que el calentamiento sobrepase los valores especificados en la Tabla 6.

5.5.3 Corriente de regulación de los disparadores de sobreintensidad

Para los interruptores automáticos equipados con disparadores regulables, la corriente de regulación (o la gama de las corrientes de regulación, en su caso) debe estar marcada sobre el disparador o

sobre su escala de regulación. La indicación puede darse directamente en Amperios o en un múltiplo del valor de la corriente marcada sobre el disparador.

Para los interruptores automáticos equipados con disparadores no regulables, la indicación puede figurar en el interruptor automático. Si las características de funcionamiento del disparador de sobrecarga cumplen con las prescripciones de la Tabla Nº 7, basta indicar en el interruptor automático su intensidad nominal asignada (I_n).

Para los disparadores indirectos que funcionan mediante transformadores de corriente, las indicaciones pueden referirse a la intensidad primaria del transformador de corriente que los alimenta, o a la corriente de regulación del disparador de sobrecarga. En ambos casos, debe indicarse la relación de transformación del transformador de corriente.

Salvo especificaciones contrarias:

- el valor de funcionamiento de los disparadores de sobrecarga distintos de los del tipo térmico es independiente de la temperatura del aire ambiente en los límites de –5° C a +40° C;

- para los disparadores del tipo térmico, los valores indicados corresponden a una temperatura de referencia de +30° C ± 2° C. El fabricante debe precisar la influencia de las variaciones de la temperatura del aire ambiente.

5.5.4 Regulación del tiempo de actuación de los disparadores de sobreintensidad.

5.5.4.1 Disparadores de sobreintensidad con retardo independiente.

El retardo de estos disparadores es independiente de la sobreintensidad. La regulación del tiempo de actuación debe definirse como igual al valor en segundos de la duración de apertura del interruptor automático si el retardo no es regulable, o a los valores extremos de la duración de apertura si el retardo es regulable.

5.5.4.2 Disparadores de sobreintensidad de tiempo inverso.

El retardo de estos disparadores depende de la sobreintensidad.

Las características tiempo/intensidad deben darse en curvas proporcionadas por el fabricante. Estas deben indicar cómo el tiempo de apertura, a partir del estado frío, varía en función de la intensidad en la zona de funcionamiento del disparador. El fabricante debe indicar, por medios adecuados, las tolerancias aplicables a estas curvas.

Estas curvas deben darse para cada uno de los valores extremos de la corriente de regulación y si el tiempo de la regulación es ajustable, es recomendable que aquellas se den igualmente para cada uno de los valores extremos del tiempo de ajuste.

Se recomienda representar la corriente en abscisas y el tiempo en ordenadas, empleando escalas logarítmicas. Además, con objeto de facilitar el estudio de la coordinación de los distintos tipos de protección contra las sobreintensidades , se recomienda representar la corriente en múltiplos de la corriente de regulación y el tiempo en segundos, empleando escalas normalizadas según la figura Nº 1.

5.6 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS CON FUSIBLES INCORPORADOS.

El fabricante debe proporcionar informes precisos sobre la coordinación entre los disparadores de sobreintensidad y los fusibles de respaldo incorporados en el interruptor automático, así mismo debe dar los tipos y las características de los fusibles e indicar el valor máximo de cresta de la corriente prevista de cortocircuito, al cual el interruptor automático y los fusibles están adaptados a funcionar, tomando en cuenta las tensiones de empleo previstas. Se recomienda preparar las curvas de disparo tanto de los disparadores de sobreintensidad como de los fusibles de respaldo, indicando la función coordinada entre ellos y entregarlas al usuario junto con el equipo.

5.7. SOBRETENSIONES DE MANIOBRA.

Cuando el fabricante declara un valor de tensión asignada soportada al impulso (U_{imp}), debe especificar el valor de sobretensiones de maniobra ocasionadas por la maniobra del interruptor, que este pueda soportar sin dañarse. El valor indicado no debe sobrepasar el valor de tensión asignada soportada al impulso (U_{imp}), declarado en las especificaciones técnicas del interruptor.

6. REQUISITOS REFERENTES A LA FABRICACIÓN

6.1 GENERALES

6.1.1 Materiales

Los materiales empleados en la fabricación de los interruptores en caja moldeada deben ser adecuadas para las aplicaciones particulares y contribuir para que ellos puedan cumplir con los requisitos relevantes de los ensayos respectivos. Se llama especialmente la atención sobre la capacidad de resistir a la llama y la humedad de los materiales aislantes utilizados, así mismo la necesidad eventual de protegerlos contra la humedad.

6.1.2 Piezas destinadas a conducir corriente y sus conexiones.

Las piezas destinadas a conducir corriente deben tener la fuerza mecánica necesaria y la capacidad de carga de corriente a soportar para el uso a que están diseñadas. En las conexiones eléctricas la presión de contacto no debe ser trasmitida por medio de un material aislante que no sea cerámica u otro material teniendo características no menos adecuadas, a menos que haya suficiente elasticidad o capacidad de recuperación en las partes metálicas para compensar cualquier encogimiento o expansión posible del material aislante.

6.2 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.

Las piezas fabricadas de hierro o acero (con excepción de los elementos térmicos, caras de magnetos, piezas endurecidas o pulidas, tales como superficies de deslizamiento), deben ser protegidas contra la corrosión por galvanización u otros medios de protección equivalentes.
Tratamiento con fosfatos con cobertura de aceite o cera es aceptable como protección contra corrosión para magnetos y armaduras; aceitar es aceptable para resortes de acero, así mismo, es el uso de acero inoxidable sin protección adicional, si es pulido.

6.3 MECANISMOS DE OPERACIÓN

6.3.1 El mecanismo interno de operación de un interruptor automático en caja moldeada, debe ser del tipo manual independiente, de disparo libre y/o de cierre impedido.

6.3.2 Tanto el mecanismo interno como la manija de operación deben ser aislados de las partes conductoras de corriente según la tensión de aislamiento.

6.3.3 El diseño del interruptor debe ser tal que, cuando sea usado según requerimientos, la manija no debe quedar cerca o en la posición de abierto si los contactos principales estén cerrados.

6.3.4 La manija debe indicar claramente si los contactos principales del interruptor se encuentren cerrados o abiertos, utilizando los símbolos "O" para abierto y "I" para cerrados. En el caso de interruptores automáticos se permite una tercera posición, la de disparado, entonces la manija debe quedar muy cerca de la posición abierta.

6.4 DISTANCIAS DE AISLAMIENTO Y LINEAS DE FUGA.

6.4.1 Generalidades.

6.4.1.1 Los valores adecuados para las distancias de aislamiento y las líneas de fuga dependen en gran medida de factores variables, tales como condiciones atmosféricas, el tipo de aislamiento empleado, la disposición de los trayectos de fuga y las condiciones de la red en la cual el interruptor debe utilizarse, por estas razones, la selección de los valores adecuados es responsabilidad del fabricante.

6.4.1.2 Se recomienda prever en la superficie de las partes aislantes nervios dispuestos de modo que se rompa la continuidad de cualquier depósito conductor que pueda formarse.

6.4.1.3 Se permite el uso de una barrera de material aislante para la separación entre partes metálicas vivas no aisladas y partes metálicas puestas a tierra (incluyendo el metal de una envolvente) o entre partes metálicas vivas no aisladas de polaridad opuesta. Esta barrera puede ser utilizada adicionalmente en conjunto con una distancia de aislamiento en el aire.

6.4.1.4 Las partes conductoras recubiertas únicamente de barniz o esmalte, o protegidos solamente por oxidación o mediante un proceso similar, no se consideran aislados desde el punto de vista de las distancias de aislamiento y de las líneas de fuga .

6.4.1.5 Las distancias de aislamiento y las líneas de fuga deben mantenerse en las condiciones siguientes:

- Sin las conexiones eléctricas exteriores.
- Con los conductores aislados o desnudos, del tipo y de todas las dimensiones especificadas para el interruptor, conectadas según las instrucciones del fabricante.
- Después de la sustitución de piezas intercambiables, teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación máximas admisibles.
- Tomando en cuenta las deformaciones posibles debido a los efectos de la temperatura, del envejecimiento de los materiales, de los choques o vibraciones o a las condiciones de cortocircuito, que el interruptor pueda tener que soportar.

6.4.2 Determinación de las distancias de aislamiento y de las líneas de fuga.

6.4.2.1 Para la determinación de las distancias de aislamiento y de las líneas de fuga, se recomienda tener en cuenta los puntos siguientes:

- Las distancias de aislamiento se miden en línea recta entre los dos puntos vivos de polaridad diferente o entre un punto vivo y una parte puesta a tierra, tomando en cuenta los nervios y/o barreras de más de 2,0 mm de altura, si existen.

- Para la determinación de una línea de fuga, las ranuras de profundidad y de anchura iguales o mayores de 2,0 mm se miden a lo largo de su entorno; así mismo se toman en cuenta los nervios o barreras de altura superior a 2,0 mm si forman parte de una pieza de material aislante, siguiendo el camino más corto sobre la superficie aislante entre los dos puntos vivos de diferente polaridad o entre un punto vivo y una parte puesta a tierra.

6.4.2.2 En caso de los interruptores en caja moldeada para los cuales el fabricante ha declarado un valor de tensión asignada soportada al impulso (U_{imp}), los valores mínimos están indicados en la tabla N° 8 de esta norma, basada en la norma IEC 947-1.

En caso de los interruptores de caja moldeada para los cuales el fabricante no ha declarado ningún valor de tensión asignada soportado el impulso (U_{imp}), los valores mínimos están indicados en la tabla N° 9, basada en la norma ANSI/NEMA AB-1.

6.5 TERMINALES

6.5.1 Requisitos de construcción

6.5.1.1 Todas las partes de los terminales que mantienen contacto y conducen corriente deben ser fabricados de metales con una rigidez mecánica adecuada.

6.5.1.2 Todas las partes de los terminales para cables deben ser construidos en tal forma, que los conductores se conecten con tornillos, resortes u otros medios equivalentes que aseguren mantener la presión de contacto necesario.

6.5.1.3 Los terminales para cables deben ser diseñados para sujetar todos los hilos de un conductor trefilado entre superficies metálicas sin dañarse ni dañar los hilos del conductor

6.5.1.4 Los terminales no pueden permitir el desplazamiento de los conductores ni desplazarse en una manera que sea perjudicial a la operación del interruptor o que reduzca la tensión de aislamiento por debajo de los valores asignados debido a la reducción de las distancias de aislamiento, de las líneas de fuga o de ambos.

6.5.1.5 Los requisitos de este articulo deben ser verificados según la norma Venezolana 11:08-010, numerales 9.2.4.1, 9.2.4.2, 9.2.4.3, 9.2.4.4 y 9.2.4.5.

6.5.2 Capacidad de conexión

El fabricante debe indicar el tipo (sólido, trenzado o flexible) y las secciones mínimas y máximas de los conductores para los cuales el terminal es adecuado y si aplicable, el número de los conductores simultáneamente conectables. Sin embargo, la sección máxima no debe ser menor que la indicada en el numeral 8.3.2.5 para el ensayo del aumento de la temperatura. Así mismo el terminal debe ser adecuado para conductores del mismo tipo (sólido, trenzado o flexible) por lo menos dos calibres menores, como indicado en la tabla N° 10, valores normalizados de conductores de cobre redondos según ISO (métricos) y/o ANSI/NEMA (AWG/MCM).

6.5.3 Conexiones

Los terminales para conductores exteriores deben ser cómodamente accesibles durante la instalación.

Los tornillos y tuercas de los terminales no deben ser usados para la fijación de otros componentes, aunque ellos puedan mantener los terminales en su sitio o evitar que se giren.

6.5.4. Identificación y numeración

Los terminales deben ser identificados y marcados en forma permanente, como se indica en el numeral 9.2.2 de esta norma.

6.6 DIMENSIONES EXTERNAS

El fabricante puede seleccionar las dimensiones externas de los interruptores en caja moldeada a su conveniencia, sin embargo, una vez definida una dimensión (ancho, longitud y profundidad) e indicada en la documentación técnica del producto, esta debe ser cumplida con la tolerancia máxima de ± 1,0 % de la dimensión indicada. No es aceptable que una serie de interruptores tenga solamente tolerancias positivas o negativas al respecto de las dimensiones indicadas en los planos de construcción aprobados. El numeral 8.4.6 especifica los ensayos requeridos para la verificación de las dimensiones externas.

7 REQUISITOS REFERENTES AL FUNCIONAMIENTO.

7.1 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.

7.1.1 Cierre

Para que un interruptor automático en caja moldeada cierre con seguridad cuando debe establecer una intensidad que corresponda a su poder asignado de cierre en cortocircuito, es esencial que sea maniobrado con la misma velocidad y con la misma fuerza que durante los ensayos de tipo de verificación del poder de cierre en cortocircuito.

7.1.1.1 Cierre manual dependiente.

Para un interruptor en caja moldeada previsto de un mecanismo de cierre manual dependiente, no es posible fijar un valor de poder asignado en cortocircuito sin tener en cuenta las condiciones de maniobra mecánica. Este tipo de interruptor no debe utilizarse en los circuitos para los cuales el valor de cresta de intensidad establecida prevista supere los 10 KA.

7.1.1.2 Cierre manual independiente

En el caso de un interruptor automático previsto de un mecanismo de cierre manual independiente, es posible fijar un poder asignado de cierre en cortocircuito, ya que no es necesario tener en cuenta las condiciones de maniobra mecánica.

7.1.1.3 Cierre dependiente con fuente de energía exterior.

El dispositivo de cierre, incluyendo los relés intermedios de mando, deben poder asegurar el cierre del interruptor en todos los casos, desde el funcionamiento en vacío hasta el que corresponda al poder asignado de cierre, cuando el valor de la tensión de alimentación, medido durante la maniobra de cierre, se mantenga dentro de los límites de 85% y 110% de la tensión asignada de alimentación de mando y en caso de la corriente alterna, a la frecuencia asignada.

Al 110% de la tensión asignada de alimentación de mando, la maniobra de cierre, cuando se realiza en vacío, no debe provocar ningún daño en el interruptor.

Al 85% de la tensión asignada de alimentación de mando, la maniobra de cierre debe estar asegurada cuando la intensidad establecida por el interruptor es igual a su poder asignado de cierre en los límites permitidos por el funcionamiento de sus relés o disparadores y si se indica un valor máximo para el tiempo de cierre, en un tiempo que no sobrepase este valor máximo.

7.1.1.4 Cierre independiente con fuente de energía exterior.

Un interruptor en caja moldeada de maniobra de cierre independiente con fuente de energía exterior puede tener un poder asignado de cierre en cortocircuito sin tener en cuenta las condiciones de cierre. Los órganos motores de los mecanismos de acumulación, así como los órganos de mando de cierre, deben poder funcionar según las especificaciones del fabricante.

7.1.1.5 Cierre con acumulación de energía.

Este tipo de mecanismo de cierre debe poder asegurar el cierre del interruptor en cualquier condición entre el funcionamiento en vacío y su poder asignado de cierre.
Los órganos motores de los mecanismos de acumulación, así como los órganos de mando de cierre, si aplicable, deben poder funcionar cuando su

tensión de alimentación auxiliar está comprendida entre 85% y 110% del valor de la tensión asignada de alimentación de mando.

Los contactos móviles no deben poder moverse de la posición de apertura sin que la energía sea suficiente para efectuar enteramente la maniobra de cierre de modo satisfactorio.

7.1.2 Apertura

7.1.2.1 Los interruptores en caja moldeada, cuya apertura es automática, deben ser de disparo libre y la energía necesaria para su disparo debe estar almacenada antes de que acabe la maniobra de cierre.

7.1.2.2 Apertura por disparadores de mínima tensión

a) Tensión de funcionamiento

Cuando un relé o un disparador de mínima tensión está asociado a un aparato de conexión, debe provocar la apertura del interruptor , aunque la tensión decrezca lentamente, para un valor comprendido entre 70% y 35% de su tensión asignada.

***NOTA**-Un disparador de falta de tensión es un tipo particular de bobina de desconexión de mínima tensión para el cual la tensión de funcionamiento está comprendida entre 35% y 10% de la tensión asignada de alimentación.*

Un relé o disparador de mínima tensión debe impedir el cierre del interruptor cuando su tensión de alimentación es inferior a 35% de la tensión asignada de ese relé o disparador y deberá permitir el cierre del interruptor a tensiones de alimentación iguales o superiores a 85% del valor asignado. Salvo prescripción contraria de la norma de interruptor correspondiente, el límite superior de la tensión de alimentación debe ser 110% de su valor asignado.

Estos valores se aplican tanto en corriente continua como en corriente alterna, a la frecuencia asignada.

b) Tiempo de funcionamiento

Para un relé o un disparador de mínima tensión temporizada, el retardo debe medirse a partir del momento en que la tensión alcanza su valor de funcionamiento hasta el momento en que el relé o el disparador acciona el dispositivo de desconexión del interruptor.

7.1.2.3 Apertura por disparadores de operación (Shunt-trip relays)

Un disparador de operación debe provocar la desconexión para todas las condiciones de funcionamiento del interruptor en que la tensión de alimentación del disparador, medida durante la maniobra de desconexión, está comprendida entre el 70% y el 110% de la tensión asignada de alimentación de mando y, en el caso de corriente alterna, a la frecuencia asignada.

7.1.2.4 Apertura por disparadores de sobreintensidad

a) Apertura en condiciones de cortocircuito.

El disparador de cortocircuito debe provocar el disparo del interruptor automático con una precisión de ±20% para todos los valores de la intensidad de regulación del disparador.

Si es necesario para la coordinación relativa a las sobreintensidades (véase 3.2.11 y 3.5.7), el fabricante debe suministrar informaciones (normalmente curvas) indicando:

-el valor máximo de cresta de la intensidad cortada limitada en función de la intensidad prevista (valor eficaz simétrico);
-la característica I^2t (véase 3.6.3) para los interruptores automáticos de categoría de empleo A (5.3.2) y, si procede, B (5.3.3) para los interruptores automáticos de mando instantáneo.

La conformidad con estas informaciones puede verificarse durante los ensayos de tipo de las secuencias de ensayo II y III (véase numerales 8.3.4 y 8.3.5).

***NOTA**: Se pueden suministrar otros tipos de datos para verificar las características de coordinación de los interruptores automáticos, por ejemplo de los ensayos referentes a combinaciones de dispositivos de protección contra los cortocircuitos.*

b) Apertura en condiciones de sobrecarga.

1 Funcionamiento instantáneo o de retardo independiente.

El disparador debe funcionar con una precisión de ±10% para todos los valores de la intensidad de regulación del disparador de sobrecarga.

2 Funcionamiento a tiempo inverso.

Los valores convencionales de funcionamiento a tiempo inverso figuran en la tabla 7.

A la temperatura de referencia (véase 5.5.3) y a 1,05 veces la intensidad de regulación, es decir a la intensidad convencional de no desconexión, estando el .disparador de apertura alimentado en todos sus polos, la desconexión no debe producirse en un tiempo inferior al tiempo convencional a partir del estado frío, es decir con el interruptor automático a la temperatura de referencia.

Además, cuando al acabar el tiempo convencional, el valor de la intensidad se lleva inmediatamente a 1,35 veces la intensidad de regulación, es decir a la intensidad convencional de desconexión; la desconexión debe producirse a continuación en un tiempo inferior al tiempo convencional.

NOTA: *La temperatura de referencia es la temperatura ambiente sobre la que se basa la característica tiempo/intensidad del interruptor automático.*

Si el fabricante declara que un disparador es sensiblemente independiente de la temperatura ambiente, los valores de intensidad d la tabla Nº 7 deben aplicarse dentro del campo de temperaturas anunciados por el fabricante , con una variación que no sobrepase 0,3 % / K

La amplitud del campo de temperatura debe ser como mínimo igual a 10 K a los dos lados de la temperatura de referencia.

7.2 CALENTAMIENTO

7.2.1 Límites de calentamiento

Los calentamientos de las distintas partes de un interruptor automático, medidos en las condiciones prescritas en el numeral 8.3.2.5 no deben superar los valores límites indicados en la tabla 6, durante los ensayos realizados según el numeral 8.3.3.6. Los calentamientos de los bornes no deben superar los valores límite que figuran en la tabla 6 durante los ensayos realizados según los numerales 8.3.4.3 y 8.3.6.3.

7.2.2 Temperatura del aire ambiente

Los límites de calentamiento indicados en la tabla 6 sólo son válidos si la temperatura del aire ambiente se mantiene entre los límites indicados en el numeral 4.3.1 de esta norma.

7.2.3 Circuito principal

El circuito principal de un interruptor automático, incluidos los disparadores de sobreintensidad que puedan estar asociados al mismo, deben poder soportar la intensidad térmica convencional del aparato (I_{th} o I_{the} según el caso, véanse numerales 5.2.2.2 y 5.2.2.3, sin que los calentamientos superen los límites especificados en la tabla 6.

7.2.4 Circuitos de mando

Los circuitos de mando, incluidos los aparatos para circuitos de mando, utilizados en las maniobras de cierre y abertura de un interruptor automático, deben permitir realizar el servicio asignado previsto en el numeral 5.2.5, así como efectuar los ensayos de calentamiento especificados en el numeral 8.3.2.5, sin que los calentamientos superen los límites especificados en la tabla 6.

7.2.5 Circuitos auxiliares

Los circuitos auxiliares, incluidos los dispositivos auxiliares, deben poder soportar su intensidad térmica convencional, sin que los calentamientos superen los límites especificados en la tabla 6 cuando son ensayados según las prescripciones del numeral 8.3.2.5.

7.3 PROPIEDADES DIELÉCTRICAS

7.3.1 Si el fabricante ha declarado un valor de tensión asignada soportada al impulso (U_{imp}), se aplican las prescripciones siguientes, las cuales permiten la posibilidad de coordinar el aislamiento de un interruptor con las condiciones existentes en la instalación.

7.3.1.1 El interruptor debe resistir sin falla los ensayos dieléctricos especificados en el numeral 9.3.3.4 de la NVC- 3653.

7.3.1.2 El interruptor debe resistir la tensión asignada soportada al impulso (U_{imp}) , (ver 5.2.1.3), alterna o continua, según la tabla Nº 2 . La tensión asignada soportada al impulso no debe ser inferior a la que corresponda según las tablas 17 y 18 de esta norma y a la categoría de sobretensión correspondiente de la red de alimentación del

circuito en el lugar donde va a ser usado el interruptor.

7.3.1.3 El método como variante para verificar las propiedades dieléctricas por medio de un ensayo a frecuencia industrial de un minuto, también puede ser empleado, sin embargo conviene recordar que, en este caso, no se pueden verificar las condiciones de la coordinación del aislamiento. Este método de ensayo es generalmente utilizado para verificar el estado del interruptor después de los ensayos de funcionamiento.

7.4 APTITUD PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EL CORTE EN VACIO Y EN LAS CONDICIONES NORMALES DE CARGA Y SOBRECARGA.

7.4.1 Funcionamiento en sobrecarga

El interruptor automático en caja moldeada debe ser capaz de efectuar el número de ciclos de maniobras previsto en las condiciones de ensayo del numeral 8.3.3.4, siendo la intensidad en el circuito principal superior a su intensidad nominal.
Cada ciclo de maniobra consiste en una operación de cierre, seguida de una operación de apertura.

7.4.2. Aptitud para el funcionamiento en servicio

7.4.2.1 El interruptor debe ser capaz de establecer, conducir y cortar sin falla las intensidades que circulan en su circuito principal en las condiciones que corresponden a la categoría de empleo especificada y efectuar el número de ciclos de maniobras previsto en las condiciones de ensayo del numeral 8.3.3.3.

7.4.2.2 El interruptor debe cumplir con el número de ciclos de maniobra indicado en la Tabla N° 11, como sigue:

- Para el ensayo de funcionamiento en servicio sin corriente en el circuito principal, en las condiciones de ensayo descritas en el numeral 8.3.3.3.3.

- Para el ensayo de funcionamiento en servicio con corriente en el circuito principal, en las condiciones de ensayo descritas en el numeral 8.3.3.3.4.

Cada ciclo de maniobra consiste o de una operación de cierre seguida de una operación de apertura en ensayos sin corriente, o de una operación de establecimiento seguida de una operación de corte, en ensayos con corriente.

7.5 APTITUD PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EL CORTE EN CONDICIONES DE CORTOCIRCUITO.

7.5.1 El interruptor automático en caja moldeada debe ser diseñado y fabricado de tal modo, que pueda soportar en las condiciones especificadas las solicitaciones térmicas, dinámicas y eléctricas ocasionadas por un cortocircuito de una magnitud dada en sus características técnicas.

7.5.2 Las corrientes de cortocircuito pueden manifestarse:

- durante las maniobras de establecimiento;
- cuando la corriente se establece en posición de cierre;
- en caso de interrupción de la corriente

7.5.3 La aptitud de un interruptor automático para establecer, soportar y cortar corrientes de cortocircuito está definida por las características técnicas asignadas siguientes:

- El poder asignado de cierre en cortocircuito, según los numerales 5.2.6.1 y 5.2.6.3.
- El poder asignado de corte en cortocircuito, según el numeral 5.2.6.2.
- La intensidad asignada de corta duración admisible, según el numeral 5.2.7.

7.5.4 El fabricante tiene la responsabilidad de asegurar que las características de disparo del interruptor automático son compatibles con su capacidad para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos inherentes.

7.6 SOBRETENSIONES DE MANIOBRA

7.6.1 Un interruptor en caja moldeada no debe crear ni ser sometido a sobretensiones de maniobra superiores a su tensión asignada soportada al impulso. Se recomienda tener en cuenta este hecho en el momento de elegir un interruptor para su empleo en un circuito dado.

7.6.2 Los interruptores que tienen más de una tensión asignada de empleo y/o destinados a ser utilizados a niveles distintos de sobretensiones transitorias, no deben crear sobretensiones superiores al nivel más bajo indicado para las

sobretensiones de maniobra, a la tensión asignada de uso correspondiente.

7.7 REQUISITOS PARTICULARES PARA LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS CON FUSIBLES INCORPORADOS.

Nota: Para la coordinación de los interruptores automáticos y los fusibles separados asociados en un mismo circuito, véase el anexo B.

Un interruptor automático con fusibles incorporados debe cumplir esta norma en todos los aspectos hasta el poder asignado de corte último en cortocircuito. En particular, debe responder a los requisitos de la secuencia de ensayos V (Véase numeral 8.3.7).

El interruptor automático debe actuar sin provocar el funcionamiento de los fusibles, en presencia de sobreintensidades que no sobrepasen la intensidad límite de selectividad I_s declarada por el fabricante.

Para todas las sobreintensidades hasta e incluido el poder asignado de corte último en cortocircuito atribuido al conjunto, el interruptor automático debe abrirse cuando funcionan uno o varios fusibles para evitar la alimentación en una sola fase. Si el fabricante declara que el interruptor automático es de cierre impedido (véase numeral 3.2.10), no debe ser posible volver a cerrar el interruptor automático hasta que hayan sido sustituidos, o bien los elementos de sustitución fundidos, o cualquier elemento de sustitución que falte, o que los dispositivos de enclavamiento no hayan sido nuevamente rearmados.

8 ENSAYOS

8.1 NATURALEZA DE LOS ENSAYOS

Los ensayos deben efectuarse para verificar la conformidad de los requisitos de esta norma .

8.1.1 Los ensayos destinados a verificar las características de los interruptores automáticos y no automáticos en caja moldeada son:

-Los ensayos tipo (véase numeral 8.3)

-Los ensayos individuales o sobre muestras (véase numeral 8.4)

- Los ensayos de conformidad de fabricación.

- Los ensayos adicionales y/o especiales, según mutuo acuerdo entre el fabricante y el usuario.

8.1.2 Los ensayos de tipo comprenden los ensayos siguientes:

Ensayos	Numerales
Calentamiento	8.3.2.5
Límites y características de disparo	8.3.3.1
Propiedades dieléctricas	8.3.3.2
Aptitud para el funcionamiento en servicio	8.3.3.3
Funcionamiento en sobrecarga (si procede)	8.3.3.4
Poderes de corte en cortocircuito	8.3.4 y 8.3.5
Intensidad de corta duración admisible (si procede)	8.3.6
Funcionamiento de interruptores automáticos con fusibles incorporados	8.3.7

Los ensayos de tipo deben ser realizados por el fabricante en sus talleres o en cualquier laboratorio adecuado a su elección.

8.1.3 Los ensayos individuales o sobre muestras comprenden los ensayos siguientes:

Ensayos	Numerales
Funcionamiento mecánico	8.4.3
Calibrado de los disparadores	8.4.4
Rigidez dieléctrica	8.4.5
Verificación de las dimensiones externas	8.4.6

8.2 ENSAYOS DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES DE FABRICACIÓN

Para la verificación, de que el interruptor en caja moldeada cumple con los requisitos relativos a la fabricación (véase capitulo 6 de esta norma), deben ser aplicadas las disposiciones y ensayos descritos en la sección 9.2 de la norma venezolana COVENIN 3653.

Los ensayos que incluyen la verificación de las propiedades mecánicas de los terminales o bornes, su resistencia mecánica, ensayos de deterioro y/o aflojamiento accidental de los conductores (ensayo de flexión) y los ensayos de tracción, son considerados como ensayos de tipo adicionales.

8.3 ENSAYOS DE TIPO

Para evitar la repetición de textos idénticos referentes a las distintas secuencias de ensayos, se

han reagrupado al principio de este numeral las condiciones generales de ensayo bajo los tres títulos:

-Condiciones de ensayo aplicables a todas las secuencias (numerales 8.3.2.1 a 8.3.2.4);

-Condiciones de ensayo aplicables a los ensayos de calentamiento (numeral 8.3.2.5);

-Condiciones de ensayo aplicables a los ensayos de cortocircuito (numeral 8.3.2.6)

En la medida de lo posible, estas condiciones generales de ensayo se refieren a las reglas descritas en la norma Venezolana COVENIN 11:08-010, o se basan en ellas.

Cada secuencia de ensayo se refiere a las condiciones generales de ensayo que son aplicables. Esto exige el empleo de referencias, pero permite presentar cada secuencia de ensayos en una forma muy simplificada.

El termino "ensayo" se utiliza en todo este capítulo para cada ensayo a realizar ; conviene interpretar el término "verificación " en el sentido de "ensayo de verificación", que se emplea donde está destinado a verificar el estado del interruptor automático después de un ensayo precedente durante una secuencia de ensayos donde el interruptor automático podría haberse averiado.

En la tabla N° 12 se da un índice alfabético para localizar con mayor facilidad una condición de ensayo o un ensayo. Este índice comprende los términos con mayores probabilidades de emplearse y no necesariamente los términos exactos que figuran en el título de los numerales correspondientes.

8.3.1 Secuencias de los ensayos

Los ensayos de tipo están agrupados por secuencias, como se indica en la tabla 13.

Para cada secuencia, los ensayos deben realizarse en el orden indicado.

8.3.2 Condiciones generales para los ensayos

8.3.2.1 Prescripciones generales

a) Salvo indicación contraria del fabricante, cada secuencia de ensayos debe realizarse sobre una muestra de un interruptor automático (o un juego de muestras) en estado nuevo y limpio.

b) El número de muestras a ensayar para cada secuencia de ensayos y las condiciones de ensayo (por ejemplo: regulación de los disparadores de sobrecarga, conexión de los bornes) según los parámetros del interruptor automático, están indicados en la tabla 14.

c) Cuando es necesario, se dan informaciones complementarias en los numerales correspondientes.

d) Salvo especificación contraria, los ensayos deben realizarse sobre un interruptor automático cuya intensidad asignada sea la máxima para un tamaño dado de una fabricación similar y se supone que son válidos para todas las intensidades asignadas de ese tamaño y de esa construcción.

e) Los interruptores automáticos a ensayar deben corresponder en todos sus detalles esenciales al diseño del tipo que representan.

f) Salvo indicación contraria, los ensayos deben realizarse con una corriente de la misma naturaleza, y en el caso de corriente alterna, de la misma frecuencia asignada y con el mismo número de fases que para el servicio al que está designado el interruptor automático.

g) Si el mecanismo es con mando eléctrico, debe estar alimentado con la tensión mínima especificada en el numeral 7.1.1.3. Además, los mecanismos con mando eléctrico deben estar alimentados por los circuitos de mando adecuados del interruptor automático completo, con sus dispositivos de conexión. Hay que verificar que el interruptor automático funcione correctamente en vacío cuando se maniobra en las condiciones anteriores.

h) El interruptor automático a ensayar debe estar montado completo sobre un soporte adecuado para mantenerlo firme hasta bajo las condiciones de ensayo más adversas.

-Un interruptor automático designado a ser utilizado en una envolvente individual debe ensayarse en la más pequeña de esas envolventes especificadas por el fabricante.

NOTA: *Una envolvente individual es una envolvente diseñada y dimensionada para contener un solo interruptor automático.*

-Un interruptor automático que no esté previsto para utilizarse en una envolvente individual debe ensayarse al aire libre. Sin embargo, para los ensayos referentes al funcionamiento en servicio con intensidad (numeral 8.3.3.3), al funcionamiento en sobrecarga (numeral 8.3.3.4), al cortocircuito (numerales 8.3.4.1, 8.3.5.2, 8.3.6.4, 8.3.7.1, 8.3.7.5, 8.3.7.6 y 8.3.8.3) así como al comportamiento a la corriente de corta duración admisible (numerales 8.3.6.2 y 8.3.8.2) según el caso, debe colocarse una rejilla metálica sobre todas las caras del interruptor automático según las instrucciones del fabricante.

Los detalles de ese montaje, incluidas las distancias del interruptor automático a la rejilla metálica, deben figurar en el informe de ensayos.

i) El mantenimiento o la sustitución de piezas no está autorizado.

j) Si, por la comodidad del ensayo, se considera útil aumentar la severidad de un ensayo (por ejemplo adoptar una cadencia de maniobras más elevada para reducir la duración del ensayo), ello no puede hacerse sin el consentimiento del fabricante.

k) Para los ensayos en corriente monofásica sobre los polos individuales de los interruptores automáticos multipolares para alimentación de un circuito con una fase puesta a tierra, véase el anexo C.

8.3.2.2 Magnitudes de ensayo

8.3.2.2.1 Valores de las magnitudes de ensayo
Todos los ensayos deben efectuarse con los valores de las magnitudes de ensayo que corresponden a las características asignadas fijadas por el fabricante, según los datos técnicos particulares para cada interruptor o grupo de interruptores con tamaños de estructuras iguales.

8.3.2.2.2 Tolerancias sobre las magnitudes de ensayo

Los valores consignados en el reporte de pruebas deben estar entre las tolerancias indicadas en la tabla Nº 15 de esta norma, salvo especificaciones contrarias en los numerales correspondientes. De todos modos, según el acuerdo entre el usuario y el fabricante, los ensayos pueden ser realizados en condiciones más severas que las especificadas.

8.3.2.2.3 Frecuencia del circuito de ensayo en corriente alterna

Todos los ensayos deben realizarse a la frecuencia asignada del interruptor. Para todos los ensayos de cortocircuito, si el poder de corte asignado depende esencialmente del valor de la frecuencia, la tolerancia no debe superar ± 5%.

Si el fabricante indica que el poder de corte asignado es sustancialmente independiente del valor de la frecuencia, la tolerancia no debe superar ± 25%.

8.3.2.2.4 Factor de potencia del circuito de ensayo

En corriente alterna, se recomienda que el factor de potencia de cada fase del circuito de ensayo se determina según un método reconocido, que debe ser mencionado en el informe de ensayo. En el anexo E de la norma Venezolana Covenin 3653, se dan dos ejemplos.
El factor de potencia de un circuito polifásico se considera como el valor medio de los factores de potencia de cada fase. El factor de potencia debe ser como se indica en la tabla Nº 4 de esta norma.
La diferencia entre estos valores medios y los valores máximos y mínimos de los factores de potencia en las distintas fases debe mantenerse en las tolerancias ± 0,05%.

8.3.2.2.5 Constante de tiempo del circuito de ensayo

En corriente continua, la constante de tiempo del circuito de ensayo puede ser determinada según el método que se da en el anexo E de la norma Venezolana COVENIN 3653.

La constante de tiempo debe ser como se indica en la tabla Nº 4 de esta norma.

8.3.2.2.6 Tensión de restablecimiento a frecuencia industrial

Para todos los ensayos de poder de corte en cortocircuito, el valor de la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial debe ser 1,05 veces el valor de la tensión nominal de empleo (U_e) fijado por el fabricante.

NOTAS:

1-Se considera que el valor de la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial igual a los 105 % de la tensión nominal de empleo compensa los efectos de las variaciones de la tensión de la red en las condiciones normales de servicio.

2- Esto puede exigir que se aumente la tensión aplicada, pero la tolerancia sobre el valor máximo de cresta de la intensidad establecida prevista no debe sobrepasarse normalmente sin el consentimiento del fabricante.

3- El límite superior de la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial puede aumentarse con el acuerdo con el fabricante (véase numeral 8.3.2.2.2).

8.3.2.3 Interpretación de los resultados de los ensayos

El estado de cada interruptor después de los ensayos debe controlarse por las verificaciones especificadas para cada secuencia . Se considera que un interruptor ha cumplido los requisitos de está norma si responde a las prescripciones de cada secuencia a que se le someta.
La caja de material aislante moldeada no debe presentar ninguna rotura, pero se pueden aceptar fisuras superficiales.

8.3.2.4 Informes o protocolos de ensayos

El fabricante debe estar dispuesto a presentar los informes, reportes y protocolos escritos de los ensayos de tipo que demuestren la conformidad con está norma. Los detalles de las disposiciones de ensayo, tales como el tipo y el tamaño de la envolvente, si aplica, las dimensiones, calidad y calibre de los conductores, las distancias de las partes activas a las partes normalmente puestas a tierra en el servicio normal y el método empleado para accionar el mecanismo de operación, etc, deben ser mencionados en los documentos finales sobre un ensayo en particular .

8.3.2.5 Condiciones de ensayo para los ensayos de calentamiento.

8.3.2.5.1 El interruptor debe responder a las disposiciones del numeral 7.2 y debe ser montado como se especifica en el párrafo h) del numeral 8.3.2.1.

8.3.2.5.2 Temperatura del aire ambiente

La temperatura del aire ambiente debe ser registrada durante el último cuarto del período de ensayo mediante dos captadores de temperatura como mínimo, por ejemplo termómetros o pares termoeléctricos, dispuestos regularmente alrededor del interruptor a la mitad de su altura aproximadamente y a una distancia de aproximadamente 1 m del mismo. Los captadores de temperatura deben estar protegidos contra las corrientes de aire, las radiaciones de calor y los errores de indicación debido a variaciones bruscas de temperatura.

Durante los ensayos la temperatura del aire ambiente debe estar comprendida entre + 10° C y + 40° C y no debe variar en más de 10 K.

De todos modos, si esta variación sobrepasa 3 K, conviene aplicar a la temperatura medida en las distintas partes un factor de corrección adecuado, en función de la constante de tiempo térmico del interruptor.

8.3.2.5.3 Medición de la temperatura de las distintas partes

La temperatura de las distintas partes, excepto las bobinas, debe medirse mediante captadores de temperatura apropiados, en los puntos más susceptibles de alcanzar la temperatura máxima; estos puntos deben mencionarse en el informe de ensayo.

Los captadores de temperatura no deben influir en el calentamiento de modo notable.

Debe garantizarse una buena conductividad térmica entre los captadores de temperatura y la superficie de la parte en ensayo.

Para las bobinas de los electroimanes, debe emplearse generalmente el método de medición de la temperatura por variación de resistencia. El empleo de otros métodos sólo se admite si fuera imposible en la práctica utilizar el método por variación de resistencia.

La temperatura de las bobinas antes del inicio del ensayo no debe diferir en más de 3K de la del medio ambiente que las rodea.

Para los conductores de cobre, el valor de la temperatura en caliente T_2 puede deducirse del de la temperatura en frío T_1 mediante la fórmula siguiente,

en función de la relación de la resistencia en caliente R_2 a la resistencia en frío R_1.

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234{,}5) - 234{,}5$$

Donde
T_1 y T_2 están expresados en grados Celsius

El ensayo debe efectuarse durante un tiempo suficiente para que el calentamiento alcance un valor de régimen establecido, pero sin sobrepasar 8 h. Se supone que un régimen está establecido cuando la variación no excede 1K por hora.

8.3.2.5.4 Calentamiento de una parte.

El calentamiento de una parte es la diferencia entre la temperatura de esa parte, medida según el numeral 8.3.2.5.3 y la temperatura del aire ambiente, medida según el numeral 8.3.2.5.2.

8.3.2.5.5 Calentamiento del circuito principal

El interruptor debe estar montado como se especifica en el numeral 8.3.2.1, párrafo h y debe estar protegido contra calentamientos o enfriamientos anormales procedentes del exterior.

El interruptor provisto de una envolvente integrada y destinado a funcionar en una envolvente de un tipo especificado debe ensayarse en su envolvente para el ensayo de intensidad térmica convencional. No debe existir ninguna abertura que dé una ventilación que no exista en servicio.

El interruptor destinado a ser empleado en varios tipos de envolventes debe ensayarse, ya sea en la envolvente más pequeña que el fabricante haya declarado adecuada o sin envolvente. Si el interruptor se ensaya sin envolvente, el fabricante debe poder precisar un valor de intensidad térmica convencional bajo envolvente (véase numeral 5.2.2.3.).

Para los ensayos en corriente polifásica, la intensidad debe estar equilibrada en cada fase entre ± 5% y la media de esas intensidades no debe ser inferior a la intensidad de ensayo aplicada.

El ensayo del calentamiento del circuito principal se efectúa a una de las dos intensidades térmicas convencionales definidas en los numerales 5.2.2.2 y 5.2.2.3 y puede efectuarse a cualquier tensión adecuada.

Cuando los intercambios térmicos entre el circuito principal, el circuito de mando y los circuitos auxiliares pueden ser notables, los ensayos de calentamiento especificados en los numerales 8.3.2.5.5, 8.3.2.5.6 y 8.3.2.5.7 deben realizarse simultáneamente.

El interruptor previsto para corriente continua puede ensayarse en corriente alterna si con ello se obtiene una mayor facilidad de ensayo, pero sólo con el acuerdo del fabricante.

En el caso del interruptor multipolar que tenga polos idénticos y se ensaye en corriente alterna, y a reserva del acuerdo del fabricante, el ensayo puede realizarse en corriente monofásica, estando conectados todos los polos en serie, a condición de que los efectos magnéticos puedan despreciarse.

En el caso del interruptor tripolar que tenga un polo neutro distinto de los polos de fases, el ensayo debe incluir:

-un ensayo en corriente trifásica sobre los tres polos idénticos;

- un ensayo en corriente monofásica sobre el polo neutro conectado en serie al polo adyacente, siendo un valor de las magnitudes de ensayo el valor de la intensidad térmica convencional del polo neutro.

Al final del ensayo, el calentamiento de las distintas partes del circuito principal no debe sobrepasar los valores que figuran en la tabla Nº 6.

Según el valor de la intensidad térmica convencional, debe emplearse una de las disposiciones siguientes para las conexiones de ensayo:

i) Para los valores de intensidad de ensayo inferiores a 400 A:

   a) Las conexiones deben ser de conductores de cobre, aislados por policloruro de vinilo, cuyas secciones se dan en la tabla 10.

   b) Las conexiones deben estar al aire libre y separadas por una distancia como mínimo igual a la que existe entre los bornes.

c) Para los ensayos en corriente monofásica y polifásica, la longitud mínima de toda conexión provisional de un borne del interruptor a otro borne, o a la fuente o a un punto común en conexión estrella, debe ser de:

- 1m para las secciones menores o iguales a 35 mm^2 (o AWG # 2)
- 2 m para las secciones mayores de 35 mm^2 (o AWG # 2).

ii) Para los valores de intensidad de ensayo superior a 400 A pero que no sobrepasen 800 A:

a) Las conexiones deben ser de conductores de cobre, aislados por policloruro de vinilo, cuyas secciones se dan en la tabla 10, o barras de cobre equivalentes que figuran en la misma tabla 10, según las recomendaciones del fabricante.

b) Las conexiones especificadas en a) deben estar separadas por una distancia aproximadamente igual a la que existe entre los bornes. Las barras de cobre deben estar pintadas en negro mate. Los conductores múltiples paralelos referentes a la misma fase deben estar agrupados y dispuestos con espacio de aire de unos 10 mm en cada uno de ellos. Las barras múltiples de cobre referentes a un mismo borne deben estar separadas entre ellas por una distancia aproximadamente igual a su espesor . Si las dimensiones indicadas para las barras no son adecuadas a los bornes o no están disponibles, se permite emplear otras barras que tengan aproximadamente las mismas secciones y superficies de enfriamiento aproximadamente iguales o inferiores. Los conductores no pueden ser flexibles y las barras de cobre no pueden ser foliadas.

c) Para los ensayos de corriente monofásica o polifásica, la longitud mínima de toda conexión provisional de un borne del interruptor a otro borne o a la fuente debe ser de 2 m. La longitud mínima a un punto común en conexión estrella puede reducirse a 1,2 m.

iii) Para los valores de intensidad de ensayo superiores a 800 A pero que no sobrepasen 3150 A:

a) Las conexiones deben ser barras de cobre de tamaños indicados en la tabla 10, a menos que el interruptor sólo esté previsto para la conexión de cables. En ese caso, el tamaño y la disposición de esos cables deben cumplir las disposiciones del fabricante.

b) Las barras de cobre deben estar separadas por una distancia aproximadamente igual a la que existe entre los bornes. Las barras de cobre deben estar pintadas en negro mate. Las barras múltiples de cobre referentes a la misma fase deben tener entre ellas una distancia aproximadamente igual a su espesor. Si las dimensiones indicadas para las barras no son adecuadas para los bornes o no están disponibles, se permite emplear otras barras que tengan aproximadamente el mismo espesor y superficies de enfriamiento.

c) Para los ensayos en corriente monofásica o polifásica, la longitud mínima de cualquier conexión provisional de un borne del interruptor a otro borne o a la fuente debe ser de 3 m pero puede reducirse a 2 m a condición de que, en ese caso, el calentamiento del extremo de la conexión, lado fuente, no sea inferior en más de 5 K al calentamiento del punto medio de la conexión. La longitud mínima de una conexión al punto común en estrella debe ser de 2 m.

iv) Para los valores de intensidad de ensayo superiores a 3150 A:

Debe haber un acuerdo entre el fabricante y el usuario sobre todos los puntos particulares del ensayo, tales como: tipo de la fuente de alimentación, número de fases y frecuencia (en su caso), sección de las conexiones de ensayo, etc. Esta información debe figurar en el informe de ensayo.

8.3.2.5.6 Calentamiento de los circuitos de mando

Los ensayos de calentamiento de los circuitos de mando deben realizarse a la intensidad especificada y, si se trata de corriente alterna, a la frecuencia asignada. Los circuitos de mando deben ensayarse a su tensión asignada.
Los circuitos previstos para un funcionamiento continuo deben ensayarse durante un tiempo suficiente para que el calentamiento alcance un valor de régimen estabilizado.

Los circuitos previstos para un funcionamiento intermitente deben ser ensayados aplicando 5 impulsos cortos y seguidos a cada dispositivo.

Al final de los ensayos, el calentamiento de las distintas partes de los circuitos de mando no deben sobrepasar los valores especificados en la tabla Nº 6.

8.3.2.5.7 Calentamiento de los circuitos auxiliares

Los ensayos de calentamiento de los circuitos auxiliares deben realizarse en las mismas condiciones que las previstas en el numeral 8.3.2.5.6, pero pueden realizarse bajo cualquier tensión adecuada.

Al final de estos ensayos el calentamiento de los circuitos auxiliares no debe sobrepasar los valores especificados en la tabla Nº 6..

8.3.2.5.8 Interruptores automáticos tetrapolares

Para los interruptores automáticos en caja moldeada tetrapolares debe realizarse primero un ensayo sobre los tres (3) polos equipados con disparadores de sobreintensidad. En los interruptores automáticos tetrapolares de intensidad nominal menor de 63 A debe realizarse un ensayo complementario, haciendo pasar la corriente de ensayo por el cuarto polo y el polo adyacente. Para los interruptores automáticos tetrapolares mayores de 63 A, el método de ensayo debe ser objeto de un acuerdo particular entre el fabricante y el usuario.

8.3.2.6 Condiciones de ensayo para los ensayos de cortocircuito.

8.3.2.6.1 El interruptor en caja moldeada debe cumplir con las prescripciones indicadas en el numeral 8.3.2.1.

El interruptor automático debe maniobrarse durante los ensayos de modo que reproduzca lo más fielmente posible las condiciones de servicio.

Un interruptor automático de maniobra dependiente de una fuente de energía exterior debe cerrarse durante los ensayos con una alimentación de mando (tensión) igual al 85% de su valor asignado.

Un interruptor automático de maniobra independiente de una fuente de energía exterior debe cerrarse durante los ensayos con el mecanismo de maniobra cargado al valor máximo fijado por el fabricante.

Un interruptor automático de maniobra por acumulación de energía debe cerrarse durante los ensayos con el dispositivo de maniobra alimentado al 85% de la tensión asignada de la alimentación auxiliar.

Si un interruptor automático está equipado con disparadores regulables de máxima intensidad, la regulación de esos disparadores debe ser como se identifica para cada secuencia de ensayos.

En el caso de los interruptores que no tienen disparadores de máxima intensidad, pero que tienen un disparador de operación, éste debe alimentarse con una tensión igual al 70% de la tensión asignada de alimentación del mando de ese disparador (véase numeral 7.1.2.3) aplicada antes del cortocircuito y no más tarde de 10 ms después del inicio de éste.

Para todos los ensayos, el lado de alimentación para el circuito de ensayo debe estar conectado a los bornes correspondientes del interruptor automático tal y como los ha identificado el fabricante. En ausencia de tales identificaciones, las conexiones de ensayo deben ser como se especifica en la tabla 14.

8.3.2.6.2 Circuitos de ensayo

a) Las figuras 8, 9, 10 y 11 representan los esquemas de los circuitos a emplear para los ensayos:

- de un interruptor unipolar en corriente monofásica o en corriente continua (figura 8);
- de un interruptor bipolar en corriente monofásica o en corriente continua (figura 9)
- de un interruptor tripolar en corriente trifásica (figura 10)
- de un interruptor tetrapolar en corriente trifásica en un circuito de cuatro conductores (figura 11).

En el informe de ensayo debe figurar un esquema detallado del circuito empleado para el ensayo.

b) La fuente S alimenta un circuito que comprende resistencias R_1, reactancias X y el interruptor en ensayo D.

La fuente debe, en todos los casos, tener una potencia suficiente para permitir la verificación de las características indicadas por el fabricante.

La resistencia y la reactancia del circuito de ensayo deben ser regulables para cumplir las condiciones de ensayo especificadas. Las reactancias X deben ser sin hierro, deben estar siempre colocadas en serie con las resistencias R_1 y su valor debe obtenerse por el acoplamiento en serie de reactancias unitarias; el acoplamiento en paralelo de reactancias se admite cuando esas reactancias tienen prácticamente la misma constante de tiempo.

Dado que las características de la tensión transitoria de restablecimiento de los circuitos de ensayo, que incluyen reactancias sin hierro de valor elevado, no corresponden a las condiciones habituales de servicio, la reactancia sin hierro en cada fase debe estar puentiada por una resistencia que absorba aproximadamente el 0,6% de la intensidad que atraviesa la reactancia, a menos que haya acuerdo contrario entre el fabricante y el usuario.

c) En cada uno de los circuitos de ensayo (figuras 8,9,10,11), las resistencias y las reactancias están colocadas entre la fuente de alimentación S y el interruptor en ensayo D. Las posiciones del aparato de cierre A y de los dispositivos de registro de las intensidades (I_1, I_2,I_3) pueden ser distintas.

Cuando los ensayos se realizan con una intensidad inferior a su valor asignado, las impedancias suplementarias prescritas deben normalmente estar insertadas aguas abajo del interruptor, entre éste y el cortocircuito; pueden sin embargo estar insertadas aguas arriba; en ese caso el informe de ensayo debe mencionarlo.

Esto se aplica necesariamente a los ensayos de resistencia a la intensidad de corta duración admisible (véase numeral 8.3.6.2).

Salvo acuerdo particular entre el fabricante y el usuario, cuyos detalles deben figurar en el informe de ensayo, el esquema del circuito de ensayo debe ser como en las figuras 8,9,10 y 11.

Solo debe haber un único punto del circuito de ensayo conectado a tierra: puede ser la conexión de cortocircuito del circuito de ensayo o el punto neutro de la fuente o cualquier otro punto adecuado, pero la manera en que se realiza la puesta a tierra debe indicarse en el informe de ensayo.

d) Todas las partes de interruptor normalmente conectadas a tierra en servicio, incluida la envolvente o las pantallas, deben estar aisladas de la tierra y conectadas a un punto tal como se indica en las figuras 8,9, 10 y 11.

Esta conexión debe incluir un elemento fusible F, constituido por un hilo de cobre de 0,8 mm de diámetro y de 50 mm de largo como mínimo, o un elemento fusible equivalente, para la detección de la intensidad de defecto.

La intensidad de defecto prevista en el circuito del elemento fusible debe ser 1500 A ± 10%, excepto en los casos indicados en las notas 2 y 3. Si es necesario, debe utilizarse una resistencia que limite la intensidad a este valor .

NOTAS

1- Un hilo de cobre de 0,8 mm de diámetro se fundirá a 1500 A en aproximadamente un semiperíodo a una frecuencia comprendida entre 45 Hz y 67 Hz (o 0,01s en corriente continua).

2- La corriente de defecto prevista puede ser inferior a 1500 A en el caso de interruptores pequeños: se puede usar un hilo de cobre de un diámetro menor (véase nota 4), correspondiente al mismo tiempo de fusión que en la nota 1

3- En el caso de una alimentación con neutro artificial, puede aceptarse una intensidad de defecto prevista de un valor más bajo, a reserva del acuerdo del fabricante, con un hilo de cobre de un diámetro menor (véase nota 4), correspondiente al mismo tiempo de fusión que en la nota 1.

4- Se recomienda que la relación entre la intensidad de defecto prevista en el circuito del elemento fusible y el diámetro del hilo de cobre sea según la siguiente lista:

Diámetro del hilo de cobre (mm)	Intensidad de defecto prevista en el circuito del elemento fusible (A)
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1500

8.3.2.6.3 Calibración del circuito de ensayo

El calibrado del circuito de ensayo se realiza colocando conexiones provisionales B de impedancia despreciable lo más cerca que se pueda de los bornes destinados a la conexión del interruptor en ensayo.

En corriente alterna, las resistencia R_1 y las reactancias X se ajustan de modo que se obtenga, a la tensión aplicada, una intensidad igual al poder asignado de corte en cortocircuito así como el factor de potencia indicado en el numeral 8.3.2.2.4 (ver también la tabla Nº 4).

Para determinar el poder de cierre en cortocircuito del interruptor en ensayo, hay que calibrar el circuito de modo que se asegure que la intensidad establecida prevista se establezca sobre una de las fases.

***NOTA**-La tensión aplicada es la tensión a circuito abierto necesaria para obtener la tensión especificada de restablecimiento a frecuencia industrial (no obstante véase también la nota 1 del numeral 8.3.2.2.3).*

En corriente continua, las resistencias R_1 y las reactancias X se regulan de modo que se obtenga, a la tensión de ensayo, una intensidad cuyo valor mínimo es igual al poder asignado de corte en cortocircuito, así como la constante de tiempo indicada en el numeral 8.3.2.2.5 (ver también la tabla Nº 4)

El circuito de ensayo se alimenta simultáneamente sobre todos los polos, y se registra la curva de intensidad durante un tiempo de 0,1 s como mínimo.

En el caso de los interruptores para corriente continua, en que la separación de los contactos se realiza antes de que se alcance el valor de cresta de la curva de calibrado, basta con registrar el calibrado con una resistencia pura adicional en el circuito para demostrar que la velocidad de crecimiento de la intensidad, expresada en amperios/segundo, es la misma que la que le corresponde a la intensidad de ensayo y a la constante de tiempo especificado (véase figura 14). Esta resistencia adicional debe ser tal que el valor de cresta de la curva de la intensidad de calibrado sea como mínimo igual al valor de cresta de la intensidad cortada. En el momento del ensayo real, esta resistencia debe suprimirse (véase numeral 9.3.4.1.8 párrafo b. de la norma Venezolana COVENIN 3653).

8.3.2.6.4 Procedimiento del ensayo

Después del calibrado del circuito de ensayo, según el numeral 8.3.2.6.3 anterior, las conexiones provisionales se sustituyen por el interruptor automático a ensayar y sus cables de conexión, si procede.

Los ensayos de verificación del funcionamiento en condición de cortocircuito debe realizarse según las secuencias de la tabla 13 (véase numeral 8.3.1).

Para los interruptores automáticos cuya intensidad asignada no sobrepase 630 A, se deben incluir: un cable de 50 cm de longitud, en el lado de la alimentación y otro de 25 cm en el lado de carga y de sección que corresponda a la intensidad térmica convencional según la tabla 10 de esta norma.

La secuencia de maniobras debe ser la que sea aplicable a cada secuencia de ensayos, como se especifica en los numerales 8.3.4.1, 8.3.5.2, 8.3.6.4 y 8.3.7.6.

En el caso de interruptores automáticos tetrapolares, hay que realizar una secuencia de maniobra suplementaria sobre una o varias muestras nuevas, según la tabla 14, sobre el cuarto polo y el polo adyacente, para las secuencias III y IV, o IV y V, según el caso, con una tensión aplicada de $U_e/\sqrt{3}$, utilizando el circuito de la figura 11; la intensidad de ensayo debe ser objeto de acuerdo entre el fabricante y el usuario, pero no debe ser inferior al 60% de I_{cu} ó I_{cw}, según el caso.

A petición del fabricante, estos ensayos suplementarios pueden realizarse sobre las mismas muestras, incluyendo cada ensayo, en la secuencia de ensayo correspondiente, los ensayos adecuados:

- de los 3 polos;
- del 4 polo y del polo adyacente.

Los símbolos siguientes se emplean para definir la secuencia de maniobras:

O representa una maniobra de corte;
CO representa una maniobra de cierre seguida de una maniobra de corte, después del tiempo de apertura adecuado;
t representa el intervalo de tiempo entre dos maniobras en cortocircuito, que debe ser el más largo de los dos siguientes: 3 min o el tiempo de rearme del interruptor automático. El valor real de t debe estar especificado en el informe de ensayos.

El valor de I^2t (véase numeral 3.6.3) observado durante estos ensayos puede mencionarse en el informe de ensayos `(véase numeral 7.1.2.4, punto a).

NOTA- *El valor máximo de I^2t registrado durante los ensayos puede no ser el valor máximo posible para las condiciones prescritas. Son necesarios ensayos suplementarios si hay que determinar este valor máximo.*

8.3.2.6.5 Comportamiento del interruptor durante los ensayos de cierre y de corte en cortocircuito. No debe producirse ningún arco o contorneo entre polos o entre polos y el bastidor, ni la fusión del elemento fusible F del circuito de detección de fuga (véase el numeral 8.3.2.6.2).

8.3.2.6.6 Interpretación de los registros.

a) Determinación de la tensión aplicada y de la tensión del restablecimiento a frecuencia industrial.

La tensión aplicada y la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial se determinan a partir del registro correspondiente al ensayo de corte realizado con el aparato de ensayo y se evalúa como se indican en la figura 12 en corriente alterna y en la figura 13 en corriente continua.

La tensión del lado de la alimentación debe medirse durante el primer periodo completo después de la extinción del arco en todos los polos y la atenuación de los fenómenos de alta frecuencia. (ver figura 12).

Si es necesario tener informaciones complementarias referentes, por ejemplo, a la tensión a través de uno de los polos, la duración del arco, la sobretensión de maniobra, etc., éstas pueden obtenerse por medio de captores complementarios a través de cada polo y en ese caso, la resistencia de cada uno de los circuitos de medida complementarios no debe ser inferior a 100 Ohm por voltios del valor eficaz de la tensión a través de los polos tomados por separado; este valor debe figurar en el informe de ensayo.

b) Determinación de la intensidad cortada prevista.

Esta determinación se realiza comparando las curvas de intensidad *I* medidas en el registrador en el momento del calibrado del circuito y las que se han medido en el momento del ensayo de corte del interruptor (ver figura 12.)

En corriente alterna, la componente periódica de la intensidad cortada prevista se toma igual al valor eficaz de la componente periódica de la intensidad de calibrado en el instante correspondiente a la separación de los contactos del arco (valor que corresponde a $A_2/2\sqrt{2}$ de la figura 12, punto a). La intensidad cortada prevista debe ser la media de las intensidades previstas en todas las fases; la diferencia entre la media de esas corrientes y el valor de la intensidad prevista en cualquier fase no debe sobrepasar el 10 % de su valor medio.

En corriente continua, el valor de la intensidad cortada prevista se toma igual al valor máximo A_2 determinado según la curva de calibrado para los interruptores que cortan antes de que la intensidad haya alcanzado su valor máximo y al valor A para los interruptores que cortan después de que la intensidad haya sobrepasado su valor máximo (véase figura 13, puntos a y b).

En el caso de interruptores para corriente continua ensayados según las prescripciones del la nota del numeral 8.3.2.6.3., si el calibrado del circuito de ensayo se ha realizado en una intensidad I_1 inferior al poder asignado de corte, el ensayo se considera nulo si la intensidad realmente cortada I_2 es superior a I_1 y debe repetirse después de un calibrado a una intensidad I_3 de valor superior a I_2 (véase figura 14)

La intensidad cortada prevista $A_2 = \frac{U}{R}$ se determinará calculando la resistencia R del circuito de ensayo a partir de las resistencias R_1 de los circuitos de calibrado correspondientes. La constante de tiempo del circuito de ensayo viene dada por:

$$T = \frac{A_2}{di/dt}$$

c) Determinación del valor de cresta de la intensidad establecida prevista.

El valor de cresta de la intensidad establecida prevista se determina según el registro de calibrado y su valor debe tomarse en la que corresponde a A_1 de la figura 12, punto a, en corriente alterna y en A_2 de la figura 13 en corriente continua. En el caso de un ensayo trifásico, su valor debe tomarse igual al mayor de los tres valores A_1 obtenidos a partir del registro.

NOTA: *En el caso de ensayos sobre un interruptor unipolar, el valor de cresta de la intensidad establecida prevista, determinado a partir del registro del calibrado, puede ser distinto del valor real de la intensidad establecida correspondiente al ensayo, dependiendo del instante del establecimiento.*

8.3.3 Secuencia de ensayos I

Características generales de funcionamiento.
Esta secuencia de ensayos se aplica a todos los interruptores automáticos y comprende los ensayos siguientes:

Ensayo	Numerales
Límites y características de disparo	8.3.3.1
Propiedades dieléctricas	8.3.3.2
Funcionamiento mecánico y aptitud para el funcionamiento en servicio.	8.3.3.3
Funcionamiento en sobrecarga (si procede)	8.3.3.4
Verificación de la rigidez dieléctrica	8.3.3.5
Verificación del calentamiento	8.3.3.6
Verificación de los disparadores de sobrecarga.	8.3.3.7

8.3.3.1 Ensayo de los límites y de las características de disparo.
Este ensayo está destinado para verificar los límites de funcionamiento del interruptor en caja moldeada en prueba.

8.3.3.1.1 Generalidades

- La temperatura ambiente debe ser medida como indicada en los ensayos de calentamiento, numeral 8.3.2.5.2 de esta norma.
- Si el interruptor automático tiene disparadores de sobreintensidad intercambiables, hay que verificar si está correctamente montado y conectado.
- El interruptor debe estar montado como se especifica en el párrafo h) del numeral 8.3.2.1 de esta norma y debe ser protegido contra calentamientos o enfriamientos anormales debidos a causas exteriores.
- Las conexiones del interruptor deben ser realizadas del mismo modo que para el servicio normal, con conductores de sección correspondiente a la intensidad nominal (In) según la tabla Nº 10 y de una longitud mínima de 1,0 m para conductores de cobre aislado tipo TW (60° C) y THW (75° C) de calibre 35 mm^2 ó AWG Nº 2 y de 2,0 m para conductores mayores.(ver también numeral 8.3.2.5.5 de esta norma).
- Para los interruptores automáticos equipados con disparadores de sobreintensidad ajustables, los ensayos deben ser realizados a las intensidades de regulación mínima y máxima, con conductores que correspondan a su corriente nominal (In).
- Los ensayos pueden ser realizados a cualquier tensión adecuada.

8.3.3.1.2 Apertura en condiciones de cortocircuito

El funcionamiento de los disparadores de cortocircuito debe verificarse al 80% y al 120% de la intensidad de regulación de cortocircuito del disparador. La intensidad de ensayo no debe presentar asimetría .

Para un valor de la intensidad de ensayo igual al 80% de la intensidad de regulación de cortocircuito, el disparador no debe actuar, manteniéndose la intensidad:

- durante 0,2 s en el caso de disparadores instantáneos;
- durante un tiempo igual a dos veces el retardo fijado por el fabricante en el caso de disparadores de retardo independiente.

Para un valor de intensidad de ensayo igual a 120% de la regulación de la intensidad de cortocircuito, el disparador debe actuar :

- en 0,2 s en el caso de disparadores instantáneos;
- dentro de un intervalo igual a dos veces el retardo fijado por el fabricante en el caso de disparadores de retardo independiente

El funcionamiento de los disparadores de apertura multipolares debe ser verificado alimentando dos polos en serie por la intensidad de ensayo, utilizando todas las combinaciones posibles de polos que tengan un disparador de cortocircuito.

Los disparadores de retardo independiente deben, además, cumplir las prescripciones del numeral 8.3.3.1.4.

8.3.3.1.3 Apertura en condiciones de sobrecarga

a) Disparadores instantáneos o de retardo independiente

El funcionamiento de los disparadores de sobrecarga instantáneos o de retardo independiente (véase numeral 5.5.1.2) debe verificarse al 90% y al 110% de la intensidad de regulación de sobrecarga del disparador. La intensidad de ensayo no debe presentar asimetría. Para un valor de la intensidad de ensayo igual a 90% de la intensidad de regulación de sobrecarga, el disparador no debe actuar, manteniéndose la intensidad:

- durante 0,2 s en el caso de disparadores instantáneos;
- durante un tiempo igual a dos veces de retardo fijado por el fabricante en el caso de disparadores de retardo independiente.

Para un valor de intensidad de ensayo igual al 110% de regulación de la intensidad de sobrecarga, el disparador debe actuar:

- en 0,2 s en el caso de disparadores instantáneos;
- en un intervalo igual a dos veces el retardo fijado por el fabricante en el caso de disparadores de retardo independiente.

Los disparadores de retardo independiente deben, además cumplir las prescripciones del numeral 8.3.3.1.4.
El funcionamiento de los disparadores multipolares debe verificarse alimentando simultáneamente todos los polos de fase por la intensidad de ensayo.

b) Funcionamiento a tiempo inverso

Las características de funcionamiento de los disparadores de sobrecarga a tiempo inverso deben verificarse según las prescripciones del punto b) 2) del numeral 7.1.2.4.

Para los disparadores sensibles a la temperatura del aire ambiente, las características de funcionamiento deben verificarse a la temperatura de referencia [véanse numerales 5.5.3 y 7.1.2.4, punto b2 nota], estando alimentado el disparador en todos los polos de fases.

Si el ensayo se realiza a una temperatura distinta del aire ambiente, hay que efectuar una corrección según las características temperatura / intensidad suministradas por el fabricante.

Para los disparadores declarados insensibles a la temperatura del aire ambiente por el fabricante, las características de funcionamiento deben verificarse por dos mediciones, una a 30° C ± 2° C, y la otra a 40° C ± 2° C estando el disparador alimentado en todos sus polos de fases.

Un ensayo suplementario, a un valor de intensidad acordado entre el fabricante y el usuario, debe realizarse con vistas a verificar que las características tiempo/intensidad del disparador corresponden (dentro de los límites de las tolerancias indicadas) a las curvas suministradas por el fabricante.

NOTA- *Además de los ensayos descritos en este numeral, los disparadores de los interruptores automáticos se verifican igualmente en cada polo por separado durante las secuencias de ensayos III, IV y V (véanse numerales 8.3.5.1, 8.3.5.4, 8.3.6.1, 8.3.6.6. 8.3.7.4, 8.3.7.8, 8.3.8.1 y 8.3.8.6).*

8.3.3.1.4 Ensayo suplementario de los disparadores de retardo independiente

a) Retardo
Este ensayo se realiza a una intensidad igual a 1,5 veces la intensidad de regulación:

- en el caso de los disparadores de sobrecarga, estando cargados todos los polos de fases.
- en el caso de los disparadores de cortocircuito, con dos polos recorridos en serie por la intensidad de ensayo, utilizando sucesivamente todas las combinaciones posibles de polos que tengan un disparador de cortocircuito.
  El retardo medido debe encontrarse entre los límites fijados por el fabricante.

b) Tiempo de no-disparo

Este ensayo se realiza en las mismas condiciones que para el ensayo del punto a) anterior para los disparadores de sobrecarga y para los disparadores de cortocircuito:

La intensidad de ensayo igual a 1,5 veces la intensidad de regulación se mantiene primero durante un intervalo de tiempo igual al tiempo de no disparo fijado por el fabricante; después la intensidad se reduce a la intensidad asignada y se mantiene en este valor durante un intervalo de tiempo igual al doble del retardo fijado por el fabricante. El interruptor automático no debe disparar.

8.3.3.2 Ensayo de las propiedades dieléctricas.

El ensayo debe ser realizado:

a) Si el fabricante ha declarado un valor de tensión asignada soportado al impulso (U_{imp}), deben realizarse los ensayos indicados en el numeral 9.3.3.4 de la norma Venezolana COVENIN 3653, para verificar los requisitos especificados en el numeral 7.3.1. de esta norma.

b) Si el fabricante no ha declarado ningún valor de U_{imp}, deben ser realizados los ensayos indicados en los numerales 8.3.3.2.1 al 8.3.3.2.4 siguientes, para verificar la rigidez dieléctrica especificada en esta norma.

8.3.3.2.1 Estado del interruptor en caja moldeada para los ensayos.

Los ensayos dieléctricos deben realizarse sobre un interruptor automático montado como en las condiciones de servicio, con sus conexiones internas y en estado seco.

Como la caja del interruptor automático es de material aislante, deben colocarse piezas metálicas en todos los puntos de fijación según las condiciones normales de instalación del interruptor automático y debe considerarse que estas piezas forman parte de su base de montaje. Cuando un interruptor en caja moldeada está montado en una envolvente aislante, ésta debe estar recubierta exteriormente de una hoja metálica conectada al bastidor. Si la empuñadura de mando es metálica, ésta debe unirse al bastidor ; si es de material aislante, debe estar recubierta de una hoja metálica conectada al bastidor .

Cuando la rigidez dieléctrica del interruptor automático depende de un encintado de los conductores o del empleo de un aislamiento especial, este encintado o este aislamiento especial debe utilizarse igualmente en los ensayos.

8.3.3.2.2 Aplicación de la tensión de ensayo.

Cuando los circuitos de un interruptor automático incluyen elementos, tales como motores, aparatos de medida, interruptores de maniobra brusca y dispositivos con semiconductores los cuales, según sus especificaciones particulares, han sido sometidos a tensiones de ensayo dieléctrico inferiores a las que se especifican en el numeral 8.3.3.2.3, tales elementos deben desconectarse antes de someter el interruptor automático al ensayo prescrito.

a) Circuito Principal.

Para estos ensayos, todos los circuitos de mando y los circuitos auxiliares que normalmente no están conectados al circuito principal, deben conectarse a las partes del interruptor automático, los cuales en servicio están conectadas normalmente a tierra.

La tensión de ensayo debe ser aplicada durante 1 min. en las condiciones siguientes:

1. estando el interruptor automático en posición cerrado:

   - entre todas las partes bajo tensión de todos los polos, unidos entre sí, y el bastidor del interruptor automático;
   - entre cada uno de los polos y todos los demás polos unidos al bastidor del interruptor automático;

2. estando el interruptor automático en posición abierta y, además, en posición de disparo, si existe:

   - entre todas las partes bajo tensión de todos los polos, unidas entre sí, y el bastidor del interruptor automático;
   - entre los bornes de un lado unidos entre sí y los bornes del otro lado unidos entre sí.

b) Circuitos de mando y circuitos auxiliares

Para estos ensayos, el circuito principal debe estar conectado a las partes del interruptor automático normalmente unidas a tierra, en servicio.

La tensión de ensayo debe aplicarse durante 1 minuto en las condiciones siguientes:

1. entre el conjunto de los circuitos de mando y los circuitos auxiliares que no están normalmente conectados al circuito principal, unidos entre sí, y el bastidor del interruptor automático;

2. si procede, entre cada una de las partes de los circuitos de mando y de los circuitos auxiliares que puedan encontrarse aislados de los demás en servicio normal y el conjunto de las demás partes conectadas entre ellas.

8.3.3.2.3 Valor de la tensión de ensayo.

La tensión de ensayo debe ser de forma prácticamente sinusoidal; su frecuencia debe estar comprendida entre 45 Hz y 62 Hz. Las características de la tensión de ensayo deben ser tales que, cuando el valor de la tensión de ensayo está ajustado al que exige la tabla 2 y entonces se cortocircuita, la intensidad de salida no debe ser inferior a 0,2 A.

El valor de la tensión de ensayo debe ser el siguiente:

a) para el circuito principal, así como para los circuitos de mando y los circuitos auxiliares que no están cubiertos por el punto b) siguiente, según la tabla 2;
b) Para los circuitos de mando y los circuitos auxiliares para los que el fabricante indique que no deben estar conectados al circuito principal:

- cuando la tensión asignada de aislamiento U_i no sobrepasa los 60 V:1 000 V;

- cuando la tensión asignada de aislamiento U_i es superior a 60 V: 2 U_i + 1 000 V, con un mínimo de 1 500 V.

8.3.3.2.4 Resultados a obtener

El ensayo se considera satisfactorio si no hay perforación ni contorneo.

8.3.3.3 Ensayos del funcionamiento mecánico y de la aptitud para el funcionamiento en servicio

8.3.3.3.1 Condiciones generales de ensayo

El interruptor automático debe estar montado como se indica en el numeral 8.3.2.1 punto h, salvo que para estos ensayos, siempre debe estar montado sobre un chasis metálico.

El interruptor automático debe estar protegido contra todo calentamiento o enfriamiento exterior excesivo.

Los ensayos deben realizarse a la temperatura ambiente del local de ensayo.

La tensión de alimentación de cada circuito de mando, si aplicable, debe medirse en sus bornes bajo la intensidad aplicada.

Todas las resistencias o impedancias que forman parte del dispositivo de mando deben estar en circuito. Sin embargo, no debe insertarse ninguna impedancia suplementaria entre la fuente de intensidad y los bornes del dispositivo.

Los ensayos de los numerales 8.3.3.3.2, 8.3.3.3.3. y 8.3.3.3.4 deben realizarse sobre el mismo interruptor automático, pero el orden en que se realizan estos ensayos es opcional.

Se considera que los interruptores de caja moldeada constituyan unidades compactas cerradas, por lo tanto no deben tener mantenimiento durante estos ensayos.

8.3.3.3.2 Disposiciones constructivas y funcionamiento mecánico.

a) Disposiciones constructivas

Debe verificarse que un interruptor automático de maniobra por acumulación de energía cumple el numeral 7.1.1.5 en lo que respecta a la indicación del sentido de maniobra del mecanismo manual de acumulación de energía.

b) Funcionamiento mecánico

Los ensayos deben realizarse como se especifica en el numeral 8.3.3.3.1 con el fin de:

- verificar el funcionamiento del mecanismo de operación manual independiente: cerrar y abrir el interruptor manualmente, así mismo cerrarlo y dispararlo manualmente.
- Verificar el disparo satisfactorio del interruptor automático, estando alimentado el dispositivo de cierre;
- Verificar el comportamiento satisfactorio del interruptor automático cuando se provoca la maniobra de cierre, estando en acción el dispositivo de disparo;

- Verificar que la puesta en acción de un dispositivo de mando por fuente de energía exterior, cuando el interruptor automático ya está cerrado, no provoca ningún daño al interruptor automático y no pone en peligro al operador .

El funcionamiento mecánico de un interruptor automático puede verificarse en vacío, sin tensión y sin corriente.

Un interruptor automático de maniobra dependiente con fuente de energía exterior debe cumplir las prescripciones del numeral 7.1.1.3 y debe funcionar con su mecanismo de maniobra cargado a los límites mínimos y máximo fijados por el fabricante.

Un interruptor automático de maniobra por acumulación de energía debe cumplir las prescripciones del numeral 7.1.1.5 con una tensión de alimentación auxiliar igual al 85% y al 110% de la tensión asignada de alimentación de mando. También debe verificarse que los contactos móviles no puedan moverse de la posición de apertura cuando la carga del mecanismo de maniobra es ligeramente inferior a la plena carga.

Los contactos de un interruptor automático de disparo libre no deben poder mantenerse en contacto o en posición de cierre, cuando el disparador está en posición de disparo.

Un interruptor automático equipado con un disparador de mínima tensión debe cumplir las prescripciones del numeral 7.1.2.2.de esta norma.

Un disparador automático equipado con un disparador de operación, debe cumplir las prescripciones del numeral 7.1.2.3 de esta norma.

Si el fabricante indica los tiempos de cierre y de apertura de un interruptor automático, éstos deben cumplir los valores indicados.

8.3.3.3.3 Aptitud para el funcionamiento en servicio sin carga.

Estos ensayos deben realizarse en las condiciones especificadas en el numeral 8.3.2.1.El número de ciclos de maniobras a efectuar sobre el interruptor automático está indicado en la columna 3 de la tabla 11, el número de ciclos de maniobras por hora (o cadencia) está indicado en la columna 2 de esa misma tabla.

Los ensayos deben efectuarse sin intensidad en el circuito principal del interruptor. Para los interruptores que puedan estar equipados con disparadores de mínima tensión y/o de operación, para cada tipo de disparador el 10% del número total de ensayos deben ser maniobras de cierre – disparo, es decir: con mando de mecanismo de disparo alimentado a la tensión máxima de servicio por el cierre de los contactos principales.

En cada caso, la mitad del número de maniobras debe hacerse al inicio del ensayo y la otra mitad al final de los ensayos.

Los ensayos deben ser realizados sobre un interruptor automático equipado de su propio mecanismo de cierre. En caso de interruptores automáticos provistos de un dispositivo eléctrico de cierre, este dispositivo debe ser alimentado a su tensión asignada de alimentación de mando. Deben tomarse precauciones para evitar que los calentamientos de los órganos metálicos no sobrepasen los límites indicados en la tabla 6.

Los interruptores con accionamiento manuales deben maniobrarse como en uso normal.

8.3.3.3.4 Capacidad para el funcionamiento en servicio con carga.

El estado y el modo de instalación del interruptor automático en caja moldeada deben ser los especificados en el numeral 8.3.2.1 de esta norma. El número y la frecuencia de ciclos de maniobra a realizar se dan en las columnas 2 y 4 de la tabla 11.

Debe hacerse funcionar el interruptor automático de modo que establezca y que corte su intensidad asignada bajo la tensión asignada de empleo máxima, fijada por el fabricante, con un factor de potencia o una constante de tiempo según la tabla 4, siendo las tolerancias las indicadas en el numeral 8.3.2.2.2.

Los ensayos sobre los interruptores automáticos previstos para corriente alterna deben realizarse a una frecuencia comprendida entre 45 Hz y 62 Hz.

La intensidad asignada del interruptor automático debe tener el valor máximo correspondiente al tamaño de su estructura (frame).

Para los interruptores automáticos equipados con disparadores regulables, los ensayos deben

realizarse con los disparadores regulados a su valor de regulación máximo en sobrecarga y mínimo en cortocircuito.

Los ensayos deben efectuarse sobre un interruptor automático equipado con su propio mecanismo de cierre. En el caso de interruptores automáticos equipados con un dispositivo eléctrico de cierre, este dispositivo debe estar alimentado a su tensión asignada de alimentación de mando. Deben tomarse precauciones para asegurarse de que los calentamientos de los órganos eléctricos no sobrepasen los valores indicados en la tabla 6.

Los interruptores con accionamientos manuales deben maniobrarse como en uso normal.

El circuito de ensayo debe ser como se indica a continuación:

a) las figuras 2,3,4 y 5 representan los esquemas de los circuitos a utilizar para los ensayos respecto a:

   - un interruptor unipolar en corriente monofásica o continua (figura 2);
   - un interruptor bipolar en corriente monofásica o en continua (figura 3);
   - un interruptor tripolar o tres unipolares en corriente trifásica (figura 4);
   - un interruptor tetrapolar en corriente trifásica sobre un circuito de cuatro conductores (figura 5).

En el informe del ensayo debe figurar un esquema detallado del circuito empleado para el ensayo.

b) La intensidad disponible en los bornes aguas arriba del interruptor debe ser como mínimo igual al más débil de los dos valores siguientes: 10 veces la intensidad de ensayo o 50 kA.

c) El circuito de ensayo incluye la fuente de alimentación, el interruptor que se ensaya (D) y el circuito de carga.

d) El circuito de carga debe estar constituido por resistencias montadas en serie con reactancias sin hierro. Las reactancias sin hierro en cada fase deben estar puenteadas por resistencias que absorban aproximadamente el 0,6% de la intensidad que atraviesa la reactancia.

   De todos modos, cuando se especifica una tensión transitoria de restablecimiento, deben ponerse en paralelo sobre la carga, resistencia y condensadores, en lugar de las resistencias shunt 0,6%, tal como se indica en la figura 7.

***NOTA**- para los ensayos en corriente continua con L/R> 10ms, se puede emplear una reactancia de núcleo de hierro con resistencias en serie, verificando, si es necesario, por lectura oscilográfica que se tiene L/R tal como se especifica (a ± 10%) y que el tiempo para obtener el 95% de la intensidad establecida sea igual a 3x L/R ± 20%.*

e) Las cargas deben estar ajustadas de modo que se obtengan a la tensión especificada:

   -Los valores de la intensidad y del factor de potencia o de la constante de tiempo especificados en la tabla Nº 4;
   -el valor de la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial;
   -cuando están especificadas, la frecuencia de oscilación de la tensión transitoria de restablecimiento y el valor del factor *Y*

El factor *Y* es la relación entre el valor U_1 de la cresta máxima de la tensión transitoria de restablecimiento y el valor instantáneo U_2, en el instante del cero de intensidad de la componente de la tensión de restablecimiento a la frecuencia utilizada (véase figura 6).

f) El circuito de ensayo debe estar puesto a tierra en un solo y único punto; el informe de ensayo debe indicar la posición de ese punto.

g) Todas las partes del interruptor normalmente conectadas a tierra en servicio, incluida la envolvente o las pantallas, deben estar aisladas de la tierra y conectadas como se indican las figuras 2,3,4 y 5

Esta conexión debe incluir un elemento fusible F constituido por un hilo de cobre de 0,8 mm de diámetro y de 50 mm de largo como mínimo, o un elemento fusible equivalente, para la detección de la intensidad de defecto.

La intensidad de defecto prevista en el circuito del elemento fusible debe ser 1 500 A ± 10%, excepto en los casos indicados en las notas 2 y 3. Si es necesario, debe utilizarse una resistencia que limite la intensidad a ese valor.

NOTAS

1 Un hilo de cobre de 0,8 mm de diámetro se fundirá a 1.500 A en aproximadamente un semiperiodo a una frecuencia comprendida entre 45 Hz y 67Hz (o 0,01s en corriente continua).

2 La corriente de defecto prevista puede ser inferior a 1 500 A en el caso de pequeños interruptores, con un hilo de cobre de un diámetro menor (véase nota 4), correspondiente al mismo tiempo de fusión que en la nota 1.

3 En el caso de una alimentación con neutro artificial , puede aceptarse una intensidad de defecto prevista de un valor más bajo, a reserva del acuerdo del fabricante, con un hilo de cobre de diámetro menor (véase nota 4), correspondiente al mismo tiempo de fusión que en la nota 1.

4 Se recomienda que la relación entre la intensidad de defecto prevista en el circuito de elemento fusible y el diámetro de hilo de cobre sea según la siguiente lista:

Diámetro de hilo de cobre (mm)	**Intensidad de defecto prevista en el circuito del elemento fusible (A)**
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

8.3.3.4 Funcionamiento en sobrecarga

El estado y el modo de instalación del interruptor automático deben ser como se especifica en el numeral 8.3.2.1, y el circuito de ensayo debe cumplir lo especificado en el numeral anterior 8.3.3.3.4.

La intensidad asignada del interruptor automático debe tener el valor máximo correspondiente al tamaño de su estructura (frame).

El ensayo debe realizarse a la tensión máxima de empleo $U_{e\ máx.}$ asignada por el fabricante al interruptor automático.

Para los interruptores automáticos equipados con disparadores regulables, este ensayo debe realizarse con los disparadores regulados a su valor máximo de regulación.

El interruptor automático debe abrirse nueve veces a mano y tres veces de modo automático por la acción de un disparador de sobrecarga , excepto en el caso de interruptores automáticos que tengan un disparador de cortocircuito cuya regulación máxima sea inferior a la intensidad de ensayo, para los que las doce maniobras deben ser automáticas.

Durante cada uno de los ciclos manuales, el interruptor automático debe permanecer cerrado durante un tiempo suficiente para asegurar el establecimiento completo de la intensidad, pero que no sobrepase los 2 s.

El número de ciclos de maniobras por hora debe ser como se especifica en la columna 2 de la tabla 11. Si el interruptor automático no se ajusta a cadencia especificada, esta cadencia puede reducirse lo suficiente para permitir que el interruptor automático cerrase después del establecimiento completo de la intensidad.

Si las condiciones de la estación de ensayo no permiten operar a la cadencia de maniobra especificada en la tabla 11, se podrá adoptar una cadencia menor , pero esto deberá ser mencionado en el informe de los ensayos.

Los valores de la intensidad y de la tensión de restablecimiento de ensayo deben ser según la tabla 16, con el factor de potencia o la constante de tiempo, en su caso, según la tabla 4, siendo las tolerancias como se indica en el numeral 8.3.2.2.2.

NOTA- *Con el acuerdo del fabricante, este ensayo puede realizarse en condiciones más severas que las que se especifican.*

Los ensayos sobre los interruptores automáticos previstos para corriente alterna deben realizarse a una frecuencia comprendida entre 45 Hz 62 Hz.

La intensidad de cortocircuito prevista en el punto de conexión de los bornes aguas arriba del interruptor automático debe ser como mínimo igual al menor de los dos valores siguientes: diez veces el valor de la intensidad de ensayo, o 50 kA.

8.3.3.5 Verificación de la rigidez dieléctrica

Después del ensayo del numeral 8.3.3.4, deben realizarse ensayos para verificar que el interruptor automático pueda soportar, sin mantenimiento, una tensión igual a dos veces su tensión asignada de

aislamiento, en las condiciones del punto a) del numeral 8.3.3.2.2.

8.3.3.6 Verificación del calentamiento

Seguidamente del ensayo del numeral 8.3.3.5, debe realizarse un ensayo de calentamiento a la intensidad térmica convencional, según el numeral 8.3.2.5. Al final del ensayo, los valores de los calentamientos no deben sobrepasar los que se especifican en la tabla 6.

8.3.3.7 Verificación de los disparadores de sobrecarga

Inmediatamente después del ensayo realizado según el numeral 8.3.3.6, el funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse a 1,45 veces el valor de su intensidad de regulación, a la temperatura de referencia [(véase numeral 7.1.2.4 punto b) 2)]

Todos los polos deben estar conectados en serie para este ensayo. Como variante, este ensayo puede realizarse con una alimentación trifásica.

Este ensayo puede realizase con cualquier tensión adecuada.

El tiempo de funcionamiento no debe sobrepasar el tiempo convencional de disparo.

NOTAS

1 De acuerdo con el fabricante, se puede admitir un intervalo de tiempo entre los ensayos de los numerales 8.3.3.6 y 8.3.3.7.

2 Como variante, este ensayo puede realizarse a la temperatura del aire ambiente, a una intensidad de ensayo modificada según las características temperatura / intensidad proporcionadas por el fabricante, para los disparadores sensibles a la temperatura ambiente.

8.3.4 Secuencia de ensayo II: poder asignado de corte de servicio en cortocircuito.

Excepto en los ensayos en que se aplica la secuencia de ensayos combinada (véase apartado 8.3.8), esta secuencia de ensayo se aplica a todos los interruptores automáticos y comprende los ensayos siguientes:

Ensayo	Numeral
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito	8.3.4.1
Rigidez dieléctrica	8.3.4.2
Verificación de calentamiento	8.3.4.3
Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.4.4

El número de muestras a ensayar y la regulación de los disparadores regulables deben ser según la tabla 14.

Los ensayos deben ser realizados según las condiciones generales indicadas en los numerales 8.3.2.1 al 8.3.2.4.

8.3.4.1 Ensayo de poder asignado de corte de servicio en cortocircuito.

Se realiza un ensayo de cortocircuito en las condiciones del numeral 8.3.2.6, siendo el valor de la intensidad prevista I_{cs} declarado por el fabricante según el numeral 5.2.6.2.2 de esta norma.

El factor de potencia para este ensayo debe ser según la tabla 4, para la intensidad de ensayo adecuada.

La secuencia de maniobras debe ser:

O – t – CO – t – CO

En el caso de los interruptores automáticos con fusibles incorporados, todo fusible fundido debe sustituirse después de cada maniobra. Puede ser necesario aumentar el intervalo de tiempo t por este motivo.

8.3.4.2 Verificación de la rigidez dieléctrica.

Después del ensayo del numeral 8.3.4.1, la rigidez dieléctrica debe verificarse según el numeral 8.3.3.5.

8.3.4.3 Verificación del calentamiento

Después del ensayo del numeral 8.3.4.2, el calentamiento en los bornes debe verificarse según el numeral 8.3.2.5. El calentamiento no debe superar el valor dado en la tabla 6.

8.3.4.4 Verificación de los disparadores de sobrecarga

Inmediatamente después del ensayo del numeral 8.3.4.3, el funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse según el numeral 8.3.3.7.

NOTA- *De acuerdo con el fabricante se puede admitir un intervalo de tiempo entre los ensayos de los numerales 8.3.4.3 y 8.3.4.4.*

8.3.5 Secuencia de ensayos III: poder asignado de corte último en cortocircuito.

Excepto en los casos donde se aplica la secuencia de ensayos combinada (véase numeral 8.3.8), esta secuencia de ensayos se aplica a los interruptores automáticos de categoría de empleo A y a los de categoría de empleo B cuyo poder asignado de corte último en cortocircuito sea superior a la intensidad asignada de corta duración admisible.

NOTA-*Como en los interruptores automáticos de categoría de empleo B, el disparador instantáneo funciona a valores de intensidad superiores a la intensidad asignada de corta duración admisible (I_{cw}), este tipo de disparador puede llamarse de mando instantáneo.*

No es necesario efectuar esta secuencia de ensayos en los interruptores automáticos de categoría B cuya intensidad asignada de corta duración admisible sea igual al poder asignado de corte último en cortocircuito porque, en ese caso, el poder de corte último en cortocircuito se verifica durante la secuencia de ensayos IV.

Para los interruptores automáticos con fusibles incorporados se aplica en lugar de esta secuencia la secuencia V.

Esta secuencia de ensayos III comprende los ensayos siguientes:

Ensayo	Numeral
Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.5.1
Poder asignado de corte último en cortocircuito	8.3.5.2
Verificación de la rigidez dieléctrica	8.3.5.3
Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.5.4

El número de muestras a ensayar y la regulación de los disparadores regulables deben ser según la tabla 14.

Los ensayos deben ser realizados según las condiciones generales indicadas en los numerales 8.3.2.1 al 8.3.2.4.

8.3.5.1 Verificación de los disparadores de sobrecarga

El funcionamiento para los disparadores de sobrecarga debe verificarse a dos veces del valor de su intensidad de regulación sobre cada polo, por separado.

Este ensayo puede realizarse con cualquier tensión adecuada.

NOTA- *si la temperatura ambiente es distinta de la temperatura de referencia, conviene modificar el valor de la intensidad de ensayo según las características temperatura / intensidad proporcionadas por el fabricante para los disparadores sensibles a la temperatura ambiente.*

El tiempo de funcionamiento no debe sobrepasar el valor máximo fijado por el fabricante para el doble de la intensidad de regulación a la temperatura de referencia, sobre un polo por separado.

8.3.5.2 Ensayo de poder asignado de corte último en cortocircuito.

Después del ensayo del numeral 8.3.5.1, se realiza un ensayo de poder de corte en cortocircuito con una intensidad prevista de valor igual al poder asignado de corte último en cortocircuito declarado por el fabricante, en las condiciones de acuerdo con el numeral 8.3.2.6.

La secuencia de maniobras debe ser:

O – t – CO

8.3.5.3 Verificación de la rigidez dieléctrica

Después del ensayo del numeral 8.3.5.2, la rigidez dieléctrica debe verificarse según el numeral 8.3.3.5, pero al doble de la tensión asignada de empleo correspondiente y sin que la tensión de ensayo sea inferior a 1 000 V.

8.3.5.4 Verificación de los disparadores de sobrecarga

Después del ensayo del numeral 8.3.5.3, el funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse según el numeral 8.3.5.1, exceptuando que la intensidad de ensayo debe tener un valor igual a 2,5 veces de su intensidad de regulación.

El tiempo de funcionamiento no debe superar el valor máximo fijado por el fabricante para el doble del valor de la intensidad de regulación, a la temperatura de referencia, sobre un polo por separado.

8.3.6 Secuencia de ensayos IV: Intensidad asignada de corta duración admisible

Excepto en los casos en que se aplica la secuencia de ensayos combinada (véase numeral 8.3.8), esta secuencia de ensayos se aplica a los interruptores automáticos de categoría de empleo B y comprende los ensayos siguientes:

Ensayo	Numeral
Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.6.1
Intensidad asignada de corta duración admisible	8.3.6.2
Verificación del calentamiento	8.3.6.3
Poder de corte en cortocircuito a la intensidad máxima de corta duración admisible	8.3.6.4
Verificación de la rigidez dieléctrica	8.3.6.5
Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.6.6

Los interruptores automáticos con fusibles incorporados de categoría de empleo B deben cumplir las prescripciones de esta secuencia.

El número de muestras a ensayar y la regulación de los disparadores regulables deben ser según la tabla 14.

8.3.6.1 Verificación de los disparadores de sobrecarga

El funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse según el numeral 8.3.5.1.

8.3.6.2 Ensayo de verificación de la resistencia de la intensidad asignada de corta duración admisible.
El ensayo debe efectuarse sobre el interruptor en posición de cierre, con una intensidad prevista de valor igual al de la intensidad asignada de corta duración admisible y a la tensión de empleo correspondiente, en las condiciones del numeral 8.3.4.1.

En el caso de que la tensión de ensayo tuviera dificultades para realizar este ensayo a la tensión de empleo, podría hacerlo bajo cualquier tensión adecuada más baja, pero como mínimo igual a 80 V, siendo la intensidad real de ensayo, en este caso, igual a la intensidad asignada de corta duración admisible I_{cw}. Este hecho debe mencionarse en el informe de ensayo.

Sin embargo, si se produce una separación momentánea de los contactos durante el ensayo, este debe repetirse a la tensión asignada de empleo.

Para este ensayo, todo disparador de sobreintensidad, incluido el de mando instantáneo, si procede, que pueda funcionar durante el ensayo, debe dejarse inoperante.

a) En corriente alterna

Los ensayos deben realizarse a la frecuencia asignada al interruptor con una tolerancia de ± 25% y al factor de potencia correspondiente a la intensidad asignada de corta duración admisible según la tabla 4.

El valor de la intensidad durante el calibrado es la media de los valores eficaces de las componentes periódicas en todas las fases (véase numeral 5.2.7). Cuando el ensayo se realiza a la tensión asignada de empleo, la intensidad de calibrado es la intensidad prevista; cuando el ensayo se realiza a cualquier tensión más baja, la intensidad de calibrado es la intensidad real de ensayo. La intensidad en cada fase debe estar en los límites de tolerancia especificados en el numeral 8.3.2.2.2. La intensidad debe aplicarse durante el tiempo especificado durante el cual el valor eficaz de su componente periódica debe mantenerse constante.

***NOTA**- El valor de la intensidad de calibrado para el ensayo puede aumentarse por encima de la que permiten las tolerancias, con acuerdo del fabricante.*

El valor de cresta más elevado de la intensidad durante su primer período no debe ser inferior a "n" veces el poder asignado de corte en cortocircuito, siendo el valor "n" el que corresponde a este valor de intensidad en la tabla 3.
Sin embargo, si las características de la estación de ensayo son tales que estas condiciones no pueden conseguirse, podrán emplearse las variantes siguientes a condición de que

$$\int_0^{t_{test}} i^2_{test}\, dt \geq I^2 \times t_{st}$$

donde

t_{test} es la duración del ensayo
t_{st} es la corta duración

i_{test} es la intensidad de calibrado si la componente periódica no es constante o $\geq I_{cw}$;

I es la intensidad real de calibrado que tiene una componente periódica supuestamente constante.

Si el decremento de la intensidad de cortocircuito de la estación de ensayo es tal que la intensidad asignada de corta duración admisible no puede obtenerse durante el tiempo asignado sin necesitar la aplicación inicial de una intensidad demasiado elevada, el valor eficaz de la intensidad durante el ensayo podrá reducirse por debajo del valor especificado, aumentándose en consecuencia el tiempo del ensayo, a condición de que el valor de la mayor cresta de la intensidad no sea inferior a la que se especifica.

Si para obtener el valor de cresta prescrito el valor eficaz de la corriente debe aumentarse por encima del valor especificado, la duración del ensayo debe reducirse consecuentemente.

b) En corriente continua

La corriente debe aplicarse durante el tiempo especificado y su valor medio, determinado a partir del registro, debe ser como mínimo igual al que se especifica.

Si las características de la estación de ensayo son tales que las prescripciones anteriores no pueden cumplirse durante el tiempo asignado sin necesitar la aplicación inicial de una intensidad demasiado elevada, el valor de la intensidad durante el ensayo podrá reducirse por debajo del valor especificado, aumentándose, en consecuencia, la duración del ensayo, a condición de que el valor máximo de la intensidad no sea inferior al que se especifica.

Si la estación de ensayo no permite realizar estos ensayos en corriente continua, éstos podrán, por acuerdo entre el fabricante y el usuario, realizarse en corriente alterna, tomando ciertas precauciones, como no sobrepasar en el valor de la cresta la intensidad admisible.

c) Comportamiento del interruptor automático antes y después del ensayo.

Después del ensayo, el interruptor debe poder maniobrarse por medio de sus órganos de maniobra normales.

8.3.6.3 Verificación del calentamiento.

Después del ensayo del numeral 8.3.6.2, el calentamiento de los bornes debe verificarse según el numeral 8.3.2.5. El calentamiento no debe sobrepasar el valor dado en la tabla 6.

8.3.6.4 Ensayo de poder de corte en cortocircuito a la intensidad máxima .de corta duración admisible.

Después del ensayo del numeral 8.3.6.3, debe realizarse un ensayo en cortocircuito con la secuencia de la maniobra siguiente:

O – t – CO

en las condiciones generales del numeral 8.3.2, con una intensidad prevista de valor igual a la del ensayo de intensidad de corta duración admisible (véase numeral 8.3.6.2) y bajo la tensión más elevada aplicable a la intensidad de corta duración admisible.

El interruptor automático debe permanecer cerrado durante la corta duración asociada a la duración máxima de regulación posible del disparador de cortocircuito de corta duración.

Durante este ensayo, el mando instantáneo (si procede) no debe actuar y el disparador que depende de la intensidad de cierre (si procede) debe actuar.

8.3.6.5 Verificación de la rigidez dieléctrica

Después del ensayo del numeral 8.3.6.4, la rigidez dieléctrica debe verificarse según el numeral 8.3.3.5.

8.3.6.6 Verificación de los disparadores de sobrecarga

Después del ensayo del numeral 8.3.6.5, el funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse según el numeral 8.3.5.1.

8.3.7 Secuencia de ensayo V: Funcionamiento de los interruptores automáticos con fusibles incorporados.

Esta secuencia de ensayos se aplica a los interruptores automáticos con fusibles incorporados. Sustituye la secuencia de ensayos III y comprende los ensayos siguientes:

	Ensayo	Numeral
Fase 1	Cortocircuito a la intensidad límite de selectividad	8.3.7.1
	Verificación del calentamiento	8.3.7.2
	Verificación de la rigidez dieléctrica	8.3.7.3
Fase 2	Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.7.4
	Cortocircuito a 1,1 veces la intensidad de intersección	8.3.7.5
	Cortocircuito al poder asignado de corte último en cortocircuito	8.3.7.6
	Verificación de la rigidez dieléctrica	8.3.7.7
	Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.7.8

Esta secuencia de ensayos se divide en dos fases:

- la fase 1 comprende los ensayos de los numerales 8.3.7.1 a 8.3.7.3;
- la fase 2 comprende los ensayos de los numerales 8.3.7.4 a 8.3.7.8.

Estas dos fases pueden realizarse:

- sobre dos interruptores automáticos distintos
- sobre el mismo interruptor automático sin ningún mantenimiento; en ese caso, no es necesario realizar el ensayo del numeral 8.3.7.3.

El ensayo del numeral 8.3.7.2 sólo es necesario si I_{cs} es superior a I_s.

El ensayo de los numerales 8.3.7.1, 8.3.7.5 y 8.3.7.6 deben realizarse a la tensión máxima de utilización del interruptor automático.

El número de muestras a ensayar y la regulación de los disparadores regulables deben ser según la tabla 14.

8.3.7.1 Cortocircuito a la intensidad límite de selectividad.

Se realiza un ensayo de cortocircuito en las condiciones generales del numeral 8.3.2, con una intensidad prevista de valor igual al de la intensidad límite de selectividad declarado por el fabricante (véase numeral 3.6.5).

Para este ensayo, deben estar colocados los fusibles adecuados.

Este ensayo debe consistir en una maniobra "O" al final de la cual los fusibles deben mantenerse intactos.

8.3.7.2 Verificación del calentamiento

NOTA- *Esta verificación del calentamiento se realiza, porque los fusibles pueden haberse fundido durante el ensayo de cortocircuito de la secuencia de ensayos II, numeral 8.3.4.1, en cuyo caso el ensayo del numeral 8.3.7.1 es más severo.*

Después del ensayo según el numeral 8.3.7.1 el calentamiento en los bornes debe verificarse según el numeral 8.3.2.5.

El calentamiento no debe sobrepasar el valor indicado en la tabla 6.

8.3.7.3 Verificación de la rigidez dieléctrica

Después del ensayo según el numeral 8.3.7.2, la rigidez dieléctrica debe verificarse según el numeral 8.3.3.5.

8.3.7.4 Verificación de los disparadores de sobrecarga

El funcionamiento de los disparadores de sobrecarga deben verificarse según el numeral 8.3.5.1.

8.3.7.5 Cortocircuito a 1,1 veces la intensidad de intersección

Después del ensayo según el numeral 8.3.7.4, se realiza un ensayo de cortocircuito en las mismas condiciones generales que las del numeral 8.3.7.1, con una intensidad prevista de valor igual a 1,1 veces el de la intensidad de intersección declarada por el fabricante (véase numeral 3.6.5).

Para este ensayo deben estar colocados los fusibles adecuados.

Este ensayo debe consistir en una maniobra "O", al final de la cual al menos dos de los fusibles deben haberse fundido.

8.3.7.6 Cortocircuito al poder de corte último de cortocircuito

Después del ensayo del numeral 8.3.7.5, debe realizarse un ensayo de cortocircuito en las mismas condiciones generales que en el numeral 8.3.7.1, con una intensidad prevista de valor igual al poder

de corte último en cortocircuito I_{cu} declarado por el fabricante.

Para este ensayo, debe colocarse un nuevo juego de fusibles.

La secuencia de maniobras debe ser:

$$O - t - CO,$$

colocándose otro juego nuevo de fusibles durante el intervalo de tiempo t, que pueda alargarse por este motivo.

8.3.7.7 Verificación de la rigidez dieléctrica

Después del ensayo según el numeral 8.3.7.6, y con un nuevo juego de fusibles, la rigidez dieléctrica debe verificarse según el numeral 8.3.3.5, pero al doble de la tensión de empleo asignada correspondiente, y sin que la tensión de ensayo sea inferior a 1 000 V.

8.3.7.8 Verificación de los disparadores de sobrecarga

Después del ensayo según el numeral 8.3.7.7, el funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse según el numeral 8.3.5.1, pero con intensidad de ensayo de valor igual a 2,5 veces de su intensidad de regulación.

El tiempo de funcionamiento no debe superar el valor máximo fijado por el fabricante para el doble del valor de la intensidad de regulación, a la temperatura de referencia, sobre un polo por separado.

8.3.8 Secuencia de ensayos combinada

A discreción del fabricante o del acuerdo con el mismo, esta secuencia de ensayos se puede aplicar a los interruptores automáticos de categoría de empleo B:

a) Cuando la intensidad asignada de corta duración admisible y el poder de corte de servicio en cortocircuito tienen el mismo valor ($I_{cw} = I_{cs}$); en ese caso, sustituye las secuencias de ensayos II y IV.

b) Cuando la intensidad asignada de corta duración admisible, el poder asignado de corte de servicio de cortocircuito y el poder asignado de corte último en cortocircuito tienen el mismo valor ($I_{cw} = I_{cs} = I_{cu}$); en ese caso, sustituye las secuencias de ensayos II, III y IV.

Esta secuencia de ensayos comprende los ensayos siguientes:

Ensayo	Numeral
Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.8.1
Intensidad asignada de corta duración admisible	8.3.8.2
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito *	8.3.8.3
Verificación de la rigidez dieléctrica	8.3.8.4
Verificación del calentamiento	8.3.8.5
Verificación de los disparadores de sobrecarga	8.3.8.6

* Para los interruptores automáticos que responden al caso del punto b) anterior, es igualmente el poder asignado de corte último en cortocircuito.

El número de muestras a ensayar y la regulación de los disparadores regulables deben ser según la tabla 14.

8.3.8.1 Verificación de los disparadores de sobrecarga

El funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse según el numeral 8.3.5.1.

8.3.8.2 Ensayo de la intensidad asignada de corta duración admisible.

Después del ensayo según el numeral 8.3.8.1, debe realizarse un ensayo a la intensidad asignada de corta duración admisible según el numeral 8.3.6.2.

8.3.8.3 Ensayo del poder asignado de corte de servicio en cortocircuito.

Después del ensayo según el numeral 8.3.8.2, debe realizarse un ensayo al poder asignado de corte en cortocircuito, según el numeral 8.3.4.1, a la tensión más elevada aplicable a la intensidad asignada de cortocircuito admisible. El interruptor automático debe permanecer cerrado durante la corta duración asociada a la duración máxima de regulación posible del disparador de cortocircuito de corta duración. Durante este ensayo, el mando instantáneo (si procede) no debe actuar y el disparador que depende de la intensidad de cierre (si procede), debe actuar.

8.3.8.4 Verificación de la rigidez dieléctrica

Después el ensayo según el numeral 8.3.8.3, la rigidez dieléctrica debe verificarse según el numeral 8.3.3.5.

8.3.8.5 Verificación del calentamiento

Después del ensayo según el numeral 8.3.8.4, el calentamiento en los bornes debe verificarse según el numeral 8.3.2.5.

El calentamiento no debe superar el valor indicado en la tabla 6.

8.3.8.6 Verificación de los disparadores de sobrecarga

Después del enfriamiento y seguidamente al ensayo del numeral 8.3.8.5, el funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse según el numeral 8.3.3.7.

8.4 ENSAYOS INDIVIDUALES Y ENSAYOS DE MUESTREO

8.4.1 Los ensayos individuales tienen por objeto poner de manifiesto los defectos eventuales de los interruptores terminados y la calidad de fabricación, así mismo para verificar el funcionamiento correcto de cada unidad antes de salir de la fábrica. Por lo tanto, todos los interruptores automáticos en caja moldeada deben ser sometidos a ensayos individuales de funcionamiento mecánico, calibración de los disparadores y pruebas dieléctricas, salvo en casos cuando el fabricante demuestra con análisis estadísticos, que las técnicas empleadas en la fabricación y en el ensamble de los interruptores dan garantía de un buen funcionamiento; en estos casos se realizan ensayos de muestreo. En la selección de muestreo, debe ser aplicada la norma Venezolana COVENIN 3133, Así mismo, se requiere la verificación de las dimensiones externas de los interruptores provenientes de los lotes de fabricación diferentes según planes de muestreo.

8.4.2 Las prescripciones detalladas de los ensayos individuales o de muestreo y las condiciones en las cuales deben ser efectuados estos ensayos , deben estar indicadas por el fabricante en sus protocolos de ensayo para cada lote de producción.

8.4.3 Ensayos de funcionamiento mecánico

Los siguientes ensayos deben ser realizados por el fabricante, bajo su propia responsabilidad, sobre cada interruptor o muestra representativa de una serie de producción:

a) Para interruptores de operación manual:

- 5 operaciones de cierre y 5 operaciones de apertura.

b) Para interruptores de mando eléctrico:

- 5 operaciones de cierre y 5 operaciones de apertura, con la tensión de alimentación mínima admisible.

c) Para interruptores equipados con disparadores de operación (ver 3.4.9) y/o de mínima tensión (ver 3.4.8):

- 5 operaciones de cierre manual (o eléctrico , si aplica) y 5 operaciones de apertura con el disparador , aplicando la tensión de alimentación máxima admisible.
- 5 operaciones de cierre manual (o eléctrico, si aplica) y 5 operaciones de apertura con el disparador, aplicando la tensión de alimentación mínima admisible.

d) Para interruptores enchufables:

- insertar y retirar el interruptor 5 veces seguidas en una plantilla que representa fielmente la parte activa de un tablero residencial o de distribución diseñado para usar interruptores enchufables.

Los ensayos deben ser realizados sin que el circuito principal tenga corriente, salvo si esto fuera necesario para el funcionamiento del mando eléctrico y de los disparadores.
Durante los ensayos individuales no debe realizarse ningún ajuste y el funcionamiento debe ser satisfactorio.

Después de los ensayos cada interruptor debe ser examinado para asegurar que ninguna de sus partes ha deteriorado y que todos están en estado de funcionamiento satisfactorio.

Si se realizan ensayos por muestreo y el interruptor (o interruptores) falla, el lote de producción completo, del cual la (s) muestra (s) proviene (n), debe ser sometido a pruebas individuales.

8.4.4 Calibrado de los disparadores de sobreintensidad.

Cada interruptor automático debe ser sometido a la calibración de su (s) disparador (es) de sobreintensidad, con el objetivo de verificar que el tiempo de disparo corresponde, tomando en cuenta las tolerancias admisibles, a las curvas de disparo suministradas por el fabricante. En un solo proceso se aplica al interruptor automático un múltiplo de la intensidad de regulación, cuya magnitud es determinado por el fabricante a base de la curva de disparo particular del interruptor en prueba y observando su comportamiento, aprueba o si es necesario ajusta hasta obtener el tiempo de disparo aceptable. Después de esta calibración, el (o los) punto (s) de ajuste debe (n) ser convenientemente sellado (s).

8.4.5 Ensayos de la rigidez dieléctrica

Los ensayos dieléctricos individuales de cada interruptor terminado sirven para verificar su integridad relativa a su aislamiento. Los interruptores sometidos a este ensayo deben estar totalmente ensamblados , etiquetados, limpios y secos. Aunque las condiciones y el proceso de los ensayos básicamente son las mismas que lo indican en el numeral 8.3.3.2, se permiten ciertas facilidades al fabricante, para acelerar estas pruebas de rutina obligatorias:

- Las pruebas pueden ser efectuadas en interruptores sueltos, o sea: no tienen que estar instaladas ni conectadas como en el servicio normal. Tampoco es necesario ponerlos sobre una base metálica ni cubrirlos con una malla metálica puesta a tierra. (excepciones del numeral 8.3.3.2.1).
- La duración de la prueba puede ser reducida a 1 segundo.
- La tensión de prueba puede ser el doble de la tensión nominal del interruptor más 1 000 V, pero no menos de 1 500 V.
- Se aplica la tensión de ensayo entre los polos, con el interruptor cerrado y entre los bornes (o terminales) de cada polo, con el interruptor abierto.
- Los circuitos auxiliares y de mando, si los hay, deben ser probados, estando los circuitos principales unidos en un solo punto puesto a tierra, entre este punto y las terminaciones exteriores de cada circuito de mando y/o auxiliar, con 1.500 V c.a , durante 1 segundo.

No deben presentarse rupturas dieléctricas durante los ensayos ni deben aparecer señales visibles de arcos, chispazos, etc. en la caja moldeada o en cualquier otro componente del interruptor .

8.4.6 Verificación de las dimensiones externas.

8.4.6.1 La verificación de las dimensiones externas de los interruptores en caja moldeada debe realizarse utilizando el método de muestreo según la norma Venezolana COVENIN 3133. Por lo menos una muestra de cada lote de fabricación deben ser sometida a las verificaciones, antes del inicio o después de la terminación de los ensayos individuales (o de rutina) según el sistema del control de la calidad del fabricante.

8.4.6.2 El ensayo consiste en medir con un instrumento preciso todas las dimensiones del interruptor (ancho, longitud y profundidad) y compararlas con los planos de construcción aprobados. La (s) muestra (s) deben cumplir con los requisitos indicados en el numeral 6.6 de esta norma.

***NOTA**: Se puede prescindir de este ensayo, si el fabricante presenta los protocolos de prueba de los ensayos de la verificación de las dimensiones de las cajas moldeadas, como subproducto, con el sello de aprobación.*

9 INFORMACIONES, IDENTIFICACIÓN Y MARCACIÓN

9.1 INFORMACIONES

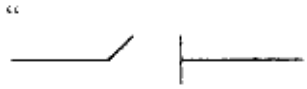
El fabricante debe dar informaciones completas sobre los interruptores fabricados por él con el fin de que el usuario tenga a su disposición todos los datos técnicos necesarios para su aplicación adecuada y correcta. Parte de las informaciones deben aparecer obligatoriamente en los propios interruptores en forma de moldeo o placas de identificación, otras en los documentos anexos, tales como catálogos, especificaciones técnicas, planos, manuales para el uso, instalación y mantenimiento, etc.

9.2 IDENTIFICACIÓN Y MARCACIÓN

Cada interruptor debe ser identificado y marcado en forma indeleble y fácilmente legible con los siguientes datos:

9.2.1 Sobre el propio interruptor o sobre una o varias placas de identificación fijadas firmemente al interruptor, en forma y lugar tales, que sean visibles y legibles cuando el interruptor está instalado:

- Identificación de las posiciones de "ABIERTO" y "CERRADO", pudiendo utilizar las palabras "OFF" y "ON" ó los símbolos "O" e "I", respectivamente.
- Intensidad asignada (o nominal) I_n
- Capacidad para el seccionamiento, si es aplicable, con el símbolo "



9.2.2 Sobre el interruptor mismo ó sobre una o varias placas de identificación fijadas al interruptor, en forma y lugar tales, que pueden ser visibles y legibles cuando el interruptor está instalado, aunque esto no es un requisito indispensable (p.e. la placa puede ser puesta en un lado lateral del interruptor):

- Nombre del fabricante o su marca de fábrica.
- Designación del tipo, modelo y/o número de serie.
- Referencia a la norma de fabricación correspondiente, si el fabricante declara conformidad con esta norma.
- Tensión (es) asignada (s) de empleo (U_e), ver 5.2.1.1.
- Valor (o gama) de la frecuencia asignada F_n, (por ejemplo 60 Hz o 50/60 Hz) y/o la indicación de "corriente directa" (c.d.o el símbolo =), si aplica, ver 5.2.3.
- Corriente nominal de corte en cortocircuito I_{cc}, con referencia a la tensión de empleo, ver 5.2.6.2.
- Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito I_{cs}, ver 5.2.6.2.2.
- Poder asignado de corte último en cortocircuito I_{cu}, ver 5.2.6.2.1.
- Bornes de entrada (alimentación o "line") y de salida (carga o "load"), a menos que su conexión sea indiferente.
- Bornes de las fases de un interruptor multipolar
- Bornes del polo neutro, si aplicable.
- Temperatura de referencia para los disparadores de sobrecorriente térmicos o termomagnéticos. Si la temperatura del ambiente no influye el funcionamiento correcto del disparador de sobrecorriente, se puede marcar "térmicamente compensado".
- Si el interruptor automático está diseñado para conducir el 100% de su capacidad de corriente nominal en forma continua, esta condición debe ser indicada en la placa de características.
- Si la operación correcta de un interruptor depende del uso de separadores, pantallas, tabiques u otro medio de aislamiento adicional, esta condición debe ser indicada visiblemente en el interruptor, cerca de la ubicación de tal pieza.

9.2.3 Sobre el interruptor mismo o sobre una o varias placas de identificación fijadas al interruptor, o en los catálogos, especificaciones técnicas y/o manuales del producto:

- Poder nominal de cierre en cortocircuito (I_{cm}), si es diferente al que se especifica en el numeral 5.2.6.1.
- Tensión de aislamiento (U_i), si es superior a la tensión de empleo (U_e) máxima.
- Tensión asignada soportada al impulso (U_{imp}), si está declarada.
- Grado de contaminación, si es diferente del grado 3.
- Intensidad térmica convencional en envolvente (I_{the}), si es distinta de la intensidad nominal ($I_{th} = I_n$).
- Tamaño mínimo y grados de protección de la envolvente individual, si procede, y los datos referentes a la ventilación, si se requiere.
- Distancias mínimas de seguridad entre los interruptores automáticos y las partes metálicas puestas a tierra, si aplicable, para interruptores automáticos a instalar en tableros.
- Información sobre el eventual calentamiento de partes y piezas accesibles y sobre la protección aplicable, si procede.

9.2.4 Las indicaciones referentes a los dispositivos de cierre y apertura de los interruptores y sus accesorios deben figurar o en las placas de identificación de los propios interruptores o en las placas de características de tales dispositivos y accesorios, o si el espacio disponible es insuficiente, en los catálogos, especificaciones técnicas y/o manuales del producto, incluyendo los siguientes datos:

- Tensión nominal y otras características del circuito de mando del dispositivo de cierre, si aplicable.
- Tensión nominal y otras características del circuito de mando de los disparadores de operación y/o mínima tensión, temporizadores, etc.
- Intensidad nominal de los disparadores de sobreintensidad y de sus componentes, por ejemplo de los transformadores de corriente incorporados.
- Número y tipo de los contactos auxiliares, con sus características técnicas.

10 BIBLIOGRAFÍA

Norma Internacional IEC 947-1:1988, (modificado), Low- voltaje Switchgear and controlgear. Part 1: General Rules, y su versión de norma Europea en español, UNE-EN 60947-1: 1993: Aparamenta en baja tensión. Parte 1: Reglas generales.

Norma Internacional IEC 947-2:1989, Low-Voltage Switchgear and controlgear.. Part 2: Circuit Breakers, y su versión de la norma Europea en Español, UNE-EN 60947-2:1994: Aparamenta de Baja Tensión . Parte 2: Interruptores automáticos.

Norma Norteamericana NEMA AB-1993 Molded Case Circuit Breakers and Molded Case Switchrs.

Norma Norteamericana ANSI-UL 489-1996 Molded case circuit Breakers and Circuit Breaker Enclosures.

Participaron en la revisión de esta norma:

Ing. Carlos Alvarez
Ing. Roberto Alves
Ing. Juan Botana
Ing. Ede Botfalusi
Ing. Hugo Castro
Ing. Alfred Kerner
Ing. Agustín Lares
Ing. Luz M Mendoza
Ing. Beisi Molina
Ing. Julio Molina
Ing. Fernando Pinto
Ing. Rafael Puche
Lic. María T. Saccucci
Ing. Ofelia Sucre
Ing. José Julián Vásquez

Tabla Nº 1 Lista alfabética de las características y de los símbolos

Característica	Símbolo	Numeral referencia
Categoría de Empleo	-	5.3
Frecuencia asignada nominal	F_n	5.2.3. y 3.6.10
Intensidad (o corriente) asignada (o nominal)	I_n	5.2.2.1. y 3.6.6.
Intensidad (o corriente)pico (o cresta)	I_p	3.6.8
Intensidad asignada de corta duración admisible	I_{cw}	5.2.7
Intensidad asignada de empleo	I_e	3.6.7.
Intensidad asignada Ininterrumpida	I_u	5.2.2.4
Intensidad de Intersección (o corriente cruzada)	I_b	3.6.4
Intensidad límite de selectividad	I_s	3.6.5
Intensidad térmica convencional al aire libre	I_{th}	5.2.2.2
Intensidad térmica convencional en envolvente	I_{the}	5.2.2.3
Poder asignado de cierre	I_e	3.6.7
Poder asignado de cierre en cortocircuito	I_{cm}	5.2.6.1
Poder asignado de corte	I_e	3.6.7.
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito	I_{cs}	5.2.6.2.2
Poder asignado de corte en cortocircuito o capacidad nominal de interrupción	I_{cc}	3.6.2
Poder asignado de corte ultimo en cortocircuito	I_{cu}	5.2.6.2.1
Servicio continuo (ó de 8 horas)	-	5.2.5.1.
Servicio Ininterrumpido	-	5.2.5.2
Tensión asignada de aislamiento	U_i	5.2.1.2 y 3.6.14
Tensión asignada de empleo	U_e	5.2.1.1 y 3.6.15
Tensión asignada de los circuitos de mando ó tensión de control nominal	U_c	3.6.11
Tensión asignada soportada al impulso	U_{imp}	5.2.1.3.
Tensión nominal	U_n	3.6.13
Tensión de recuperación	U_r	3.6.12

NOTAS: *Las expresiones "intensidad" y "corriente" son sinónimos y se emplean indistintamente en esta norma. La expresión "asignada" generalmente sustituye la palabra "nominal"que corresponde a la traducción "rated" en las normas en idioma inglés. La expresión "poder asignado " es equivalente a "capacidad nominal".*

Tabla Nº 2 Tensiones de ensayo dieléctrico a frecuencia industrial y las tensiones asignadas soportadas al impulso

Tensión Asignada de Aislamiento U_i /U_N	Tensiones de Ensayo		
	Ensayo Dieléctrico a Frecuencia Industrial **	Impulso (a max. 2000 m s.n.m) ***	
		U_{imp}(1,2/50 μ s cresta ó c.c.)	VALOR EFICAZ
Voltios (V)	Kilovoltios kV	Kilovoltios kV	Kilovoltios kV
$U_i \leq 60$	1,0	0,5	0,36
$60 < U_i \leq 300$	2,0	2,5	1,77
$300 < U_i \leq 690$	2,5	4,0	2,83
$690 < U_i \leq 800$	3,0	6,0	4,24
$800 < U_i \leq 1000$	3,5	6,0	4,24
$1000 < U_i \leq 1500$*	3,5	6,0	4,24

** Solamente en corriente continua*
*** Según Tabla 12 de la norma IEC 60947-2*
**** Según Tabla 11 de la Norma Venezolana COVENIN 3653.*

Tabla Nº 3 Relación "n" entre el poder de cierre en cortocircuito y el poder de corte en cortocircuito y factor de potencia correspondiente para los interruptores automáticos en corriente alterna (véase numeral 5.2.6.3)

Poder de corte en cortocircuito I [1] en KA-(Valor Eficaz RMS)	Factor de Potencia	Valor mínimo exigido de "n" $n = \frac{Poder\ de\ cierre\ en\ cortocircuito(I_{cm})}{Poder\ de\ corte\ en\ cortocircuito(I_{cs})}$
$4,5 < I^{2)} \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I^{2)} \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I^{2)} \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I^{2)} \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I^{2)}$	0,2	2,2

NOTAS: *1) I es el valor del poder de corte en cortocircuito*
2)Para todos los valores más bajos del poder de corte, para ciertas aplicaciones, véase tabla Nº 4 (numeral 8.3.2.2.4) para el factor de potencia.

Tabla Nº 4 Valores de los factores de potencia y de las constantes de tiempo en función de las intensidades de ensayo

Intensidad de Ensayo I (en ka)	Factor de Potencia			Constante de Tiempo (msec)		
	Corto-Circuito	Amplitud De Funcionamiento En Servicio	Sobre – Carga	Corto-Circuito	Amplitud de Funcionamiento en Servicio	Sobre-Carga
$I \leq 3$	0,9	0,8	0,5	5	2	2,5
$3 < I \leq 4,5$	0,8	0,8	0,5	5	2	2,5
$4,5 < I \leq 6$	0,7	0,8	0,5	5	2	2,5
$6 < I \leq 10$	0,5	0,8	0,5	5	2	2,5
$10 < I \leq 20$	0,3	0,8	0,5	10	2	2,5
$20 < I \leq 50$	0,25	0,8	0,5	15	2	2,5
$50 < I$	0,2	0,8	0,5	15	2	2,5

Tabla Nº 5 Relaciones normales entre I_{cs} e I_{cu}

Categoría de Empleo "A" (% de I_{cu})	Categoría de Empleo "B" (% de I_{cu})
25	-
50	50
75	75
100	100

NOTA: *Ver numeral 5.2.6.2.2*

Tabla Nº 6 Limites de calentamiento de los bornes (terminales); de las partes accesibles, de las bobinas , materiales y piezas

Descripción de los componentes [1]	Limites de Calentamiento (K)[2][3]
Bornes (terminales) de conexión a los conductores externos aislados	80
Partes de maniobras manuales	
– metálicas	25
- no metálicas	35
Piezas destinadas a ser tocadas pero no sostenidas	
- metálicas	40
- no metálicas	50
Piezas que no necesitan ser tocadas en servicio normal	
- metálicas	50
- no metálicas	60

NOTAS:

1) *No se especifican ningún valor para las piezas distintas de las enumeradas aquí , pero no deberá ocasionar ningún daño a las piezas adyacentes de material aislante.*
2) *Los límites de calentamiento especificados no son los que se aplican a una muestra en estado nuevo, sino que se aplican a las verificaciones del calentamiento durante las secuencias de ensayo adecuadas especificadas en el capitulo 8.*
3) *Las tablas A9, A10 y A11 del anexo A dan más detalles sobre las temperaturas máximas admisibles para bobinas, materiales aislantes y piezas componentes de los interruptores.*

Tabla Nº 7 Características de apertura de los disparadores de sobreintensidad a tiempo inverso a la temperatura de referencia

Todos los Polos Cargados		Tiempo Convencional (horas)
Intensidad Convencional de no Desconexión	**Intensidad Convencional de Desconexión**	
1,05 veces la intensidad de regulación	1,30 veces la intensidad de regulación	2*
** 1 hora para In ≤ 63 A*		

Tabla Nº 8 Distancias mínimas de aislamiento en aire y líneas de fuga mínimas[3)]

Tensión nominal U_n	Tensión de impulso U_{imp}	Distancias mínimas de aislamiento en aire [1)]				Línea de fuga Min[2)]	
		Caso A Condiciones de campo -No Homogéneo		Caso B (Ideal) Condiciones de campo Homogéneo		Grado de Contaminación	
		Grado de contaminación		Grado de contaminación			
		3	4	3	4	3	4
V	kV	mm	mm	mm	mm	mm	mm
≤ 60	0,5	0,8	1,6	0,8	1,6	2	3,4
61 – 300	2,5	1,5	1,6	0,8	1,6	5	10
301 – 690	4	3	3	1,2	1,6	10	20
691 – 1000	6	5,5	5,5	2	2	16	32

NOTAS:

1) *Los valores de las distancias mínimas de aislamiento se basan en tensiones de impulsos de 1,2/ 50 microsegundos. a una presión barométrica de 80 kPa.*
2) *Los valores de las líneas de fuga mínimas son aplicables para materiales de los grupos IIIa y IIIb.*
3) *Los valores indicados se basan en las tablas 13 y 15 de la norma IEC 947-1.*

Tabla Nº 9 Distancias mínimas de aislamiento en aire y líneas de fuga sobre superficies [1)] según NEMA AB-1:1993 y ANSI/UL 489:1996 [6)]

Tensión nominal entre partes U_e (en V)	En terminales				En otras partes que no son terminales					
	Entre fases opuestas		Entre fases y partes puestas a tierra [2)]		Entre partes no aisladas de polaridad opuesta		Entre partes vivas no aisladas y partes puestas a tierra			
	A (mm)		B (mm)		C(mm)		D[3)] (mm)		E[4)] (mm)	
	En aire	Sobre superficie	En aire	Sobre superficie	En aire	Sobre superficie	En aire	Sobre superficie	En aire	Sobre superficie
0- 125	12,7	19,05	12,7	12,7	6,35	9,52	12,7	12,7	6,35	9,52
126– 300	19,05	31,75	12,7	12,7	6,35	9,52	12,7	12,7	6,35	9,52
300–600	25,4	50,8	12,7	25,4	9,52	12,7	12,7	25,4	9,52	12,7
1000V	[5)]									

NOTAS:

1) *Estas distancias no rigen para circuitos impresos de control.*
2) *Las distancias en las envolventes o a los medios de montaje del interruptor pueden ser reducidos, si se usa una pantalla de material aislante apropiado para proporcionar la distancia de aislamiento en aire requerido.*
3) *Si abolladuras o deformaciones de la envolvente o de los medios de montaje pueden reducir las distancias mínimas requeridas en la columna E.*
4) *Si abolladuras o deformaciones de la envolvente o de los medios de montaje no afectan las distancias mínimas.*
5) *Los valores están en estudio.*
6) *Los valores indicados se basan en las tablas 12-1 de la norma NEMA AB-1:1993 y 6.1.6.1.1. de la norma ANSI/UL 489:1996 y solo se aplican a los interruptores fabricados y probados según tecnología norteamericana (ver Anexo A).*

Tabla Nº 10 Valores normalizados de conductores de cobre para cargas varias y ensayos para una temperatura ambiente de 30 °C [6]

Campo de las intensidades de carga y/o de ensayos [1]	Conductores aislados (cables) de cobre para 75 °C [2]			Barras de cobre desnudas [2]			
	Cantidad por fase	ISO [3] mm^2	AWG O [3] MCM	Cantidad por fase	Dimensiones milimétricas [3] [4]	Cantidad por fase	Dimensiones en pulgadas [3] [4]
Hasta 15 A	1	2,5	14	-	-	-	-
15 A 20 A	1	2,5	12	-	-	-	-
20 a 25 A	1	4,0	10	-	-	-	-
25 a 32 A	1	6,0	10	-	-	-	-
32 a 50 A	1	10,0	8	-	-	-	-
50 a 65 A	1	16,0	6	-	-	-	-
65 a 85 A	1	25,0	4	-	-	-	-
85 a 100 A	1	35,0	3	-	-	-	-
100 a 115 A	1	35,0	2	-	-	-	
115 a 130 A	1	50,0	1	-	-	-	-
130 a 150 A	1	50,0	0	-	-	-	-
150 a 175 A	1	70,0	2/0	1	25X3	1	1"X 1/8"
175 a 200 A	1	95,0	3/0	1	25X5	1	1"X 3/16"
200 a 225 A	1	95,0	4/0	1	25X5	1	1"X 3/16"
225 a 250 A	1	120,0	250	1	25X5	1	1"X 3/16"
250 A 275 A	1	150,0	300	1	30X5	1	1"X ¼ "
275 a 300 A	1	185,0	350	1	40X5	1	1 ¼ "¼"
300 a 350 A	1	185,0	400	1	40X5	1	1 ¼ "¼"
350 a 400 A	1	240,0	500	1	50X5	1	1 ½"1/4 "
400 a 500 A	2	150,0	250	2	30X5	2	1"X ¼"
500 a 630 A	2	185,0	350	2	40X5	2	1 ¼ "¼"
630 a 800 A	3	150,0	300	2	50X5	2	1 ½"1/4"
800 a 1000 A	3	185,0	350	2	60X5	2	2"X ¼"
1000 a 1250 A	4	185,0	350	2	80X5	2	2 ½"X ¼"
1250 a 1600 A	5	240,0	400	2	100X5	2	3"X ¼"
1600 a 2000 A	6	240,0	400	3	100X5	3	3"X ¼"
2000 a 2500 A	7	240,0	500	4	100X5	3	4"X ¼"
2500 a 3150 A	8	240,0	500	3	100X10	4 [5]	5"X ¼"
3150 a 4000 A	10	300,0	600	4 [5]	100X10	4 [5]	6"X ¼"

NOTAS:

1) *El valor de la intensidad de carga o de ensayo debe ser superior al primer valor que figura en la primera columna y menor o igual al segundo valor de esta misma columna.*
2) *Para facilitar el ensayo y de acuerdo con el fabricante, se pueden emplear conductores de sección menor o mayor que la indicada para una intensidad determinada, siempre y cuando la sección total de los conductores es equivalente a la sección total indicada.*
3) *La tabla da como variante, las dimensiones de los conductores en los sistemas métricos ISO y en AWG/MCM, así mismo las barras de dimensiones convencionales en mm y en pulgadas. Tanto para las cargas como para los ensayos se pueden aplicar cualquiera de los sistemas.*
4) *Se supone que las barras están dispuestas al canto, ó sea, con las caras más largas en el plano vertical. Para tramos cortos, las barras pueden ser colocadas al plano horizontal con las caras más largas horizontales. Las distancias entre los diferentes componentes de un paquete de barras de la misma fase deben ser iguales a los espesores de cada barra individual.*
5) *Sí se emplean 4 barras por fase, estas deben estar dispuestas en dos juegos de barras, con una distancia entre 50 y 100 mm entre ellas.*
6) *Como solución alternativa, se pueden emplear los valores indicados en las tablas Nº A3,A4 y A5 del Anexo A de esta misma norma.*

Tabla Nº 11 Número de ciclos de maniobra

1	2	3	4	5
Intensidad nominal (In) A [1)]	Número de ciclos de maniobra por hora [2)]	Número de ciclos de maniobra		
		Sin corriente	Con corriente [3)]	Total
In ≤ 100	120	8500	1500	10.000
100 < In ≤ 315	120	7000	1000	8.000
315 < In ≤ 630	60	4000	1000	5.000
630 < In ≤ 2500	20	2500	500	3.000
In < 2500	10	1500	500	2.000

NOTAS:

1) *Significa la corriente máxima asignada para un tamaño de estructura (frame) determinada.*
2) *La columna (2) indica la cadencia de maniobra mínima. Esta cadencia puede ser aumentada con el acuerdo del fabricante; en este caso, la cadencia empleada debe ser indicada en el informe de ensayos.*
3) *Durante cada ciclo de maniobras (cerrar-abrir), el interruptor debe permanecer en posición de cierre durante un tiempo suficiente para asegurar que la corriente esté plenamente establecida pero que no sobrepase dos (2) segundos.*

Tabla N° 12 Índice alfabético de ensayos

Condiciones generales de ensayo	Numerales
Circuitos de ensayos de cortocircuito	8.3.2.6.2
Constantes de tiempo	8.3.2.2.5
Disposición de los interruptores automáticos, generalidades	8.3.2.1
Disposición de los interruptores automáticos para los ensayos de cortocircuito	8.3.2.6.1
Ensayo de calentamiento	8.3.2.5
Factor de potencia	8.3.2.2.4
Frecuencia	8.3.2.2.3
Procedimientos de ensayo en cortocircuito	8.3.2.6.4
Registros (interpretación de los)	8.3.2.6.6
Tensión de restablecimiento	8.3.2.2.6
Tolerancias	8.3.2.2.2
Ensayos para el esquema de conjunto de las secuencias de ensayo (véase tabla 13)	**Numerales**
Calentamiento (verificación del)	8.3.3.6- 8.3.4.3 – 8.3.6.3 – 8.3.7.2 – 8.3.8.5
Disparador de sobrecarga (verificación de los)	8.3.3.7 – 8.3.4.4 – 8.3.5.1 – 8.3.5.4 – 8.3.6.1 – 8.3.6.6 – 8.3.7.4 – 8.3.7.8 – 8.3.8.1 – 8.3.8.6 –
Disparo (límite y sus características de)	8.3.3.1
Ensayo en cortocircuito sobre un polo por separado	Anexo C
Funcionamiento en servicio (aptitud para el)	8.3.3.3
Fusibles incorporados (interruptores automáticos con) (ensayos de cortocircuito)	8.3.7.1 – 8.3.7.5 – 8.3.7.6
Intensidad de corta duración admisible	8.3.6.2 – 8.3.8.2
Poder de corte de servicio en cortocircuito	8.3.4.1 – 8.3.8.3
Poder de corte cortocircuito a la intensidad máxima de corta duración admisible (ensayo de)	8.3.6.4
Poder de corte ultimo en cortocircuito	8.3.5.2
Propiedades dieléctricas	8.3.3.2
Rigidez dieléctrica (verificación de la)	8.3.3.5 – 8.3.4.2 – 8.3.5.3 – 8.3.6.5 – 8.3.7.3 – 8.3..7.7 – 8.3.8.4
Sobrecarga (funcionamiento en)	8.3.3.4

Tabla Nº 13 Esquema del conjunto de las secuencias de ensayo

Secuencia de ensayos	Validez	Ensayos
I Características generales de funcionamiento (numeral 8.3.3)	Todos los interruptores automáticos y no automático.	Límites y características de disparo** Propiedades dieléctricas Funcionamiento mecánico y aptitud para el funcionamiento en servicio. Funcionamiento en sobrecarga (si procede) Verificación de la rigidez dieléctrica Verificación del calentamiento Verificación de los disparadores de sobrecarga **
II Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito (numeral 8.3.4)	Todos los interruptores automáticos y no automáticos.	Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito Verificación de la rigidez dieléctrica Verificación del calentamiento Verificación de los disparadores de sobrecarga **
III Poder asignado de corte último en cortocircuito (numeral 8.3.5)	Todos los interruptores automáticos de categoría de empleo A e interruptores automáticos de categoría de empleo B de mando instantáneo *, a excepción de los interruptores automáticos con fusibles incorporados.	Verificación de los disparadores de sobrecarga Poder asignado de corte último en cortocircuito Verificación de la rigidez dieléctrica Verificación de los disparadores de sobrecarga
IV Intensidad asignada de corta duración admisible (numeral 8.3.6)	Interruptores automáticos de categoría de empleo B	Verificación de los disparadores de sobrecarga Intensidad asignada de corta duración admisible Verificación del calentamiento Poder de corte en cortocircuito a la intensidad asignada de corta duración admisible máxima Verificación de la rigidez dieléctrica Verificación de los disparadores de sobrecarga
V Interruptores automáticos con fusibles incorporados (numeral 8.3.7)	Primera etapa Interruptores automáticos con fusibles incorporados. Segunda etapa	Cortocircuito a la intensidad límite de selectividad verificación del calentamiento verificación de la rigidez dieléctrica verificación de los disparadores de sobrecarga Cortocircuito a la intensidad de intersección Cortocircuito al poder asignada de corte último en cortocircuito verificación de la rigidez dieléctrica verificación de los disparadores de sobrecarga
Secuencia de los ensayos combinada (numeral 8.3.8)	Interruptores automáticos con categoría de empleo B: con $I_{cw} = I_{cs}$ sustituye las secuencias de ensayos II y IV Con $I_{cw} = I_{cs} = I_{cu}$ sustituye las secuencias de ensayos II, III y IV	verificación de los disparadores de sobrecarga Intensidad asignada de corta duración admisible Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito verificación de la rigidez dieléctrica verificación del calentamiento verificación de los disparadores de sobrecarga
Secuencia de ensayos en cortocircuito sobre un polo por separado (anexo C)	Interruptor automático para empleo en sistemas con una fase puesta a tierra.	Poder de cierre en cortocircuito sobre un polo por separado Verificación de la rigidez dieléctrica Verificación de los disparadores de sobrecarga

** Véase numeral 8.3.5*
*** No se requieren para los interruptores no automáticos (suiches en caja moldeada)*

Tabla N° 14 Número de muestras y condiciones de ensayo

Secuencia de ensayo	Parámetros del interruptor automático	Número de muestras	Condiciones de ensayo, regulación de los disparadores de máxima intensidad [1] (tiempo e intensidad) si la hubiera Conexión de los bornes
I		1	U_e máxima
II	Un único valor asignado de U_e/I_{cs} bornes identificados y disparadores de sobrecarga no regulables.	1	
	Un único valor asignado de U_e/I_{cs}, bornes identificados y disparadores de sobrecarga regulables, o bornes no identificados y disparadores de sobrecarga no regulables.	2	Muestra 1 Todos los disparadores regulables regulados al máximo. Muestra 2 Todos los disparadores regulados al mínimo. Conexiones inversas a las de las muestras 1 si los bornes no están identificados
	Dos valores asignados de U_e/I_{cs}, bornes identificados o no y disparadores de sobrecarga regulables o no.	2	Muestra 1 $U_{e\ max}/I_{cs}$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo Muestra 2 $I_{cs\ max}/U_e$ correspondiente: todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de la muestra 1, si los bornes no están identificados.
	Varios valores asignados de U_e I_{cs}, bornes identificados o no y disparadores de sobrecarga regulables o no.	3	Muestra 1 $U_{e\ max}/I_{cs}$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al máximo Muestra 2 $I_{cs\ max}/U_e$ correspondiente: todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de las muestra 1 si los bornes no están identificados Muestra 3 Valores intermedios de U_e I_{cs} correspondientes [2] : Todos los disparadores regulables regulados al mínimo. Conexiones inversas a las de las muestra 1, si los bornes no están identificados.

NOTAS:

1) *Para la regulación de los disparadores de máxima intensidad, véase el último párrafo del numeral 5.5.1.2.*
   - *"máximo" significa la regulación máxima a la intensidad asignada máxima;*
   - *"mínimo" significa la regulación mínima a la intensidad mínima.*
2) *Según acuerdo a establecer entre el laboratorio de ensayos y el fabricante.*

Tabla Nº 14 (continuación) Número de muestras y condiciones de ensayo

Secuencia de ensayo	Parámetros del interruptor automático	Número de muestras	Condiciones de ensayo, regulación de los disparadores de máxima intensidad [1] (tiempo e intensidad) si la hubiera Conexión de los bornes
III	Un único valor asignado de U_e I_{cu}, bornes identificados y disparadores de sobrecarga no regulables,	1	
	Un único valor asignado de U_e/I_{cu}, bornes identificados y disparadores de sobrecarga regulables, o bornes no identificados y disparadores de sobrecarga no regulables	2	Muestra 1 Todos los disparadores regulables regulados al máximo Muestra 2 Todos los disparadores regulables regulados al mínimo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados
	Dos valores asignados de U_e I_{cu}, bornes identificados o no y disparadores de sobrecarga regulables o no	2	Muestra 1 $U_{e\,max.}$ I_{cu} correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo Muestra 2 $I_{cu\,max.}/U_e$ correspondiente: todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados
	Varios valores asignados de U_e I_{cu}, bornes identificados o no y disparadores de sobrecarga regulables o no	3	Muestra 1 $U_{e\,max.}$ I_{cu} correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo Muestra 2 $I_{cu\,max}/U_e$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados Muestra 3 Valores intermedios de U_e I_{cu} correspondientes [2] Todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados

NOTAS:

1) *Para la regulación de los disparadores de máxima intensidad, véase el último párrafo del numeral 5.5.1.2.*
   - *"máximo " significa la regulación máxima a la intensidad asignada máxima;*
   - *"mínimo" significa la regulación mínima a la intensidad asignada mínima.*
2) *Según acuerdo a establecer entre el laboratorio de ensayos y el fabricante*

Tabla Nº 14 (continuación) Número de muestras y condiciones de ensayo

Secuencia de ensayo	Parámetros del interruptor automático	Número de muestras	Condiciones de ensayo, regulación de los disparadores de máxima intensidad [1] (tiempo e intensidad) si la hubiera Conexión de los bornes
IV	Un único valor asignado de U_e /I_{cw} , bornes identificados y disparadores de sobrecarga no regulables	1	
	Un único valor asignado de U_e /I_{cw}, bornes identificados y disparadores de sobrecarga no regulables, o bornes no identificados y disparadores de sobrecarga no regulables	2	Muestra 1 Todos los disparadores regulables regulados al máximo Muestra 2 Todos los disparadores regulables regulados al mínimo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados
	Dos valores asignados de U_e /I_{cw}, bornes identificados o no y disparadores de sobrecarga regulables o no	2	Muestra 1 $U_{e\ máx.}$/I_{cw} correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo Muestra 2 $I_{cw\ máx}$ /U_e correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados
	Varios valores asignados de U_e /I_{cw}, bornes identificados o no y disparadores de sobrecarga regulables o no	3	Muestra 1 $U_{e\ máx.}$/I_{cw} correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo Muestra 2 $I_{cw\ máx.}$ /U_e correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados Muestra 3 Valores intermedios de U_e /I_{cu} correspondientes [2] Todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados

NOTAS:

1) Para la regulación de los disparadores de máxima intensidad, véase el último párrafo del numeral 5.5.1.2

- *"máximo " significa la regulación máxima a la intensidad asignada máxima;*
- *"mínimo" significa la regulación mínima a la intensidad asignada mínima.*

2) Según acuerdo a establecer entre el laboratorio de ensayos y el fabricante

Tabla Nº 14 (continuación) Número de muestras y condiciones de ensayo

Secuencia De ensayo	Parámetros del interruptor automático	Número De muestras	Condiciones de ensayo, regulación de los disparadores de máxima intensidad [1] (tiempo e intensidad) si la hubiera Conexión de los bornes
V	Como para la secuencia III		
Secuencia de ensayos combinada	Un único valor asignado de U_e /I_{cs}, bornes identificados y disparadores de sobrecarga no regulados	1	
	Un único valor asignado de U_e /I_{cs}, bornes identificados y disparadores de sobrecarga no regulables, o bornes no identificados y disparadores de sobrecarga no regulables	2	Muestra 1 Todos los disparadores regulables regulados al máximo Muestra 2 Todos los disparadores regulables regulados al máximo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados
	Dos valores asignados de U_e/I_{cs}, bornes identificados o no y disparadores de sobrecarga regulables o no	2	Muestra 1 Para el numeral 8.3.8.2: $I_{cs\ max.}/U_e$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al máximo Para el numeral 8.3.8.3: $U_{e\ máx.}$ /I_{cs} correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al máximo Muestra 2 Para el numeral 8.3.8.2: $I_{cs\ max.}/U_e$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo Para el numeral 8.3.8.3: $I_{cs\ max.}/U_e$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo. Conexiones inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados

NOTAS:

1) Para la regulación de los disparadores de máxima intensidad, véase el último párrafo del numeral 5.5.1.2

- *"máximo " significa la regulación máxima a la intensidad asignada máxima;*
- *"mínimo" significa la regulación mínima a la intensidad asignada mínima*

Tabla Nº 14 (continuación) Número de muestras y condiciones de ensayo

Secuencia De ensayo	Parámetros del interruptor automático	Número De muestras	Condiciones de ensayo, regulación de los disparadores de máxima intensidad [1] (tiempo e intensidad) si la hubiera conexión de los bornes
Secuencia de ensayos combinada	Varios valores asignados de U_e /I_{cs}, bornes identificados o no y disparadores de sobrecarga regulables o no	3	Muestra 1 Para el numeral 8.3.8.2: $I_{cs\ max.}/U_e$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al máximo Para el numeral 8.3.8.3: $U_{e\ máx.}$ /I_{cs} correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al máximo Muestra 2 Para el numeral 8.3.8.2: $I_{cs\ max.}/U_e$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo Para el numeral 8.3.8.3: $I_{cs\ max.}/U_e$ correspondiente: Todos los disparadores regulables regulados al mínimo. Corrientes inversas a las de la muestra 1 si los bornes no están identificados. Muestra 3 Valores intermedios de U_e /I_{cs} que corresponden [2] Todos los disparadores regulables regulados al mínimo. Conexiones idénticas a la muestra 1 si los bornes no están identificados
Secuencia de ensayos en cortocircuito sobre un polo individualmente	Como para la secuencia III, pero sustituyendo I_{cu} por I_{su} [3]		

NOTAS:

1) *Para regulación de los disparadores de máxima intensidad, véase el último párrafo del numeral 5.5.1.2*
   - *"máximo " significa la regulación máxima a la intensidad asignada máxima;*
   - *"mínimo" significa la regulación mínima a la intensidad asignada mínima.*
2) *Según acuerdo a establecer entre el laboratorio de ensayos y el fabricante*
3) *I_{su} es igual al 25% de la I_{cu} (ver Anexo C, numeral C2)*

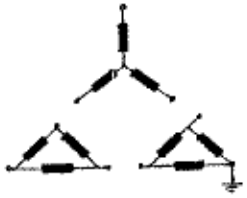
Tabla Nº 15 Tolerancias sobre las magnitudes de ensayo

Todos los ensayos	Ensayos en vacío y en condiciones normales de carga y de sobrecarga	Ensayos en condiciones de cortocircuito
Intensidad: +5 / - 0 tensión: +5 /- 0 (incluida la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial)	Factor de potencia: ± 0,05 Constante de tiempo:+15% / - 0 Frecuencia: ± 5%	Factor de potencia + 0 / -0,05 Constante de tiempo: + 25% / - 0 Frecuencia: ± 5%
NOTA: *Por acuerdo entre el fabricante y el usuario, los ensayos realizados a 60 Hz pueden ser aceptados para un funcionamiento de 50 Hz y viceversa.*		

Tabla Nº 16 Características del circuito de ensayo para el funcionamiento en sobrecarga

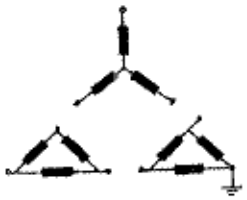
	Corriente alterna	Corriente continua
Intensidad: Tensión de restablecimiento:	6 x In 1,05 x $U_{e\ máx.}$	2,5 x In 1,05 x $U_{e\ máx.}$
NOTA: $U_{e\ máx}$ *es la tensión de empleo máxima del interruptor.*		

Tabla Nº 17 Tensiones de impulso (U_{imp}) asignadas a las tensiones nominales (U_n), (nivel de protección normal por pararrayos estándar)

Valor máximo de la tensión asignada de empleo respecto a tierra. Valor eficaz o corriente continua (V)	Tensión nominal de la red de alimentación (≤ tensión asignada de aislamiento del interruptor)				Valores preferentes de tensión asignada soportada al impulso (1,2/50 us) a 2000 m (kv)			
					Categoría de sobretensión			
					IV	III	II	I
	 Valor eficaz (V)	 Valor eficaz (V)	Valor eficaz o corriente continua (V)	 Valor eficaz o corriente continua (V)	Nivel origen de la instalación	Nivel distribución	Nivel carga (aparatos, materiales)	Nivel especialmente protegido
50	-	-	12,5,24,25, 30,42,48	60-30	1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/15	66	60	-	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115,120 127	110,120	220-110, 240-120	4	2,5	1,5	0,8
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	220,230 240,260 277	220	440-220	6	4	2,5	1,5
600	347/600, 380/660 400/690, 415/720 480/830	347,380,400 415,440,480 500,577,600	480	960-480	8	6	4	2,5
1000	-	660 690,720 830,1000	1000	-	12	8	6	4

NOTA- *En caso de protección contra las sobretenciones por redes de distribución subterráneas o de uso en zonas del nivel ceráunico débil, véase tabla Nº 18.*

Tabla Nº 18 Tensiones de impulso (U_{imp}) asignadas a las tensiones nominales (nivel de protección reducido)

Valor máximo de la tensión asignada de empleo respecto a tierra. Valor eficaz o corriente continua (V)	Tensión nominal de la red de alimentación (≤ tensión asignada de aislamiento de material)				Valores preferentes de tensión asignada soportada al impulso (1,2/50 us) a 2000 m (kv)			
					Categoría de sobretensión			
					IV	III	II	I
	 Valor eficaz (V)	 Valor eficaz (V)	Valor eficaz o corriente continua (V)	 Valor eficaz o corriente continua (V)	Nivel origen de la instalación	Nivel distribución	Nivel carga (aparatos, materiales)	Nivel especialmente protegido
50	-	-	12,5,24,25 30,42,48	60-30	0,8	0,5	0,33	-
100	66/15	66	60	-	1,5	0,8	0,5	0,33
150	120/208 127/220	115,120 127	110,120	220-110, 240-120	2,5	1,5	0,8	0,5
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	220,230 240,260 277	220	440-220	4	2,5	1,5	0,8
600	347/600, 380/660 400/690, 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577,600	480	960-480	6	4	2,5	1,5
1000	-	660 690, 720 830, 1000	1000	-	8	6	4	2,5

***NOTA**-Esta tabla puede ser aplicable también en el caso de protección contra las sobretensiones por redes de distribución subterráneas o de uso de material en las zonas de nivel ceráunico débil (≤ 25)*

Tabla Nº 19 Valores de los factores de potencia y de las constantes de tiempo correspondientes a las intensidades de ensayo y la relación n entre el valor de la cresta y el valor eficaz de la intensidad.

Intensidad de ensayo 1 (A)	Factor de Potencia	Constante de tiempo (ms)	n
$I \leq 1500$	0,95	5	1,41
$1500 < I \leq 1500$	0,9	5	1,42
$3000 < I \leq 3000$	0,8	5	1,47
$4500 < I \leq 6000$	0,7	5	1,53
$6000 < I \leq 10000$	0,5	5	1,7
$10000 < I \leq 20000$	0,3	10	2,0
$20000 < I \leq 50000$	0,25	15	2,1
$50000 < I$	0,2	15	2,2

ANEXO A
METODOS DE ENSAYO ALTERNATIVOS BASADOS EN LA NORMA ANSI/NEMA AB1- 1993.

A0 INTRODUCCIÓN

En los países miembros del Pacto Andino y Centroamericanos, entre ellos Venezuela, los interruptores automáticos en caja moldeada procedentes de los Estados Unidos de América o fabricados y/o ensamblados bajo licencias norteamericanas en los países de la región, son ampliamente conocidos y tienen un campo de aplicación preferencial entre los usuarios.

Aunque los conceptos básicos de diseño y de construcción de estos interruptores según las normas ANSI/NEM/UL y las IEC respectivas son en general equivalentes, los métodos de ensayos y la interpretación de los resultados difieren en muchos aspectos, por lo tanto no es posible establecer un método único aplicable a ambas tecnologías, por consiguiente se elaboró este Anexo A, con la finalidad de permitir tanto a los fabricantes como a los usuarios seleccionar los interruptores probados según los métodos de ensayo de su mejor conveniencia.

A.1 OBJETO Y CAMPO DE LA APLICACIÓN

Este anexo A establece los requisitos de las prestaciones y de los métodos de ensayo de verificación aplicables a los interruptores en caja moldeada fabricados según la tecnología norteamericana.

A.2 GENERALIDADES

A.2.1 Se deben realizar ensayos de verificación del diseño para determinar la conformidad de un tipo particular, estilo o modelo de interruptor en caja moldeada para cumplir con las especificaciones asignadas y para operar satisfactoriamente bajo las condiciones normales de servicio o bajo condiciones especiales si así son especificadas.

A.2.2 Los interruptores sometidos a ensayos deben ser modelos representativos de la producción en serie. Las muestras deben ser nuevas al iniciar las pruebas. No es permitido realizar mantenimiento alguno o acondicionamiento de los interruptores durante o entre las pruebas, excepto cuando es permitido específicamente en la descripción de un ensayo. Todas las muestras deben cumplir con los criterios de cada ensayo individual y deben ser funcionales tanto mecánicamente como eléctricamente al concluir cada secuencia de las pruebas.

A.2.3 Cada secuencia de prueba debe ser realizada en un solo interruptor o en un grupo de interruptores, si así es especificado en una descripción individual. Dos interruptores monopolares y los polos de un interruptor bipolar construidos en forma tal, que cada polo puede disparar independientemente del otro polo y su tensión asignada es 120/240V c.a. ó 125/250V c.c, deben ser ensayados juntos en las pruebas de sobrecorriente y dieléctrico en la secuencia de ensayos X, la prueba de resistencia mecánica, de la capacidad de interrupción y las pruebas dieléctricas en la secuencia de ensayo Y, así mismo la capacidad de interrupción y pruebas dieléctricas en la secuencia de ensayos Z. Los dos pares de polos deben constituir un conjunto de interruptores automáticos.

A.2.4 Salvo especificado en otra forma, los ensayos de verificación del diseño deben ser realizados en muestras que tienen las intensidades máximas y mínimas dentro de un tamaño de estructura (frame) disponibles.

A.2.5 Los ensayos de verificación de las prestaciones de diseño de un interruptor en caja moldeada deben ser realizadas con valores no menos severos que los valores especificados, salvo si se indica una tolerancia diferente para un caso específico.

Como mínimo, todos los interruptores deben ser probados de acuerdo a las secuencias de ensayos descritos en el numeral A.4.2, lo que resultará en las capacidades de interrupción asignadas correspondientes a los valores detallados en la secuencia. Para obtener capacidades de interrupción asignados de niveles más altos, se deben emplear muestras adicionales en los ensayos, de acuerdo al numeral A.4.3.

A.3 SELECCIÓN DE MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS

A.3.1 La cantidad requerida de juegos de muestras debe ser determinada por los tamaños de las estructuras (frame) de los interruptores en caja moldeada, según como lo indica la tabla A1 de este anexo.

A.3.2 Los interruptores en caja moldeada equipados con disparadores de sobrecorriente electrónicos, los que son fijos, deben ser probados como si fueran interruptores automáticos con disparadores de sobrecorriente no intercambiables. Si el disparador electrónico es intercambiable, la selección de los tamaños de estructura y los ensayos deben ser realizados siguiendo el esquema previsto para interruptores automáticos con disparadores de sobrecorriente intercambiables.

A.4. ENSAYOS DE VERIFICACIÓN DE LOS DISEÑOS NORMALIZADOS.

A.4.1 SECUENCIA DE LOS ENSAYOS.

A.4.1.1 Las prestaciones según diseño de los interruptores automáticos en caja moldeada deben ser verificadas realizando una serie de ensayos sobre juegos de interruptores de acuerdo a lo indicado en la tabla A2.

A.4.1.2 Se permite al fabricante a combinar las secuencias de ensayos para todos los tamaños de estructuras.

A.4.1.3 Cuando se combinan secuencias X, Y, y Z, o si se combinan Y y Z, se permite omitir la prueba de verificación de la capacidad de interrupción en la secuencia Y.

A.4.2 VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN DE LOS DISPARADORES DE SOBREINTENSIDAD, SUS LÍMITES OPERATIVOS Y SUS CARACTERÍSTICAS.

A.4.2.1 Generalidades.

A.4.2.1.1 La temperatura del ambiente debe ser medida en la misma manera como para el ensayo del aumento de temperatura (A4.4.3.2).

A.4.2.1.2 El interruptor automático debe ser instalado al aire libre y debe ser protegido contra calentamiento o enfriamiento externos. Los disparadores de sobrecorriente deben ser instalados como en el uso normal.

A.4.2.1.3 El interruptor automático debe ser conectado con conductores elegidos según su intensidad asignada nominal marcada, con el calibre o sección correspondiente a lo especificado en las tablas A3 y A4. Los conductores deben ser de cobre y de la misma longitud que la especificada en el ensayo del aumento de la temperatura (ver A.4.4.2.2.).

A.4.2.1.4 Los ensayos deben ser realizados con cualquier tensión igual o menor que la tensión nominal asignada, empleando corriente alterna a la frecuencia nominal para interruptores aplicables para c.a y c.d., así mismo corriente directa para interruptores aplicables para c.d. solamente.

A.4.2.2 Verificación de la calibración del valor ajustado del disparador de sobrecorriente instantánea.

A.4.2.2.1 La operación de un disparador de sobrecorriente ajustable, previsto como protección contra cortocircuitos y sobrecargas, debe ser verificada en las posiciones máxima y mínima de la corriente del disparador. La corriente de ensayo no debe tener asimetría.

A.4.2.2.2 Con el disparador ajustado al máximo de su calibración instantánea, éste no debe operar al pasar una corriente de prueba menor del 80% del valor calibrado, pero debe operar al pasar una corriente correspondiente al 120% del valor calibrado.

A4.2.2.3 Con el disparador ajustado al mínimo de su calibración instantánea, éste no debe operar al pasar una corriente de prueba menor del 75% del valor calibrado y debe operar al pasar una corriente correspondiente al 125% del valor calibrado.

A4.2.2.4 La operación de disparadores multipolares debe ser verificado probando cada polo individualmente.

A.4.2.3 Verificación del retardo de corto tiempo

A.4.2.3.1 Este ensayo debe ser realizado en una temperatura ambiente de 25° C ± 3° C.

A4.2.3.2 La operación de los disparadores de corto tiempo o del tipo de retardo por tiempo definido debe ser verificada en las posiciones del 90% y del 120% de la calibración del disparador . La corriente de prueba no debe tener asimetría alguna. Al pasar una corriente de prueba del 90% del valor calibrado, el disparador no debe actuar , pero al pasar una corriente de prueba correspondiente al 120% del valor calibrado, el disparador si tiene que actuar. El tiempo de disparo debe ser menor o igual al valor máximo declarado por el fabricante.

A.4.2.4 Verificación de las características de tiempo inverso.

Las características operativas de los disparadores de sobrecorriente de tiempo inverso deben ser

verificadas en acuerdo con los requisitos de las prestaciones especificadas en esta sección.

A.4.2.4.1 Tiempo de disparo a los 200% de la carga.

Este ensayo debe ser realizado a la temperatura ambiente de 25° C ± 3%.

Con el valor de corriente al 200% de la corriente asignada nominal marcada sobre el interruptor automático debe ser realizado un ensayo para verificar si las características de tiempo – corriente del disparador de sobrecorriente conforman los tiempos de disparo indicados en la tabla A5. Cada polo de un interruptor automático multipolar debe ser probado individualmente. Cada ensayo debe ser iniciado con el interruptor automático a la temperatura ambiente.

A.4.2.4.2 Operación de tiempo inverso.

Con referencia a la tabla A6, con el interruptor automático a la temperatura ambiente y el circuito principal de todos los polos cargados al 100% de la corriente nominal marcada sobre el interruptor (A), este no debe disparar dentro del tiempo (T). Al final del tiempo (T) el valor de la corriente debe ser aumentado de inmediato al 135% de la corriente nominal marcada sobre el interruptor (B) y el disparo debe ocurrir en un tiempo menor que (T).

A.4.3 PRESTACIONES EN SOBRECARGA

A.4.3.1 Requisitos

El interruptor automático debe encontrarse en condiciones para soportar la cantidad de ciclos de operación a las intensidades de ensayo, según como especificado en la tabla A7, bajo las condiciones de ensayo definidas en los numerales A.4.3.2 al A.4.3.4,. Cada ciclo de operación debe consistir en una operación de cierre seguida de una operación de corte. Durante el ensayo el interruptor no debe presentar ruptura eléctrica o mecánica, ni el alambre de cobre, que sirve como fusible, debe fundirse.

A4.3.2 Instalación y conexiones

A.4.3.2.1 Instalación

El interruptor automático debe ser instalado en la misma forma como para uso general en una envolvente o en un tablero, construidos según los requisitos indicados en el numeral A.4.3.2.1.1., y con las mismas dimensiones como la envolvente más pequeña cuyo uso está permitida para este interruptor.

A.4.3.2.1.1. Envolventes de prueba.

El propósito de usar una envolvente en los ensayos de las prestaciones de diseño, donde sea requerida, es para simular las condiciones reales de una instalación. Las características son la colocación de superficies metálicas puestas a tierra alrededor del interruptor y el volumen de la envolvente.
La envolvente debe encerrar por completo al interruptor en ensayo. Si la especificación trata de envolventes ventilados, estos deben ser ejecutados según las instrucciones del fabricante.
Las aperturas previstas para la entrada y salida de conductores son permitidas, pero dichas aperturas no deben exceder el 10% del área superficial de la envolvente. Las aperturas para una manija u operador exterior debe ser un accesorio ajustado y exponer solamente un área que sería expuesto en el uso general.
Para fines de ensayo, las superficies interiores de la envolvente deben ser de metal desnudo. Las paredes de la envolvente deben ser ubicadas en relación a las superficies del interruptor encerrado en tal forma, que cada pared quede a la distancia mínima especificada por el fabricante.
La envolvente de prueba debe ser fabricada de láminas metálicas de un espesor que proporcione la misma rigidez de una envolvente utilizada bajo condiciones normales de servicio.
Se permite montar o colocar aisladores o componentes aislados dentro de la envolvente de prueba solamente en los casos cuando éstas mismas piezas sean utilizadas bajo condiciones normales de servicio dentro de la envolvente.

Las piezas conductoras de corriente, las cuales forman parte integral de la envolvente para hacer las conexiones eléctricas del interruptor o de los conductores de prueba, deben tener la configuración y sección mínimas, como aquellas previstas para el uso normal con el interruptor.

A.4.3.2.2 Conexiones

Las conexiones para los ensayos de sobrecarga deben ser realizadas según como muestra la figura A1.

Cuando se emplean los diagramas B y C (de la figura A1), la operación manual debe ser ejecutada con el interruptor conectado como presentado en el diagrama B y la apertura automática con el interruptor conectado como en el diagrama C.

Todos los conductores de un circuito de corriente alterna deben pasar o por la misma abertura ó los conductores de alimentación por una de las aberturas y los conductores de carga por la otra abertura. Cuando se utilizan conductores paralelos, se permite usar más de una abertura, provisto que la misma cantidad de conductores de cada fase y de la misma alimentación o carga pasan por cada abertura.

La impedancia necesaria debe ser ubicada en el lado de la carga del interruptor automático.

La envolvente debe ser conectada al punto común o neutro de la alimentación o a una fase de un sistema no puesto a tierra a través de un fusible. El fusible debe ser de 30 A del tipo no renovable, teniendo una tensión asignada no menor que la del interruptor en prueba.

La conexión del fusible debe ser hecha en el lado de carga de la impedancia limitadora por medio de un cable Nº 10 AWG no más largo de 1,8 m. La envolvente o la superficie de montaje no deben ser conectadas eléctricamente a otra fuente.

Los ensayos sobre un interruptor automático previsto para corriente directa deben ser realizadas con corriente directa y con el dispositivo conectado en tal forma, que la envolvente tenga el potencial positivo con respecto al punto de arco más cercano.

A.4.3.3 Realización del Ensayo

A.4.3.3.1 Velocidad de Operación

La velocidad de operación debe ser la misma que para la prueba de durabilidad (ver tabla A12 y numeral A4.5.1). Si el interruptor automático no se reengancha a la velocidad de operación especificada, se permite reducir la velocidad suficientemente hasta que el interruptor se reengancha. A los interruptores automáticos mayores de 100A se debe permitir a realizar las operaciones de sobrecarga en grupos de cinco, con un reposo de máximo 15 minutos entre grupos.

En los interruptores automáticos mayores de 2500A se deben aplicar tres (3) operaciones al 600% de su capacidad nominal a razón de un ciclo por minuto, seguido con veinticinco (25) operaciones al 200% de su capacidad nominal a razón de un (1) ciclo por minuto.

A.4.3.3.2 Valor de ajuste del disparador instantáneo

La calibración del disparador instantáneo ajustable debe ser puesto normalmente en su posición máxima. En interruptores automáticos de 400A y mayores se permite al fabricante a ajustar el disparador instantáneo en una posición menor que su valor máximo.

A.4.3.3.3 Ensayo opcional de las prestaciones en sobrecarga.

Los interruptores automáticos del tipo de disparo común previstos para ser utilizados en circuitos de corriente directa o en circuitos monofásicos c.a. de 3 hilos con el neutro puesto a tierra, pueden ser probados en la misma manera como descrito para interruptores conectados según los diagramas B y C de la Figura A1, a la opción del fabricante.

A.4.3.4 Magnitudes eléctricas y características del circuito

Los valores de las magnitudes eléctricas y las características del circuito, incluyendo todas las conexiones del interruptor automático, deben ser como estipulado en la tabla A8.

Las resistencias y las reactancias del circuito de ensayo deben ser ajustables para satisfacer las condiciones de ensayo especificadas. Las reactancias deben ser del tipo de núcleo en aire; estos siempre deben estar conectados en serie con las resistencias y sus valores deben ser obtenidos por acoplamiento en serie de los reactores individuales; conexiones de reactores en paralelo están permitidas si estos tienen esencialmente la misma constante de tiempo.

Se permite puentear (shuntear) el reactor del tipo de núcleo al aire en cualquier fase por medio de una resistencia, en la cual la pérdida es aproximadamente 1% del consumo de la potencia total en aquella fase.

La resistencia por fase debe ser determinada como sigue:

Derivación (shunt) de la resistencia por fase, en ohmios

Circuito	Factor de potencia	
	0,45 - 0,50	0,75 – 0,80
Monofásico	163 E / I	52 E / I
Trifásico	94 E / I	30 E / I

Donde: E = Potencia del circuito cerrado en Voltios
I = Intensidad de la línea, en amperes

Allí debe ser únicamente un solo punto del circuito de ensayo que esté puesto a tierra; este punto debe ser permitido que sea el puente de cortocircuito del circuito de prueba o el punto neutro de la alimentación.

La capacidad de corriente del circuito de alimentación debe ser tal, que la tensión del circuito cerrado a través del interruptor automático y la carga, con el 600% de la corriente nominal del interruptor fluyendo, quede dentro del 15% de la tensión nominal del interruptor. Alternativamente: la corriente del circuito de la alimentación se considera adecuada, si aquel circuito de alimentación satisface los requisitos para la prueba de cierre y corte de corriente de falla limitadas (A.4.7), o si cumple con los requisitos para la tensión de recuperación en frecuencia industrial, numeral A4.7.4.4, cuando se abre el circuito después de conducir la corriente igual al valor del ensayo de sobrecarga.

A.4.3.4.1 Calibración del circuito de ensayo

El circuito de ensayo debe ser calibrado con ambos conductores, del lado de la alimentación y del lado de la carga, incluidos en el circuito. El circuito de ensayo no debe incluir el interruptor automático que será probado.

Las características del circuito deben ser determinadas utilizando instrumentos de laboratorio, excepto cuando las condiciones de alta corriente requieren la determinación por medio de oscilógrafos.

A.4.4 ENSAYO DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA.

A.4.4.1 Requisitos

El circuito principal (de potencia) del interruptor automático, con todos los polos energizados, debe conducir la corriente nominal (I_n) máxima de su estructura, sin disparar, hasta cuando todas las temperaturas lleguen a estabilizarse.

Al final del ensayo, el aumento de la temperatura de los diferentes componentes del circuito principal, de los disparadores de sobreintensidad, de los terminales de los conductores (en los puntos en los cuales el aislamiento de los cables termina, como en servicio normal), de las superficies sujetas a ser tocadas durante la operación normal, de las bobinas y de las extensiones eventuales de barras de cobre, no deben sobrepasar los limites de temperatura especificadas en las tablas A.9, A.10 y A.11.

El ensayo debe ser realizado con el interruptor automático equipado con los disparadores de sobreintensidad para la corriente nominal (I_n) máxima disponible en la estructura.

Las bobinas de disparo provistas para la energización continua deben ser energizadas a la tensión, corriente y frecuencia nominales ó c.d.

A.4.4.2 Instalación y conexiones

A.4.4.2 1 Instalación

a) Sin envolvente. El interruptor debe ser montado en aire libre, en un ambiente sustancialmente libre de corrientes de aire y de radiación externa.

b) Dentro de una envolvente. El interruptor debe ser montado en una envolvente según como indicado en el numeral A4.3.2.1. Las envolventes para interruptores automáticos de 400A ó mayores pueden tener aberturas para ventilación.

A.4.4.2.2 Conexiones

a) Los interruptores automáticos equipados con terminales para cables.

Los conductores a utilizar deben ser negros, de cobre, del tipo RH, TW, THW, TN ó THWN, con la sección (área) correspondiente a la intensidad nominal marcada en el interruptor automático, según como indicado en las tablas A.3 y A.4. El largo mínimo de cada cable debe ser 1,2 metros.

Las conexiones del interruptor automático hechas con piezas de acople sobresaliendo de la caja, deben ser realizadas con conductores según las tablas A.3 y A.4.

b) Interruptores automáticos mayores de 1600 A conectados con barras. Las barras deben ser de cobre y de las dimensiones indicadas en la tabla A4. El espacio entre barras múltiples debe ser igual al espesor de las barras individuales del paquete (1/4" ó 10 mm), con excepción en los terminales del interruptor. El largo mínimo de las barras debe ser 1,2 metros por cada polo.

c) Interruptores automáticos menores de 1600 A sin provisión para terminales para cables.

Los conductores deben ser formados de barras de cobre con la sección de aproximadamente 1,55 A/mm^2, considerando la capacidad nominal de la estructura del interruptor. Si el interruptor está diseñado para ser conectado con barras de tamaño menor, se permite usar las barras más pequeñas. El largo de estas barras no debe sobrepasar 152,4 mm. Cada barra de extensión debe ser equipada con uno o varios terminales para cables. Las conexiones combinadas deben ser ejecutadas según el numeral A.4.4.2.2.a), con la excepción de que el largo total combinado entre barra y el cable deben ser 1,2 metros.

d) Interruptores automáticos equipados con conectores enchufables de diseño especial. El interruptor debe ser probado con piezas de acople del menor tamaño y de configuración aplicables para este interruptor. Las piezas de acople en la entrada al aparato, montadas como en el servicio normal, deben ser equipadas con uno o varios terminales para cables. Las conexiones deben ser realizadas según descrito en el numeral (A.4.4.2.2.a).

A4.4.3 Mediciones de la temperatura

A.4.4.3.1 Termocuplas

Los termocuplas utilizados para determinar temperaturas deben consistir de cables no mayores que Nº 24 AWG. Se deben realizar mediciones de temperatura referenciales utilizando cables de termocuplas de hierro y constantan de calibre Nº 30 AWG. Las lecturas deben ser tomadas utilizando un instrumento de indicación del tipo potenciométrico.

A.4.4.3.2 Temperatura del aire ambiente

La temperatura del aire ambiente debe ser medida durante el ultimo cuarto de periodo de prueba, por medio de por lo menos dos (2) termómetros o termocuplas dispuestos en la misma posición en ambos lados del interruptor automático, como en la mitad de su altura y en una distancia de 305 mm del interruptor o de la envolvente del interruptor . Los termómetros o termocuplas y el interruptor automático y sus conductores de conexión deben ser protegidos contra corrientes de aire y radiaciones de calor. La temperatura del aire ambiente durante la ejecución del ensayo del aumento de temperatura debe ser igual que la temperatura ambiente nominal del interruptor y no debe variarse en más de ± 3° C.

A.4.4.3.3 Medición de la temperatura de las piezas componentes.

Para conductores otros que bobinas, mediante termocuplas colocadas en la posición accesible más cercana al punto más caliente accesible. Si el interruptor automático no está equipado con conectores para cables, las termocuplas deben ser sujetadas a los terminales de alimentación y de la carga en los puntos indicados en la figura A2.

A.4.4.3.4 Aumento de la temperatura de una pieza componente

El aumento de la temperatura de una pieza componente debe ser la diferencia entre la temperatura de la pieza, medida según las instrucciones del numeral A.4.4.3.3 anterior y la temperatura ambiente medida según el numeral A.4.4.3.2.

A.4.4.3.5 Medición de las temperaturas de las bobinas

Para la medición de la temperatura de las bobinas, el método de medición de temperatura por variación de la resistencia debe ser usado. Otros métodos deben ser permitidos solamente si el método por variación de la resistencia es impracticable.

La temperatura de los arrollamientos, como medida por una Termocupla antes del inicio del ensayo, no debe diferir de la temperatura del medio circundante (aire) por más de 3° C.

Para conductores de cobre, el valor de la temperatura caliente (T_2) debe ser obtenido partiendo del valor de la temperatura fría (T_1), como una función de la relación de la resistencia caliente

(R_2) a la resistencia fría (R_1), aplicando la ecuación siguiente:

$$T_2 = \frac{R2}{R1}(T1 + 234{,}5) - 234{,}5$$

Donde T_1 y T_2 están expresados en grados Celsius.

El valor de R_2 debe ser determinado tomando varias mediciones de resistencia a intervalos cortos, empezando inmediatamente después del cierre. Se debe elaborar una curva de los valores de la resistencia contra el tiempo y extrapolarla para dar el valor de R_2 al cierre.

A.4.4.4 Métodos de ensayo

A4.4.4.1 Ensayo del aumento de temperatura del circuito principal.

El interruptor automático debe ser instalado y conectado de acuerdo con las indicaciones del numeral A.4.4.2.

Con todos los polos cargados al 100% de la corriente nominal (I_n) marcada sobre el interruptor, el ensayo debe continuar hasta cuando tres (3) lecturas consecutivas de los aumentos de temperatura sobre el ambiente, tomadas en intervalos no menos de 10 ni más de 20 minutos, indican que se alcanzó una condición estable.

A.4.4.4.2 Alternativa al ensayo del aumento de temperatura de interruptores automáticos.

Si el aumento de temperatura de un interruptor automático probado según A4.4.4.1 excede 50° C (pero no más que 65° C) en los puntos de conexión externa de los conectores para cables del circuito principal o en los puntos de pruebas especificados en la figura A2, debe ser permitido la repetición del ensayo de la temperatura, usando una muestra nueva que no fue sometida a ninguna prueba anteriormente, instalada en una envolvente según A4.4.2.1 y conectada según A4.4.2.2.

Con el interruptor cargado al 80% de su corriente nominal (I_n) máxima, el aumento de temperatura en los puntos de conexión externa de los conectores para cables del circuito principal o en los puntos de prueba especificados en la figura A2 no debe exceder los 50° C.

A.4.4.4.3 Ensayo del aumento de temperatura de interruptores automáticos de 250 A o más y previstos para ser utilizados al 100% de su corriente nominal marcada.

Los ensayos deben ser realizados con el interruptor automático montado en la misma envolvente o una equivalente a la usada en el ensayo de sobrecarga (ver A4.3.2.1),. Se permite que la envolvente tenga aberturas para ventilación.. El interruptor debe ser conectado según en el numeral A.4.4.2.2.

Con todos los polos cargados al 100% de la corriente nominal marcada sobre el interruptor , el ensayo debe ser continuado hasta cuando tres (3) lecturas consecutivas de los aumentos de temperatura sobre el ambiente, tomadas en intervalos no menos de 10 ni más de 20 minutos, indican que se alcanzó una condición estable.

Al final del ensayo, las temperaturas del material aislante usado en el interruptor no deben exceder los valores especificados en las tablas A10 y A11. Los aumentos de temperatura no deben exceder los 60° C donde hayan conexiones a barras exteriores o en los conectores de los cables en los puntos donde el conductor sale del aislamiento tal, como en el servicio actual. Si la temperatura sube en los conectores de los cables excediendo los 50° C, el fabricante debe especificar el uso de cables de 90° C nominales y de calibres según las tablas A3 y A4.

A.4.4.4.5 Circuito de ensayo

Debe ser permitido realizar los ensayos a cualquier tensión conveniente. También se permite hacer los ensayos con una fuente de corriente alterna sobre interruptores automáticos previstos para corriente directa, para facilitar las pruebas. Los ensayos sobre interruptores automáticos previstos para corriente alterna deben ser ejecutados a una frecuencia entre 45 y 62 Hz.

En el caso de probar un interruptor automático multipolar con corriente alterna, se permite realizar el ensayo tanto con corriente monofásica como con corriente trifásica.

A.4.5 VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA (DURABILIDAD)

A.4.5.1 Requisitos.

El interruptor automático debe ser capaz de completar el número de ciclos de operación indicado en la tabla A12.

a) Para el ensayo de durabilidad mecánica, sin corriente circulante en los circuitos principales, bajo condiciones de ensayo especificadas en el numeral A.4.5.3.1.

b) Para los ensayos de durabilidad eléctrica, con corriente circulando en los circuitos principales, bajo condiciones de ensayo especificadas en el numeral A.4.5.3.2.

Cada ciclo de operación debe consistir o una operación de cierre seguida por una operación de apertura (ensayo de resistencia mecánica), o una operación de conexión seguida por una operación de corte (ensayo de durabilidad eléctrica).

La frecuencia de operación y el número de ciclos de operación deben ser como indicados en la tabla A12.

Después de los ensayos, todos los componentes del interruptor deben encontrarse en condiciones de operabilidad y no deben presentar señales ni de rupturas eléctricas ni de fallas mecánicas. El alambre del fusible conectado para indicar arcos hacia la envolvente o metal puesto a tierra, no debe ser quemado.

A.4.5.2 Condiciones generales de ensayo

Los ensayos deben ser ejecutados a la temperatura ambiente de la sala de pruebas.
La orden (o secuencia) según la cual se realizan los ensayos, debe ser opcional.

El interruptor debe ser operado manualmente o por maquinaria diseñada para el propósito.

A.4.5.3 Los Ensayos

A4.5.3.1 Prueba de la resistencia (durabilidad) mecánica.

El método como se instala el interruptor, debe ser dejado a la discreción del fabricante.

Las pruebas deben ser realizadas bajo las condiciones especificadas en el numeral A4.5.2.

El número y la frecuencia de los ciclos de operación a realizar deben ser como especificados en la tabla A12.

A4.5.3.2 Prueba de la resistencia (durabilidad) eléctrica

El interruptor debe ser montado como especificado en el numeral A4.3.2. y conectado según la figura A3.

El número y la frecuencia de los ciclos de operación a realizar deben ser como especificados en la tabla A12.
El interruptor automático debe ser operado para establecer y cortar su corriente nominal marcada, a su tensión nominal de operación y con las características del circuito definidas en el numeral A4.5.4.

A.4.5.4 Magnitudes eléctricas y características del circuito.

La capacidad de corriente del circuito debe ser tal, que conduciendo la corriente nominal, la tensión de alimentación debe mantenerse al 97,5% de la tensión nominal, o mayor. Vea también la tabla A13 sobre factor de potencia en c.a. y la constante de tiempo en c.d.

A.4.5.4.1 Calibración del circuito de ensayo

El circuito de ensayo debe ser realizado siguiendo el mismo procedimiento expuesto en el numeral A4.3.4.1.

A.4.6 RE-VERIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE RETARDO DEL TIEMPO INVERSO.

A.4.6.1 Condición general del ensayo

Las condiciones deben ser las mismas como especificadas en el numeral A4.6.2. La temperatura ambiente debe ser 25° C ± 3° C.

A.4.6.2 Verificación de la calibración del disparador de sobreintensidad.

El tiempo de disparo de cada polo debe ser determinado al 200% de la corriente nominal marcada del interruptor automático, siguiendo el procedimiento indicado en el numeral A.4.2.4.1.
El tiempo de disparo en ningún caso debe exceder los valores indicados en la tabla A5.

Luego el tiempo de disparo del interruptor automático debe ser determinado al 135% de la corriente nominal marcada del interruptor, con todos los polos conduciendo corriente equilibradamente y arrancando desde la temperatura ambiente. El tiempo de disparo no debe exceder el tiempo de disparo T mostrado en la tabla A6.

Si el interruptor no dispara dentro del tiempo T especificado, se permite ensayar el interruptor de nuevo, siguiendo los requisitos de las prestaciones del numeral A.4.2.4.2.

A.4.7 ENSAYO DE LA CAPACIDAD DE INTERRUPCIÓN

A.4.7.1 Requisitos.

- -Cada interruptor automático debe ser sometido a todas las operaciones del ensayo del cortocircuito, sin el reemplazo de cualquier conductor durante el ensayo.

- El interruptor automático debe cumplir exitosamente con los requisitos cuando está operado bajo las condiciones del cortocircuito descritas en el numeral A.4.7. El interruptor ensayado no debe presentar rupturas ni eléctricas ni mecánicas y el fusible conectado para indicar un arco a la envolvente o metal puesto a tierra no debe fundirse. No deben aparecer daños visibles en el aislamiento de los conductores utilizados para cablear el aparato.

- El interruptor debe tener continuidad en la posición cerrada bajo su tensión nominal.

- El interruptor debe ser apto para ser reposicionado (reset) y debe abrir y cerrar libremente. La caja moldeada debe ser intacta y no debe presentar grietas visibles como resultado del ensayo de cortocircuito.

A.4.7.1.1 Intensidades de ensayo normalizadas – Secuencia Y.

- Para todos los tamaños de interruptores automáticos, la corriente de falla disponible debe ser según como indica la tabla A14.
- Las operaciones deben ser solamente comunes y la secuencia O – t – CO (abrir – tiempo- cerrar /abrir) ver A4.7.3.1.

A.4.7.1.2 Intensidades de ensayo normalizadas – Secuencia Z.

- Para todos los tamaños de interruptores automáticos, la corriente de falla disponible debe ser según la tabla A15 y las operaciones deben ser ejecutadas según la tabla A16.

A.4.7.2. Instalación y Conexiones

A.4.7.2.1 Instalación

- El interruptor automático debe ser probado en el mismo tipo de envolvente como usado en el ensayo de sobrecarga.
- Si el mecanismo está controlado eléctricamente, debe ser alimentado con el 85% de su tensión nominal. Debe ser verificado que si el interruptor opera correctamente sin carga si está operado bajo está condición.
- Para interruptores equipados con disparadores de sobreintensidad ajustables, las muestras deben ser probadas con el disparador calibrado para el ajuste máximo de la corriente y al retardo máximo.
- Todas las partes del interruptor normalmente puestas a tierra en el servicio normal, incluyendo su envolvente, deben ser aisladas de la tierra y conectadas como está indicado en la figura A4. Esta conexión debe incluir un fusible para la detención de una corriente de falla. El fusible y sus conexiones deben ser como descrito en el numeral A.4.3.2.2

A.4.7.2.2. Conexiones

Los interruptores automáticos deben ser conectados para el ensayo siguiendo el diagrama apropiado según la tabla A.16 y representado en la figura A.4.

a) Longitud

Los cables de alimentación deben tener una longitud de 1,2 metros. Los conductores de carga deben ser 254 mm largos por terminal para ensayos multipolares y de 1,2 metros para ensayos monopolares.

Se permite probar los interruptores de 1600 A o más con barras de cobre de sección y longitud equivalentes.

b) Cables o alambres aislados.

Todos los conductores de conexión deben consistir de cables o alambres con aislamiento tipo TW o THW del calibre indicado en las tablas A3 y A4, correspondiente a la corriente nominal del interruptor, excepto en los casos de interruptores de 480 y 600 Voltios con corriente nominal de 15 Amperes o menos ; en ese caso se permite utilizar cables o alambres de cobre de Nº 12AWG.

c) Barras conductoras

Barras, si usadas como conductores, deben ser de cobre y de los tamaños indicados en la tabla A4, correspondiente a la corriente nominal del interruptor.

d) Consideraciones especiales

- Los interruptores de menos de 1600 A no previstos para usar cables o alambres para su conexión, deben ser conectadas de acuerdo a la figura A-2, ilustración A, excepto que la longitud combinada de barras y cables debe ser como indicada en el numeral A.4.7.2.2.a.

- Los interruptores diseñados para utilizar piezas de acople para su conexión (tipo enchufable) deben ser conectadas según la figura A2, ilustración B. Para interruptores de este diseño, donde los puntos de enlace de cables y barras se encuentran ubicados en partes integrales o separados extendiendo de la caja moldeada, la conexión para el ensayo de cortocircuito debe ser hecha en las puntas provistas sobre los miembros de extensión, con cables, alambres o barras.

- El circuito de ensayo debe ser conectado sobre los terminales de alimentación del interruptor según como está marcado por el fabricante. Si los terminales de alimentación no están marcados, una de las muestras de prueba o una muestra adicional (ver tabla A1) debe ser conectada al circuito de ensayo por medio del otro juego de terminales del interruptor.

A.4.7.3 Realización del ensayo

- La secuencia de las pruebas debe ser como se indicada en los numerales A.4.7.1.1 y A.4.7.1.2 y de acuerdo con el numeral A.4.7.3.1.
- La tensión de recuperación debe ser mantenida por un período no menos que 0,1 segundos después de la interrupción de la corriente.

A.4.7.3.1 Los ensayos para la capacidad de interrupción consisten de una secuencia de operaciones de cierre y corte, como sigue:

O	representa una operación de corte
CO	representa una operación de cierre seguida de inmediato (sin cualquier retardo de tiempo intencional) por una operación de corte.
t	representa el intervalo de tiempo de dos (2) minutos o el tiempo de reposición del interruptor automático, cualquier es mayor, hasta el máximo de una (1) hora.

A.4.7.4 Circuito de ensayo

A4.7.4.1 Las tolerancias de los parámetros del circuito de ensayo son, como aplicable:

- la tensión del circuito abierto debe mantenerse al ≥100% de la tensión de operación nominal.
- Corriente: +5%/-0%.
- Factor de potencia: ± 0,05
- Frecuencia: 45 – 62 H_Z
- Constante de tiempo: +15%/- 0%

a) Si c.a., la tensión de prueba debe tener forma sinosoidal.
b) Si c.d., la tensión de circuito abierto, como determinado por el promedio aritmético de los valores máximos y mínimos de la onda de tensión, debe ser dentro del 99% y 105% de la tensión nominal del interruptor.
c) Si c.d., el punto mínimo sobre la onda de tensión debe ser no menos del 90% de la tensión nominal del interruptor.

A.4.7.4.2 Factor de potencia del circuito de ensayo

Para c.a, el factor de potencia de cada fase del circuito de ensayo puede ser determinado de acuerdo a uno de los métodos indicados en el capítulo A6. Los valores del factor de potencia requerido deben ser de acuerdo con los siguientes:

Circuito de ensayo en Amperes	Factor de potencia
10.000 o menos	0,5
10.001 a 20.000	0,3
20.001 y más	0,2

A.4.7.4.3 Constante de tiempo del circuito de ensayo

Para c.d, la constante de tiempo del circuito de ensayo debe ser determinada según el método osciliográfico.

Los valores mínimos de la constante de tiempo deben ser los siguientes:

a) ≤10.000 A → 0,003 segundos
b) >10.000 A → 0,008 segundos

A.4.7.4.4 Tensión de recuperación

La tensión de recuperación debe ser por lo menos igual a la tensión nominal del interruptor. El valor pico de la tensión de recuperación dentro de la primera mitad de un ciclo completo después de

despejar la falla y por los próximos picos sucesivos debe ser por lo menos igual a 1,42 veces el valor eficaz (R.M.S.) de la tensión nominal del interruptor. Cada uno de los picos debe ser desplazado por no más que ± 10 grados eléctricos desde los valores picos de la tensión de recuperación del circuito abierto, o sea, el desplazamiento del pico de su posición normal sobre una onda sinusoidal. El promedio del valor instantáneo de la tensión de recuperación de cada uno de los primeros seis (6) medio-ciclos, medidos a puntos de 45 grados y de 135 grados sobre la onda, no debe ser menos que el 85% del valor eficaz (RMS), de la tensión nominal del interruptor. El valor instantáneo de la tensión de recuperación medido en los puntos de 45 grados y 135 grados de cada uno de los primeros seis (6) medio ciclos en ningún caso pueden ser menos que el 75% del valor eficaz (RMS) de la tensión nominal del interruptor.

A.4.7.4.5 Frecuencia del circuito de ensayo para corriente alterna.

Los ensayos deben ser ejecutados con una frecuencia entre 45 y 62 Hz.

A.4.7.4.6 Circuito de ensayo

Los diagramas de los circuitos usados para los ensayos deben ser los siguientes:

a) Un interruptor monopolar en un circuito monofásico c.a. ó c.d., según la figura A5.

b) Un interruptor bipolar en un circuito monofásico c.a. ó c.d., según la figura A6.

c) Un interruptor tripolar en un circuito trifásico, según la figura A7.

- El equipo de prueba (S) alimenta el circuito, incluyendo las resistencias (R), las reactancias (L) y el interruptor automático (A) en ensayo.

- Las resistencias y las reactancias del circuito de prueba deben ser ajustables para satisfacer las condiciones de ensayo especificadas. Los reactores (L) deben tener núcleos de aire ; siempre tienen que estar conectados en serie con las resistencias (R) y sus valores deben ser obtenidos por acoplamiento en serie de reactores individuales. La conexión paralela de reactores está permitida, si estos reactores tienen esencialmente la misma constante de tiempo.

- Dado que las características de la tensión de recuperación transitorias de los circuitos de ensayos, incluyendo reactores de núcleo al aire grandes, no son representativos de las condiciones de servicio usuales, se permite puentear (shuntear) el reactor de núcleo de aire en cualquier fase con resistencias, cuya perdida en voltamperes es aproximadamente 0,6% de los voltamperes reactivos en el reactor de núcleo de aire, en aquella fase.

- Solamente debe existir un solo punto del circuito directamente puesto a tierra; ese punto puede ser la conexión de cortocircuito del circuito de ensayo o el punto neutro de la alimentación ó cualquier otro punto conveniente.

A.4.7.4.7 Calibración del circuito de ensayo

- El interruptor automático bajo pruebas y sus conductores de conexión deben ser remplazados por las conexiones temporales que tengan una impedancia negligible en comparación con la del circuito de ensayo.

- - Para c.a., las resistencias y los reactores deben ser ajustados para obtener, a la tensión de ensayo, una corriente igual a la corriente de falla en cortocircuito requerida.

- Para c.d., las resistencias y reactores deben ser ajustados para obtener, a la tensión de ensayo, una corriente de valor máximo que es igual a la corriente de falla en cortocircuito requerida, así mismo la constante de tiempo indicada en el numeral A4.7.4.3.

- El circuito de ensayo se energiza simultáneamente en todos los polos y se registra la curva de la corriente con el oscilógrafo 0_1 para una duración de por lo menos 0,1 segundo.

A.4.8 RE-VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN DEL DISPARADOR DE SOBRECORRIENTE.

La operación de los disparadores de sobrecorriente previstos para prever protección contra sobrecargas debe ser verificada al 200% del valor de la corriente nominal marcada del interruptor automático. Esta prueba puede ser realizada con tensión reducida. Durante el ensayo cada polo debe ser probado separadamente. El tiempo de disparo debe ser como indicado en la tabla A5. El ensayo debe ser realizado a la temperatura ambiente de 25° C ± 3° C.

A.4.9 ENSAYOS DIELÉCTRICOS

A.4.9.1 Condiciones del interruptor en caja moldeada para los ensayos.

- Los ensayos dieléctricos deben ser realizados sobre un interruptor instalado como bajo condiciones de servicio, incluyendo su cableado interno, si es aplicable, y en condiciones de ambiente seco.
- En todos los puntos de montaje deben ser colocados tornillos metálicos, en concordancia con las condiciones normales de instalación del interruptor. Estas partes deben ser puestas a tierra a través de la envolvente del interruptor.

A.4.9.2 Valores de la tensión de ensayo y las características del equipo de prueba .

- Las pruebas deben ser ejecutadas usando un trasformador adecuado de 500 VA o más grande, cuya tensión de salida debe ser regulable.
- La tensión de ensayo debe tener una forma de onda prácticamente sinusoidal y una frecuencia entre 45 y 62 Hz.
- El valor de la tensión de ensayo debe ser dos veces la tensión nominal más 1000 voltios (2 U_e + 1000 V.)

A.4.9.3 Verificación de las propiedades dieléctricas

- Empezando con (0) el potencial a aplicar debe ser incrementado hasta alcanzar el valor de ensayo requerido y luego mantenerlo allí durante un (1) minuto. La tensión debe ser incrementada en modo uniforme y tan rápido como es consistente con su valor, siendo indicada correctamente por un voltímetro.
- La tensión debe ser aplicada como sigue:

  a) Entre terminales de alimentación y de carga, con el interruptor abierto y con el interruptor disparado y en la posición de abierto.
  b) Entre terminales de polaridad opuesta, con el interruptor cerrado..
  c) Entre las partes vivas y la envolvente, con el interruptor en ambas posiciones: abierto y cerrado.

No debe presentar ruptura dieléctrica durante cualquiera de éstos ensayos de un (1) minuto de duración.

A.5 ENSAYO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ASIGNADA (I_{cu})

Si un interruptor automático en caja moldeada está previsto para ser aceptable con una corriente de cortocircuito asignada I_{cu}, mayor que la indicada en la tabla A15, columnas "común" para 2 y 3 polos, se requieren también los siguientes ensayos, para establecer la corriente de cortocircuito asignada de este interruptor automático.

A.5.1 Selección de muestras para los ensayos

Se debe someter a cada prueba una muestra nueva, salvo que el fabricante accede probar una muestra para más de un valor nominal. Las muestras deben ser seleccionadas según como indica la tabla A17. cada muestra debe ser sometida a la secuencia de ensayo según numeral A5.2. en el orden nombrado, salvo especificaciones en otra manera. Si los interruptores bipolares y tripolares son del mismo diseño y tienen iguales capacidades de cortocircuito, solamente hay que probar los interruptores tripolares.

A.5.2 Secuencia de los ensayos

Los ensayos deben ser realizados en la secuencia siguiente:

a) la verificación de la calibración del disparador de sobrecorriente (A.5.2.1)
b) Verificación de la capacidad de conducir la corriente soportada de corto tiempo asignada, si aplicable (ver A.5.2.2.7)
c) Verificación de las corrientes de cortocircuito nominales (A.5.2.2)
d) Verificación de las características de disparo (A.5.2.3)
e) Verificación de las propiedades dieléctricas (A.5.2.4)

A5.2.1 Verificación de la calibración del disparador de sobrecorriente

- Empezando en una sala con la temperatura ambiente de 25° C ± 3° C, el interruptor automático conduciendo el 200 % de su corriente nominal marcada, debe operar dentro de los límites indicados en la tabla A5.
- Para determinar la conformidad con el numeral A.5.2.1, cada polo de un interruptor automático multipolar debe ser probado separadamente, conectado a una fuente de cualquier tensión conveniente, con conductores de una longitud de 1,2 m por terminal. El calibre del conductor debe corresponder a la tabla A3, o si el

interruptor esta conectado con barras, debe referirse a la tabla A4 y el numeral A.4.4.2.2.
- Corriente directa debe ser usada para probar interruptores diseñados para c.d.

A.5.2.2 Verificación de la corriente de cortocircuito nominal

A.5.2.2.1 Requisitos

- El ensayo para la verificación de la corriente de cortocircuito consiste de dos (2) operaciones al azar: una operación de corte (0) seguida de un intervalo de dos minutos (o el tiempo necesario para permitir que el interruptor se reponga, si este es más largo, pero no más de una (1) hora) y entonces hacer una operación de cierre y corte (CO).

- En adición a este ensayo, una muestra única de un interruptor automático con intensidad nominal menor de 100 A, que es el tamaño máximo de esta estructura, debe ser probado con una operación de corte al azar, a cada nivel indicado en la nota 1 de la tabla A17.

- Durante los ensayos dentro de los límites de las corrientes nominales de cierre (establecimiento)y de corte de acuerdo a la secuencia antes especificada, el interruptor no debe mostrar daños externos visibles; fisuras o grietas muy pequeñas deben ser aceptables. El interruptor no debe presentar rupturas o averías ni mecánicas ni eléctricas, excepto que a los aparatos probados según las indicaciones de las notas de la tabla A17 se les permite ser incapaces de restablecer la continuidad del circuito. El fusible conectado para indicar un arco a la envolvente o a metal puesto a tierra no debe fundirse. No deben aparecer daños visibles en el aislamiento de los conductores usados para el cableado del interruptor.

A.5.2.2.2 Corriente de ensayo

- La tabla A18 presenta las corrientes de interrupción de cortocircuito (I_{cu}) preferenciales. Se pueden asignar uno ó más valores a un interruptor automático en tensiones nominales (U_e) diferentes.

- Se debe tomar referencia al numeral A4.7.4.1 sobre las tolerancias admisibles de los parámetros del circuito de ensayo.

A.5.2.2.3 Instalación y conexiones

- El interruptor automático en prueba debe ser instalado en la envolvente más pequeña en la cual puede ser usado.

- Las conexiones del interruptor deben ser hechas según las indicaciones en el numeral A4.7.2.2 y de la figura A4, con excepción de los aparatos probados según las referencias en las notas de la tabla A17. En este caso los conductores de alimentación y carga deben tener una longitud de 254 mm y deben ser conectadas con cables del calibre N° 1/0 AWG de 1,2 metros largos, a los terminales de la fuente del ensayo.

A.5.2.2.4 Ejecución de prueba

- Las conexiones temporales (B" en las figuras A5, A6 y A7) deben ser remplazadas por el interruptor automático a someter al ensayo.

- Si el interruptor automático está diseñado con disparadores de sobrecorriente ajustables y si se considera, que el tiempo de apertura puede ser afectado por el ajuste, las pruebas deben ser conducidas con los disparadores ajustables en su posición máxima.

- El ensayo debe ser realizado en conformidad con el numeral A.5.2.2.1.

- La tensión de recuperación debe ser mantenida por un período de no menos de 0,1 segundos después de la interrupción de la corriente.

A.5.2.2.5 Circuitos de ensayo

- Los circuitos de ensayo deben ser constituidos en acuerdo con el numeral A4.7.4.6.

- Para el factor de potencia o la constante de tiempo, se aplican los numerales A4.7.4.3. y A.4.7.4.3.

- Los ensayos para la verificación de la corriente de cierre (establecimiento) y de corte deben ser realizados a la frecuencia nominal del interruptor automático. Si la corriente de interrupción nominal es esencialmente dependiente del valor de la frecuencia, la tolerancia no debe exceder ± 5%.

A.5.2.2.6 Calibración del Circuito de ensayo

Los circuitos deben ser calibrados siguiendo los procedimientos indicados en el numeral A4.7.4.7.

A.5.2.2.7 Verificación de la capacidad de conducir la corriente soportada de corto tiempo asignada. (Si aplicable).

- Este ensayo debe ser hecho antes y sobre la misma muestra usada que para el ensayo de la corriente en cortocircuito de cierre y corte a la tensión máxima (ver A5.2.2) que es permitido para ser realizado antes o después del ensayo de cortocircuito. También debe ser permitido utilizar una muestra separada, a la opción del fabricante.

- Estos ensayos deben ser realizados, con el interruptor automático en la posición cerrada, a la tensión nominal y empezando con el interruptor acondicionado a la temperatura de aire ambiental. El interruptor automático no debe disparar durante este ensayo.

  a) Corriente alterna (c.a.)

  Los ensayos deben ser realizados a la frecuencia nominal del interruptor.
  La corriente soportada de corto tiempo asignada debe ser aplicada por el período de tiempo asignado por el fabricante. El circuito de ensayo debe cumplir con los requisitos del numeral A4.7.4.

  b) Corriente directa (c.d.)

  La corriente soportada de corto tiempo asignada con su valor determinado del oscilograma al menos igual al valor especificado debe ser aplicado por el tiempo especificado.

A.5.2.3 Verificación de las características de disparo.

- Las características de disparo del interruptor automático deben ser verificados según el numeral A4.8, excepto que la corriente de ensayo debe ser 250 % de la corriente nominal (I_n). Si el polo bajo prueba no dispara en el tiempo permitido, la corriente debe ser aumentada de inmediato a 400% de la corriente nominal; bajo está condición el polo en prueba debe disparar dentro de los dos (2) minutos adicionales. Esta prueba de 400% se permite solamente en un polo de un interruptor multipolar.

- Este ensayo no es requerido para interruptores automáticos probados en acuerdo con los requisitos de la primera nota en la tabla A17, los cuales no son capaces de reestablecer la continuidad del circuito.

A.5.2.4 Verificación de las propiedades dieléctricas

Siguiendo las secuencias de pruebas descritas en el numeral A.5.2. y la verificación de las características de disparo en el numeral A5.2.3, el interruptor debe ser capaz de soportar una tensión igual al doble de su tensión operacional nominal (U_e) por un minuto. Sin embargo la tensión no debe ser menos de 900 V, como sigue:

a) Entre los terminales de alimentación y de carga, con el interruptor abierto, por ejemplo en la posición de disparado y abierto.
b) Entre los terminales de polaridad opuesta, con el interruptor cerrado.
c) Entre las partes vivas y la envolvente, en ambas posiciones de abierto y cerrado.

A.6. DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y DEL FACTOR DE POTENCIA.

A.6.1 INSTRUMENTOS REQUERIDOS.

Los instrumentos para registrar tensión, corriente y tiempo para la calibración y ensayo de los circuitos deben ser del tipo que tenga una respuesta plana de ± 5 % de frecuencia entre 45 y 3000 Hz para corriente alterna y entre 0 y 3000 Hz para circuitos de corriente directa.

A.6.2. CONDICIONES DEL CIRCUITO.

El circuito debe ser calibrado omitiendo el interruptor y sus conductores y remplazándolos por una barra de impedancia negligible, para cortocircuitar los terminales.

A.6.3. CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA DE 10.000 A Ó MENOS.

La corriente en un circuito trifásico de ensayo debe ser verificada promediando los valores eficaces (RMS) del primer ciclo completo de la corriente en cada una de las tres fases. (ver figura A.9). La corriente en un circuito de ensayo monofásico debe ser verificada determinando el valor eficaz (RMS) del primer ciclo completo, cuando el circuito está cerrado para producir una forma de onda de corriente esencialmente simétrica. El "componente C.D." no debe ser agregado adicionalmente al valor obtenido cuando es medido como se indicó anteriormente. Con el fin de obtener la forma de

onda simétrica deseada de un circuito de ensayo monofásico, se permite aplicar cierres al azar o controlados. Se considera que la onda es esencialmente simétrica, si la diferencia entre la desviación de por debajo y por encima de la línea cero del primer ciclo completo no es mayor del 7 % de la desviación más pequeña. El factor de potencia debe ser determinado por medio de la referencia de la onda de tensión del circuito abierto a los dos puntos cero contiguos al final de la mitad del primer ciclo completo de corriente por transposición a través de una adecuada onda de temporización. El factor de potencia debe ser calculado como un promedio de los valores obtenidos usando estos dos puntos cero. La tensión al neutro debe ser usada en el caso de un circuito trifásico.

A.6.4. CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA MAYORES DE 10.000 A.

La corriente simétrica eficaz (RMS) debe ser determinada midiendo el componente c.a. de la onda en un instante de ½ ciclo (sobre la base del momento de una onda de frecuencia industrial) después del inicio del cortocircuito. La corriente debe ser calculada de acuerdo con la figura A.10.

Para un circuito de ensayo trifásico, la corriente simétrica eficaz (RMS) debe ser el promedio de las corrientes de las tres fases . Sin embargo, la corriente simétrica eficaz (RMS) en cualquiera de las fases no debe ser menor del 90 % del valor de la corriente de ensayo.
Para un circuito de ensayo monofásico, está permitido seleccionar el momento de cerrar para producir una asimetría mínima, pero también debe hacerse una prueba en un ángulo de cierre que producirá la asimetría máxima, ya que esta es requerida para la determinación del factor de potencia.

El circuito de ensayo y sus picos transitorios deben ser tales, que (1) tres ciclos después de la iniciación del cortocircuito, el componente alterno simétrico de la corriente no será menor del 90 % del componente alterno simétrico de la corriente al final del primer medio ciclo, o (2) el componente alterno simétrico de la corriente en el momento en el que el interruptor automático cortará el circuito de ensayo es por lo menos el 100 % del valor asignado para el cual el interruptor está ensayado. En circuitos trifásicos el componente alterno simétrico de la corriente de todas las fases debe ser promediado.

El factor de potencia debe ser determinado en el instante de medio ciclo después de que ocurra el cortocircuito, debe ser medida la totalidad de las intensidades eficaces asimétricos en acuerdo con la figura A.10 y la relación M_a ó M_M debe ser calculada según la tabla A.20. Utilizando la relación M_A ó M_M, se determinara el factor de potencia según la tabla A19.

A.6.5. CALIBRACIÓN EN CORRIENTE DIRECTA.

Se debe medir la corriente prevista como la máxima amplitud en el momento, después del inicio del flujo de corriente, de no menos cuatro veces de la constante de tiempo del circuito . Cualquier exceso por encima de la curva de tiempo-corriente (como sobre un trazo del oscilógrafo) no debe ser considerado. Las mediciones deben ser tomadas desde el punto medio de la onda, si existe una onda. La corriente debe ser calculada según la figura A.11.

Tabla Nº A.1 Juegos de muestras requeridos para las secuencias de ensayo

Intensidad nominal de la estructura (frame)	Tipo de disparador de sobreintensidad	Muestras por juego sujetas a los ensayos del retardo de tiempo inverso	Juegos de muestras para los demás ensayos en cada secuencia de ensayo *.
0 – 250 A	No intercambiable	3 (4 en caso de un polo, 120/240V)	3 ó 4
	Intercambiable	3 estructuras y 3 unidades de disparo	3 estructuras y 3 unidades de disparo
251 – 400 A	No intercambiable	3 Interruptores automáticos completos.	2 con tiempo de disparo más cortos al 135% de su intensidad nominal
	Intercambiable	2 estructuras y 3 unidades de disparo	2 Estructuras y 2 unidades de disparo con tiempos de disparo más cortos al 135% de su intensidad nominal
401 – 1600 A	No intercambiable	3 Interruptores automáticos completos.	1 con tiempo de disparo más corto al 135% de su intensidad nominal
	Intercambiable	1 Estructura y 3 unidades de disparo	1 Estructura y 1 unidad de disparo con tiempo de disparo más corto al 135% de su intensidad nominal.
1601 y más	No intercambiable	1 Interruptor automático completo.	1 Interruptor Automático completo.
	Intercambiable	1 Estructura y 1 unidad de disparo	1 Estructura y 1 unidad de disparo.

***NOTA:** Si el interruptor automático no está marcado con terminales de "Alimentación" (Line) y "Carga "(Load), una muestra de cada juego debe ser probado con los terminales "Line" y "Load" conectados al revés, o de cada juego una muestra adicional debe ser suministrada. Si el juego consiste en una sola muestra , se requiere una segunda muestra para la prueba de las conexiones "Line " y "Load" inversas.*

Tabla N° A.2 Secuencia de los ensayos

Secuencia de ensayos	Ensayo	Referencia al numeral
Secuencia X	a. Verificación de la calibración del disparador de sobreintensidad . Límites de operación y características. b. Prestaciones de sobrecarga c. Ensayo del aumento de temperatura d. Ensayos Dieléctricos	A4.2.* A4.3. A4.4 A4.9.
Secuencia Y	a. Verificación de la calibración del disparador de sobreintensidad , límites de operación y características b. Verificación de las resistencias mecánicas y eléctricas (durabilidad) c. Re-verificación de las características del retardo de tiempo inverso. d. Ensayos de la capacidad de interrupción. e. verificación de la calibración del disparador de sobreintensidad f. Ensayos dieléctricos.	A4.2. A4.5. A4.6. A4.7. A4.8. A4.9.
Secuencia Z	a. Verificación de la calibración del disparador de sobreintensidad, límites de operación y características . b. Ensayos de la capacidad de interrupción. c. Re-verificación de la calibración del disparador de Sobreintensidad. d. Ensayos Dieléctricos	A4.2.* A4.7 A4.8 A4.9
* ***NOTA**: A la opción del fabricante, los ensayos indicados en los numerales A4.2.2 y A4.2.3. pueden ser omitidos en las secuencias X y Z.*		

Tabla Nº A.3 Calibres de conductores aislados a utilizar en ensayos de interruptores hasta 400 A.*

Corriente nominal marcada en AMPS.	Conductores de Cobre	
	Aislamiento 60° C	Aislamiento 75° C
15 A ó menos	14 AWG	14 AWG
20A	12 AWG	12 AWG
25 A	10 AWG	10 AWG
30 A	10 AWG	10 AWG
40 A	8 AWG	8 AWG
50 A	6 AWG	8 AWG
60 A	4 AWG	6 AWG
70 A	4 AWG	4 AWG
80 A	3 AWG	4 AWG
90 A	2 AWG	3 AWG
100 A	1 AWG	3 AWG
110 A	1 AWG	2 AWG
125 A	1/0 AWG	1 AWG
150 A	-	1/0 AWG
175 A	-	2/0 AWG
200 A	-	3/0 AWG
225 A	-	4/0 AWG
250 A	-	(MCM) 250 kcmil
275 A	-	(MCM) 300 kcmil
300 A	-	(MCM) 350 kcmil
325 A	-	(MCM) 400 kcmil
350 A	-	(MCM) 500 kcmil
400 A	-	2 x 3/0 AWG

* ***NOTA***: *Para interruptores de 125 A o menos:*

- *Los ensayos de calibración, aumento de temperatura y de cortocircuitos deben ser realizados con los calibres de conductores correspondientes a la temperatura nominal del conductor marcada en el interruptor.*
- *Si el interruptor está marcado para usar conductores de 60° C y 75° C, los conductores usados deben ser previstos para las condiciones más severas, por ejemplo conductores de 75° C para los ensayos del aumento de la temperatura, conductores de 60° C para los ensayos de la capacidad de interrupción de cortocircuito y ambos conductores para las calibraciones, salvo que la condición más severa puede ser determinada claramente.*

Tabla N° A.4 Calibres de conductores aislados y secciones de barras de cobre requeridos en ensayos de interruptores mayores de 400A.

Intensidad nominal marcada en amperes	Alcance del ajuste de la intensidad de amperes	Tamaño del conductor				
		Cables de cobre 75° C		BARRAS DE COBRE		
		Cantidad por fase	CALIBRE	CANTIDAD POR FASE	DIMENSIONES EN	
					PULGADAS	MILIMETROS
450 A	401 – 450 A	2	4/0 AWG	1	¼ " x 1 ½ "	25 x 10
500 A	451 – 500 A	2	250 MCM	1	¼ " x 1 ½ "	25 x 10
550 A	501 – 550 A	2	300 MCM	1	¼ " x 2 "	30 x 10
600 A	551 – 600 A	2	350 MCM	1	¼ " x 2 "	40 x 10
700 A	601 – 700 A	2	500 MCM	1	¼ " x 2 "	40 x 10
800 A	701 – 800 A	3	300 MCM	1	¼ " x 3 "	50 x 10
1000 A	801 – 1000 A	3	400 MCM	1	¼ " x 3 "	50 x 10
1200 A	1001 – 1200 A	ó 3	600MCM			
1250 A	1001 – 1250 A	4	350 MCM	1	¼ " x 3 "	60 x 10
1400 A	1251 – 1400 A	4	500 MCM	2	¼ " x 3 "	50 x 10
1600 A	1401 – 1600 A	ó 5	400 MCM			
		4	600 MCM	2	¼ " x 3 "	50 x 10
2000 A	1601 – 2000 A	6	400 MCM			
		ó 5	600 MCM	2	¼ " x 4 "	80 x 10
2500 A	2001 – 2500 A	8	400 MCM	2	¼ " x 5 "	80 x 10
		ó 7	500 MCM	ó 4 *	¼ " x 2 ½ "	(3) x 60 x 10
		6	600 MCM			
3000 A	2501 – 3000 A	9	400 MCM			
3200 A	3001 – 3200 A	ó 8	500 MCM	4 *	¼ " x 4 "	(3) x 80 x 10
		7	600 MCM			
4000 A	3201 – 4000 A	12	400 MCM			
		11	500 MCM	4 *	¼ " x 5 "	100 x 10
		10	600 MCM			

* ***NOTA:*** *Cuando se usan 4 barras por fase, la configuración debe ser dos paquetes de 2 barras, con distancias entre 50 y 101,6 mm entre los paquetes. Las distancias entre las 2 ó 3 barras por fase deben ser iguales a los espesores de las barras individuales.*

Tabla Nº A.5 Tiempo de disparo automático al 200% de la intensidad nominal marcada del interruptor.

Intensidad en amperes	Tiempo máximo (T) para disparar minutos	Intensidad en amperes	Tiempo máximo (T) para disparar – minutos
0 – 30 A	2*	601 – 800 A	18
31 – 50 A	4	801 – 1000 A	20
51 – 100 A	6	1001 – 1250 A	24
101 – 150 A	8	1251 – 1600 A	26
151 – 250 A	10	1601 – 2000 A	28
251 – 400 A	12	MAS DE 2001 A	30
401 – 600 A	14		

***NOTA**: *Para interruptores de más de 250V, se permite un tiempo de disparo de 3 minutos.*

Tabla Nº A.6 Operaciones de tiempo inverso

Disparador	Intensidad nominal marcada del interruptor (I_n) en amperes.	A %	B %	Tiempo Horas	Temperatura ambiente del aire referencial
No compensado para temperatura ambiente del aire	$I_n \leq 50$ A	100	135	1	25 °C
	$I_n > 50$ A	100	135	2	
Compensado para temperatura ambiente del aire	$I_n \leq 50$ A	100	135	1	+ 25 °C
		100	135	1	+ 40 °C
	$I_n > 50$ a	100	135	2	+ 25 °C
		100	135	2	+ 40 °C

Tabla Nº A.7 Prestaciones en sobrecarga. Intensidades de ensayo y cantidad de ciclos de operación

Tamaño de la estructura (frame) En amperes	Cerrar – abrir Manualmente [1)]	Cerrar manualmente abrir automáticamente [1)]	Número total de ciclos de Operación
≤ 100 A	35	15	50 en 6 I_n [2)]
101 – 1600 A	50	0	50 en 6 I_n
1601 – 2500 A	25	0	25 en 6 I_n
Más de 2501 A	28	0	3 en 6 I_n y 25 en 2 I_n

NOTA 1:. *Todos los interruptores multipolares sin disparo común, sin tomar en cuenta su intensidad nominal, deben recibir 35 operaciones manuales y 15 operaciones automáticas.*

NOTA 2: *La corriente mínima aplicada debe ser 150 A, salvo que la impedancia inherente no aceptará las 150 A a la tensión nominal . En este caso, la corriente máxima posible a la tensión nominal debe ser aplicada.*

Tabla A.8 Valores y tolerancias de los circuitos de ensayo en sobrecarga

Características	Corriente alterna	Corriente directa
Intensidad Tensión (En circuito abierto)	Ver tabla A.7. $1{,}0U_e\ ^{+0{,}05}_{-0}$	Ver tabla A7 $1{,}0Ue\ \frac{+0{,}5}{-0}$
Factor de Potencia *	$0{,}5\ ^{+0}_{-0{,}05}$	N/A
Frecuencia Constante de Tiempo (L/R)	45-62 Hz N/A	N/A ≥ 3,0 ms

***NOTA**: Si los interruptores están probados según el diagrama C de la figura A1, el factor de potencia debe ser 0,75 – 0,8.*

Tabla Nº A.9 Temperatura máxima admisible en bobinas

Tipo de bobina	Aumento de temperatura	
	°C	°F
Bobinas con varias capas de alambre enrollados *		
- Aislamiento clase 105:		
Método por termocuplas	65 °C	117 °F
Método por resistencia	85 °C	153 °F
- Aislamiento clase 130:		
Método por termocuplas	85 °C	153 °C
Método por resistencia	105 °C	189 °C
-Aislamiento clase 155:		
Método por resistencia	115 °C	207 °F
-Aislamiento Clase 180:		
Método por resistencia	135 °C	243 °F
-Aislamiento clase 200		
Método por resistencia	150 °C	270 °F
-Aislamiento clase 220		
Método por resistencia	165 °C	297 °F
Bobinas con una sola capa de alambres enrollados en serie, superficie sin aislamiento o con alambres cubiertos por una película .		
-Aislamiento clase 105		
Método por termocuplas	90 °C	162 °F

***NOTA:** Algunas formas de construcción de las bobinas pueden tener diferencias menores entre la temperatura del punto más caliente y la temperatura medida por el método de cambios de la resistencia, que las bobinas del tipo convencional, como resultado de la barra del arrollado de corriente pasando a través del centro de la bobina. En estos casos, los valores límites indicados pueden ser excedidos si una investigación demuestra, que el aumento de temperatura del punto más caliente, además de la temperatura ambiente, no excede el valor nominal del sistema de aislamiento.*

Tabla Nº A 10 Límites máximos de temperatura para materiales aislantes

Material aislante	Temperatura Máxima admisible
Conductores aislados con termoplásticos *	60 ºC
Conductores con aislamiento de tejido barnizado	85 ºC
Fibra empleada como aislamiento eléctrico	90 ºC
Madera u otro material combustible	90 ºC
Composición de Urea *	100 ºC
Poliéster con fibra de vidrio *	105 ºC
Melamine	150 ºC
Composición fenólica empleado como aislamiento eléctrico	150 ºC
Compuestos para sellar – puntos de ablandamiento menos 15º C.	150 ºC

NOTA: *Estas limitaciones no deben ser aplicadas a materiales o compuestos, los cuales fueron investigados y comprobados que tienen propiedades adecuadas para resistir temperaturas más altas.*

Tabla Nº A 11 Límites del aumento de temperatura de materiales diferentes y de piezas

Tipo de material – descripción de piezas	Limites del aumento De temperatura (medición por termocuplas)
Piezas de contactos en aire (contactos principales, de control y auxiliares)	
- a) Cobre	45 ºC
- b) plata o plateada	ver Nota 1
- c) los demás materiales	ver Nota 2
Conductores desnudos, incluyendo bobinas no aisladas.	ver Nota 1
Piezas metálicas utilizadas como resortes	ver Nota 3
Piezas metálicas en contacto con material aislante	ver Nota 4
Manijas de operación - piezas metálicas	35 ºC – Nota 5
- piezas de material aislante	60 ºC – Nota 5
Terminales del circuito principal para conexiones externas	50 ºC

NOTAS:

1. *Limitado únicamente por la necesidad de no causar cualquier daño a piezas adyacentes.*
2. *Debe ser especificado de acuerdo a los metales usados y limitado por la necesidad de no causar cualquier daño a piezas adyacentes.*
3. *La temperatura resultante no debe alcanzar valores que disminuyen la elasticidad de los materiales. Para cobre esto implica una temperatura máxima de 75 ºC.*
4. *Limitado únicamente por la necesidad de no causar cualquier daño al material aislante.*
5. *Aumento de la temperatura basado en temperatura ambiente de 25 ºC.*

Tabla Nº A.12 Operaciones requeridas para ensayos de resistencia (durabilidad)

Tamaño de estructura (Frame) en amperes	Número de ciclos de operaciones Por minuto (ver nota 1)	Número de ciclos de operación		
		Con corriente (ver nota 2)	Sin corriente (ver nota 3)	Total
≤ 100 A	6	6.000	4000	10000
101 – 250 A	5	4.000(ver nota 5)	4000	8000(ver nota 5)
251 – 600 A	4	1000	5000	6000
601 – 800 A	1	500	3000	3500
801 – 2500 A	1	500	2000	2500
> 2500 A	1(ver nota 4)	400	1100	1500

NOTAS:

1) *Para interruptores mayores de 800 A, el ensayo de la resistencia puede ser conducido en grupos de 100 operaciones "con corriente". Las operaciones "sin corriente" pueden ser conducidas entre los grupos de operaciones "con corriente"*
2) *Durante cada ciclo de operación el interruptor debe permanecer cerrado por más de dos (2) segundos.*
3) *El número de ciclos de operación por hora puede ser aumentado para las operaciones "sin corriente "a la discreción del fabricante.*
4) *La cantidad de operación para interruptores mayores de 3000 A debe ser : un (1) ciclo de operaciones por minuto para las primeras diez (10) operaciones, luego, en grupos de cinco (5), a razón de un (1) ciclo por minuto, con intervalo entre grupos, para evitar sobrecalentamiento del aparato.*
5) *Para interruptores con estructura hasta 150 A, cuando se requieren ensayos sobre muestras teniendo su capacidad de corriente de 100 A o menos, ó 250 V ó menos, el número de operaciones debe ser lo mismo* como para interruptores hasta 100 A.

Tabla Nº A.13 Características del circuito de ensayo de resistencia (durabilidad)

Descripción	Corriente alterna C.A.	Corriente directa C.D.
Factor de potencia (cos ρ)	$0,8^{+0,0}_{-0,05}$	-
Constante de tiempo (L/R)		≥ 3,0 ms
Frecuencia	45 – 62 Hz	

Tabla Nº A.14 Corrientes disponibles en circuitos de ensayo – secuencia Y

Tamaño de estructura (frame)	Corrientes: simétrica eficaz (RMS)	
	Interruptores de 1 polo	Interruptores 2 y 3 polos
≥ 100 A hasta 250 V MÁXIMO	1500 A	1500 A
≥ 100 A entre 251 y 600 V	3000 A	3000 A
101 – 250 A	3000 A	3000 A
251 – 400 A	5000 A	5000 A
401 – 600 A	6000 A	6000 A
601 – 800 A	10000 A	10000 A
801–1200 A	-	14000 A
1201 – 1600 A	-	20000 A
1601 – 2000 A	-	25000 A
2001 – 2500 A	-	30000 A
2501 – 3000 A	-	35000 A
3001 – 4000 A	-	45000 A
4001 – 5000 A	-	60000 A
5001 – 6000 A	-	70000 A

Tabla Nº A.15 Corrientes disponibles en circuitos de ensayos – secuencia Z

Tamaño de la estructura (frame) en amperes	Corriente simétrica eficaz (RMS) ó C.D.				
		Interruptor bipolar		Interruptor tripolar	
	Interruptor Monopolar	Disparo individual	Disparo común	Disparo Individual	Disparo Común
≥ 100 A(250 $V_{max.}$)	5.000 A	5.000 A	5.000 A	4.330 A [1),2)]	5.000 A
≥ 100 A(600 $V_{max.}$)	10.000 A	10.000 A	10.000 A	8.660 A [1),2),3)]	10.000 A
101 – 800 A	10.000 A	10.000 A	10.000 A	8.660 A [1),2),3)]	10.000 A
801 – 1200 A	-	14.000 A	14.000 A	12.120 A [1),3)]	14.000 A
1201 – 1600 A	-	14.000 A	20.000 A	14.000 A	20.000 A
1601 – 2000 A	-	14.000 A	25.000 A	14.000 A	25.000 A
2001 – 2500 A	-	20.000 A	30.000 A	20.000 A	30.000 A
2501 – 3000 A	-	25.000 A	30.000 A	25.000 A	35.000 A
3001 – 4000 A	-	30.000 A	45.000 A	30.000 A	45.000 A
4001 – 5000 A	-	40.000 A	60.000 A	40.000 A	60.000 A
5001 – 6000 A	-	50.000 A	70.000 A	50.000 A	70.000 A

NOTAS:

1. *Este valor corresponde a la corriente disponible al usar 2 polos de un interruptor tripolar indicado en la columna "común".*
2. *Para corriente directa (c.d.) la corriente indicada bajo "común" debe ser aplicada para operación del polo individual .*
3. *Para tensiones nominales de 480 Y/277V, la corriente indicada en la columna "2 polos individuales " debe ser aplicada entre la tensión fase y neutro.*

Tabla Nº A.16 Operaciones para verificación de la capacidad de interrupción

Número de Polos	Tamaño De la estructura (frame)	Interruptor automático Tensión nominal c.a. En voltios	Letras indicando diagrama en figura A-4						Número Total de Operaciones
			Operaciones en cada polo			Operaciones comunes			
			O-t-CO-t-O			O-t-CO-t-O			
1	Todos	120,240,277,347,460,600 V ó más	A	A	A	-	-	-	3
1	Todos	120/240 V (ensayados en pares)	-	-	-	B	B	B	3
2	Todos	240,480,600 V ó más	E	E	-	D	-	-	5
2	Todos	120/240 V	-	-	-	C	C	C	3
2	0-1200 A	480Y/277 ó 600Y/347V	L	L	-	M	-	-	5
2	Todos	1Ø-3 Ø (240,480 ó 600V)	E	E	-	H	-	-	5
3	Todos	240,480,600V ó más	G	G	-	F	-	-	7
3	Todos	120/240 V	-	-	-	J	J	J	3
3	Todos	480Y/277 ó 600Y/347 V	K	K	-	I	-	-	7

***NOTA:** Para 125/250 V c.d. el número de operaciones es lo mismo que para 120/240Vc.a., Para 250Vc.d. el número de operaciones es lo mismo que para 240V c.a.*

Tabla Nº A.17 Muestras requeridas para ensayos de la corriente de cortocircuito asignada (I_{cu}) ver nota 1.

Intensidad del disparador de sobreintensidad	Corriente máxima de cortocircuito (Icu)	Corriente en cortocircuito (Icu)	
		I_{cu} a la tensión máxima	I_{cu} a la kVA máxima
Calibración	Numero de muestras	Numero de muestras	Numero de muestras
Máxima	1 (2)	1	1 (3)
Mínima	1	-	-

NOTAS:

1. *Se requiere una muestra adicional para interruptores con estructuras menores de 100 A, para ser probada bajo las condiciones descritas en los numerales A5.2.2.1 y A5.2.2.3.*
2. *Está permitido omitir este ensayo si la corriente máxima (Icu) ocurre a la tensión nominal máxima.*
3. *Está permitido omitir este ensayo, si la KVA máxima ocurre a la tensión nominal máxima.*

Tabla Nº A.18 Capacidades de interrupción en cortocircuito (I_{cu}) normalizadas en corriente simétrica eficaz (RMS) ó en corriente directa.

7,5 KA	25 KA	85 KA
10 KA	30 KA	100 KA
14 KA	35 KA	125 KA
18 KA	42 KA	150 KA
20 KA	50 KA	200 KA
22 KA	65 KA	

Tabla Nº A.19 Factor de potencia en cortocircuito para circuitos c.a. mayores de 10.000 A.

Factor de Potencia en cortocircuito %	Relación M_M	Relación M_A	Factor de Potencia en cortocircuito %	Relación M_M	Relación M_A
0	1,732	1,394	30	1,130	1,064
1	1,697	1,374	31	1,122	1,062
2	1,662	1,354	32	1,113	1,057
3	1,630	1,336	33	1,106	1,053
4	1,599	1,318	34	1,098	1,050
5	1,569	1,302	35	1,091	1,046
6	1,540	1,286	36	1,085	1,043
7	1,512	1,271	37	1,079	1,040
8	1,486	1,256	38	1,073	1,037
9	1,461	1,242	39	1,068	1,034
10	1,437	1,229	40	1,062	1,031
11	1,413	1,216	41	1,058	1,029
12	1,391	1,204	42	1,053	1,027
13	1,370	1,193	43	1,049	1,024
14	1,350	1,182	44	1,045	1,023
15	1,331	1,172	45	1,041	1,021
16	1,312	1,162	46	1,038	1,019
17	1,295	1,152	47	1,035	1,017
18	1,278	1,144	48	1,032	1,016
19	1,262	1,135	49	1,029	1,014
20	1,247	1,127	50	1,026	1,013
21	1,232	1,119	55	1,016	1,008
22	1,219	1,112	60	1,009	1,004
23	1,205	1,105	65	1,005	1,002
24	1,193	1,099	70	1,002	1,001
25	1,181	1,092	75	1,0008	1,0004
26	1,170	1,087	80	1,0002	1,0001
27	1,159	1,081	85	1,00004	1,00002
28	1,149	1,076	100	1,00000	1,00000
29	1,139	1,071			

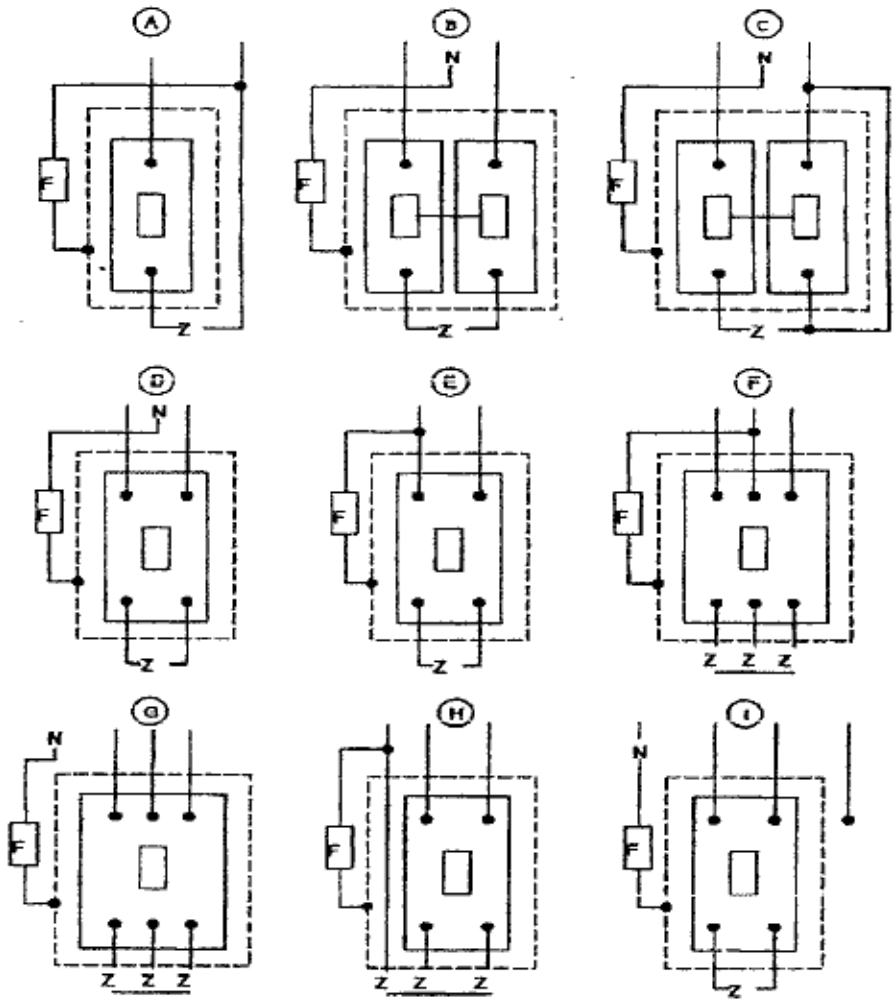
Tabla Nº A20 Calculación de las relaciones M_a y M_m

Relación $M_A = \dfrac{\text{Promedio } 3 \text{ fases} - I_{eficaz}(RMS)\text{asimétrica}}{\text{Promedio } 3 \text{ fases} - I_{eficaz}(RMS)\text{simétrica}}$

(Para ensayos trifásicos)

Relación $M_M = \dfrac{I_{eficaz}(RMS)\text{asimetrica}}{I_{eficaz}(RMS)\text{simetrica}}$

(Para ensayos monofásicos)



Leyenda:

Diagrama A	1 Polo	**Diagrama F**	3 Polos
Diagrama B y C	1 Polo ensayado en pares. (También representa dos polos con disparos independientes	**Diagrama G**	3 Polos - 480 Y / 277 V 2 Polos con disparo común para 3 fases en Delta
Diagrama D	2 Polos con disparo común para circuitos de 2 fases/3 hilos (120/240 V, 125/250 V)	**Diagrama H**	
Diagrama E	2 Polos con disparo común (otros que B,H e I)	**Diagrama I**	2 Polos con disparo común (para circuitos en Estrella 3 fases 4 hilos)
		Símbolos	N = Neutro Z = Impedancia de carga F = Fusible ----- = Envolvente

Figura A.1. Diagrama de conexión de los interruptores de ensayo en sobrecarga

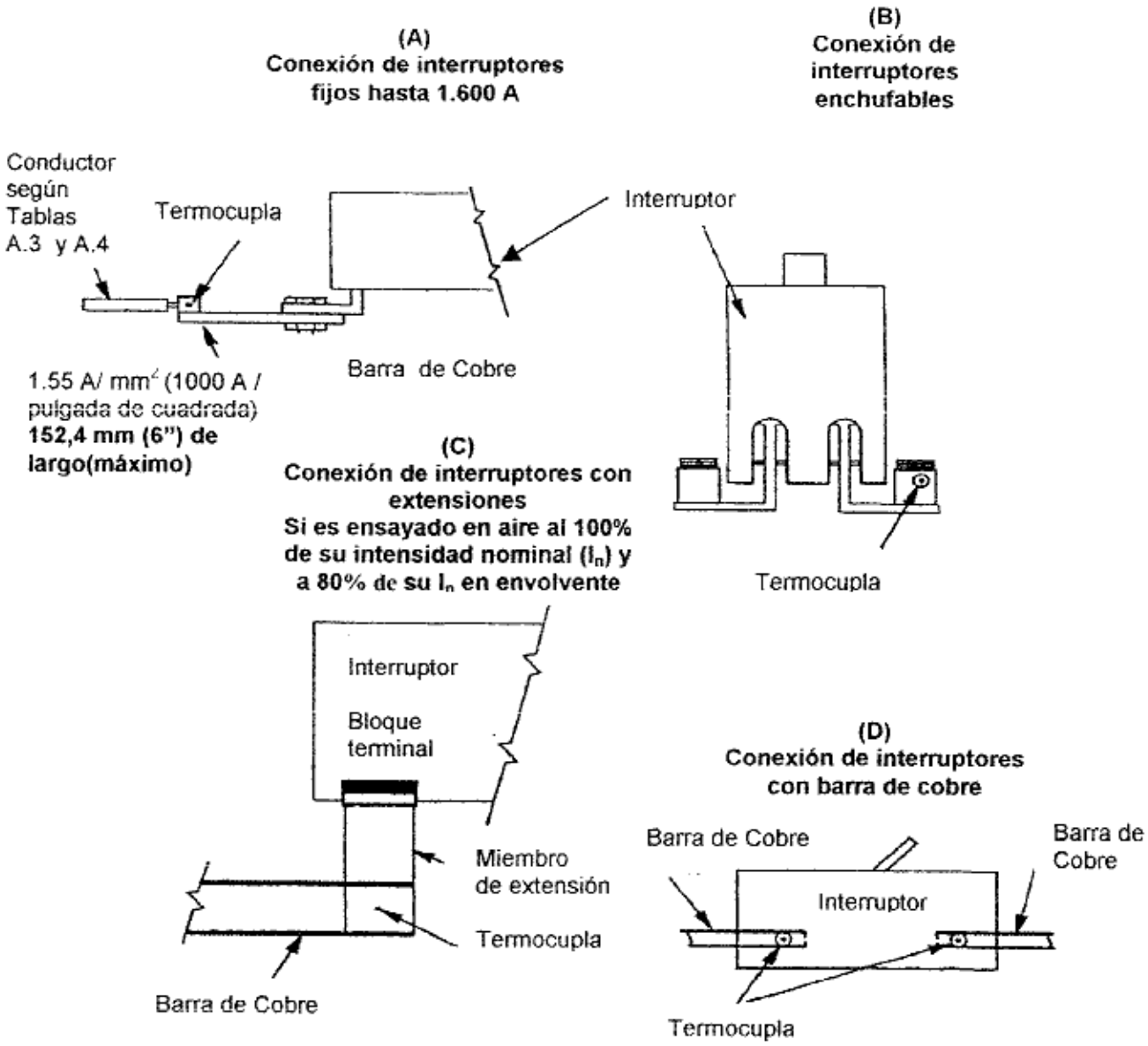
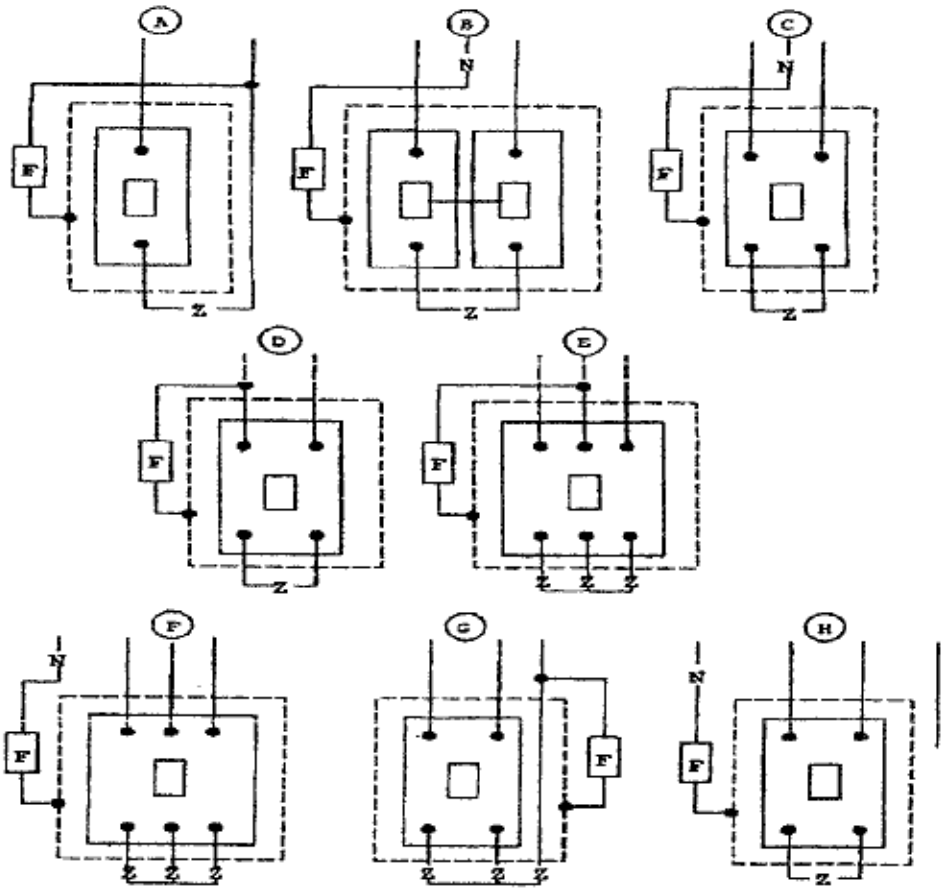


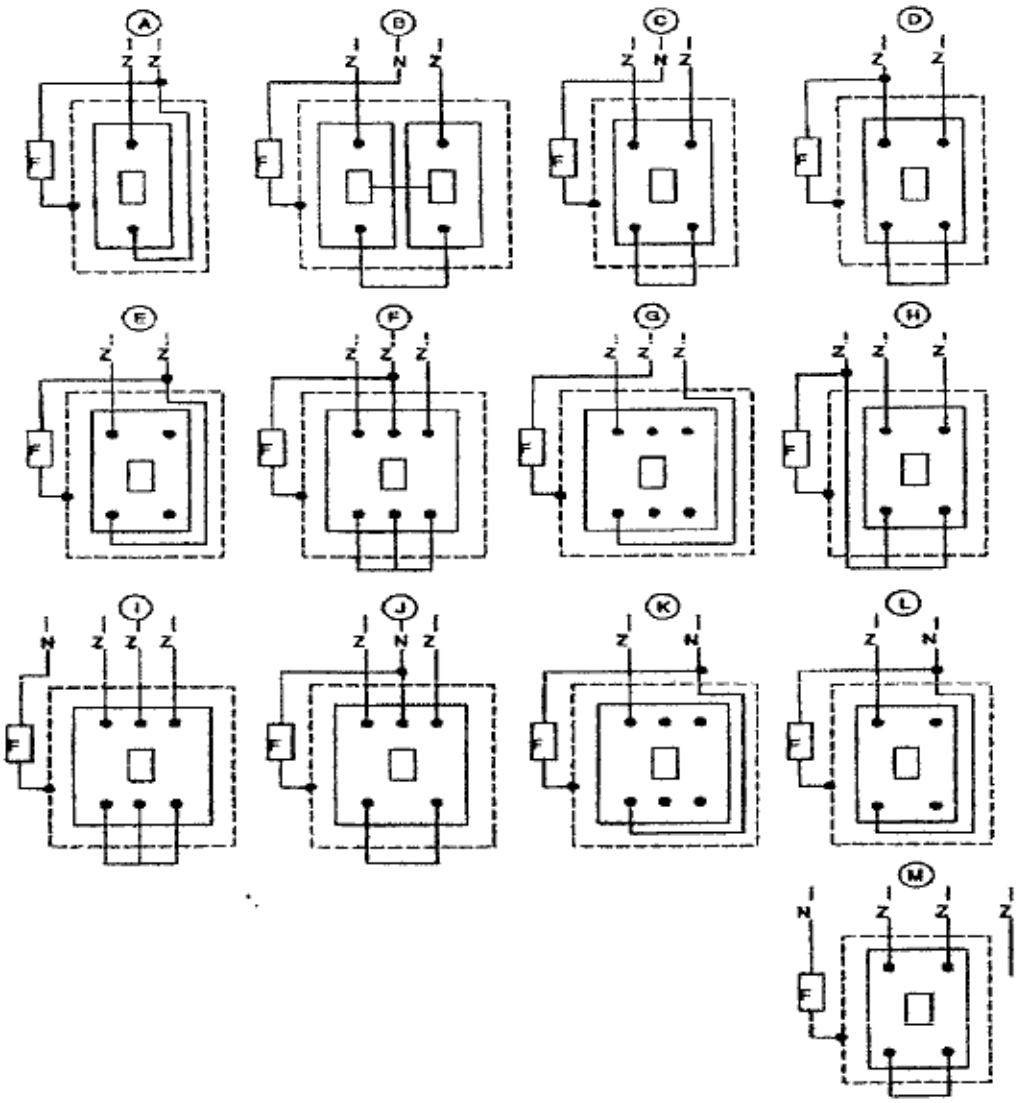
Figura A.2. Conexiones de interruptores en ensayo



Leyenda:

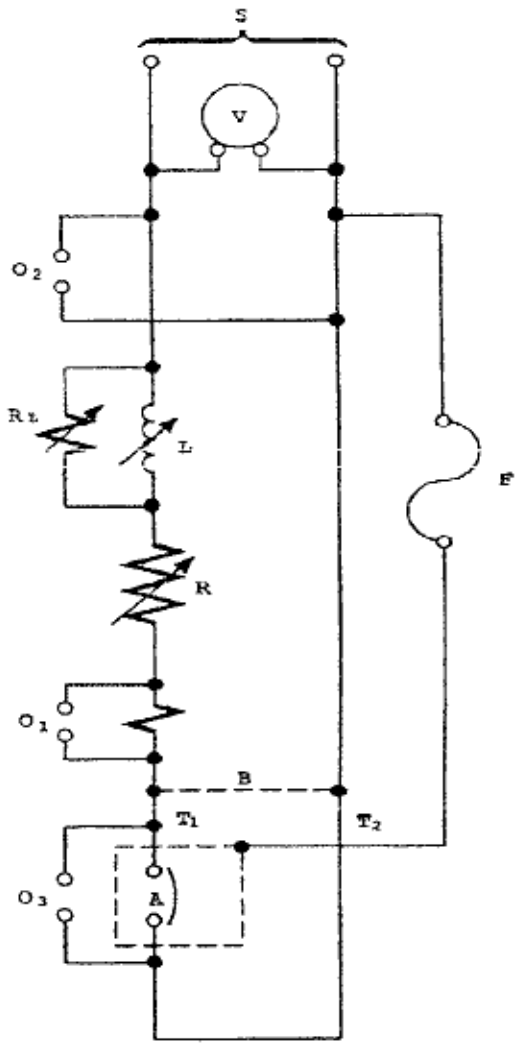
Diagrama A	1 Polo	**Diagrama F**	3 Polos - 480 Y / 277 V ó 600Y/347 V
Diagrama B	1 Polo ensayado en pares. (También representa dos polos con disparos independientes)	**Diagrama G**	2 Polos con disparo común para 3 fases en Delta
Diagrama C	2 Polos con disparo común para circuitos de 2 fases/3 hilos (120/240 V, 125/250V)	**Diagrama H**	2 Polos con disparo común (para circuitos en Estrella de 3 fases 4 hilos)
Diagrama D	2 Polos con disparo común (otros que C, G y H)	**Símbolos**	N = Neutro Z = Impedancia de carga F = Fusible ----- = Envolvente
Diagrama E	3 Polos		

Figura A.3. Diagrama de conexión de los interruptores de ensayo de durabilidad.



Símbolos: N : Neutro
Z : Impedancia de carga
F : Fusible
---- : Envolvente

Figura A.4 Diagrama de Conexión de los Interruptores en ensayos de la capacidad de interrupción (Ver Tabla A.16).

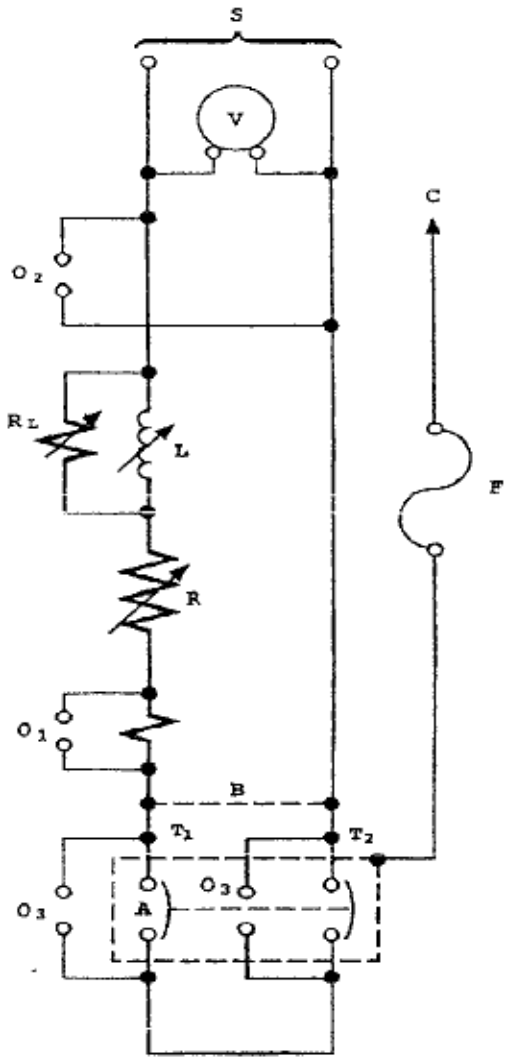


Leyenda:

S	: Alimentación	O_1	: Registrador de corriente (Si Aplicable) *
R	: Resistencia ajustable	O_2,O_3	: Registrador de tensión (Si Aplicable)
L	: Reactancia ajustable	**F**	: Fusible para detección de una corriente de falla
A	: Interruptor en ensayo	R_l	Resistencia de puenteo (Shunt)
B	: Conexiones provisionales para calibración	T_1,T_2	: Terminales de equipos de prueba.
V	: Voltímetro	-----	Envolvente

* Nota: Puede estar en el lado de alimentación o de la carga del interruptor en ensayo

Figura A.5 Circuito de ensayo de la Capacidad de interrupción monofásica de un Interruptor monopolar.

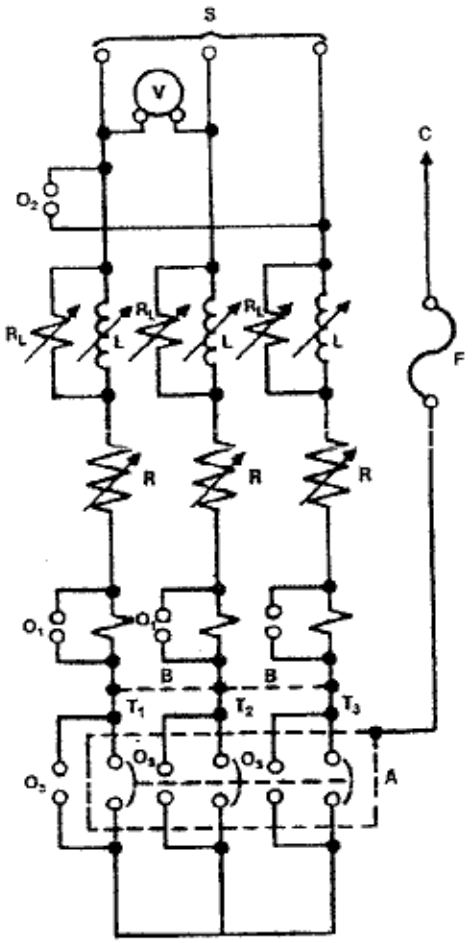


Leyenda:

S	: Alimentación	O_1	: Registrador de corriente (Si Aplicable) *
R	: Resistencia ajustable	O_2, O_3	: Registrador de tensión (Si Aplicable)
L	: Reactancia ajustable	**F**	: Fusible para detección de una corriente de falla
A	: Interruptor en ensayo	R_l	Resistencia de puenteo (Shunt)
B	: Conexiones provisionales para calibración	T_1, T_2	: Terminales de equipos de prueba.
C	: Al punto de conexión apropiado como se indica en la figura A.4 y en la Tabla A.16		
V	: Voltímetro	——	Envolvente

* Nota: Puede estar en el lado de alimentación o de la carga del interruptor en ensayo

Figura A.6 Circuito de ensayo de la Capacidad de interrupción monofásica de un Interruptor bipolar.

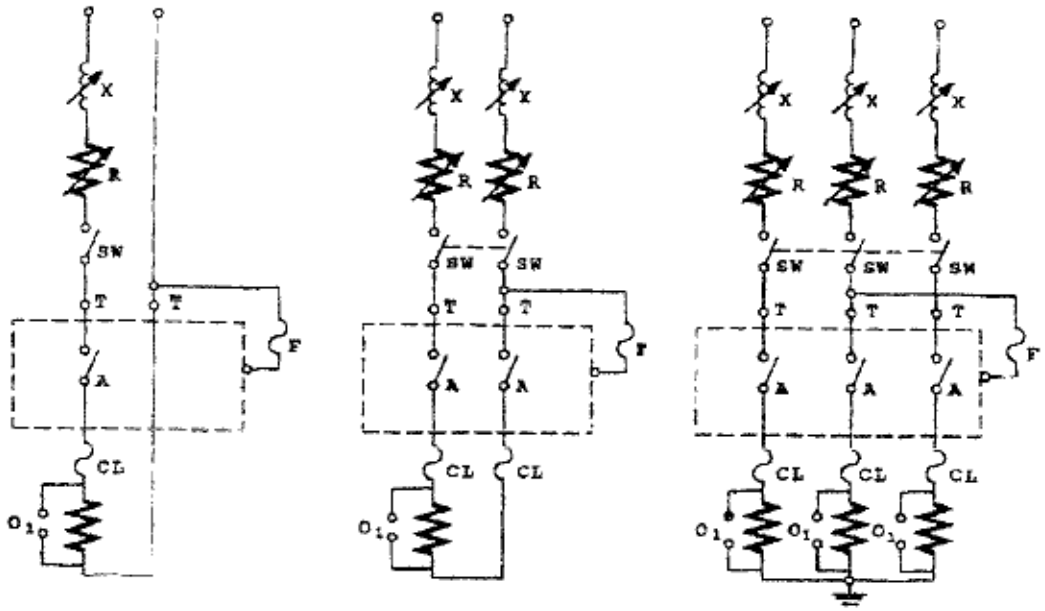


Leyenda:

S	: Alimentación	O_1	: Registrador de corriente (Si Aplicable) *
R	: Resistencia ajustable	O_2, O_3	: Registrador de tensión (Si Aplicable)
L	: Reactancia ajustable	**F**	: Fusible para detección de una corriente de falla
A	: Interruptor en ensayo	R_t	Resistencia de puenteo (Shunt)
B	: Conexiones provisionales para calibración	T_1, T_2, T_3	: Terminales de equipos de prueba.
C	: Al punto de conexión apropiado como se indica en la figura A.4 y en la Tabla A.16		
V	: Voltímetro	——	Envolvente

* Nota: Puede estar en el lado de alimentación o de la carga del interruptor en ensayo

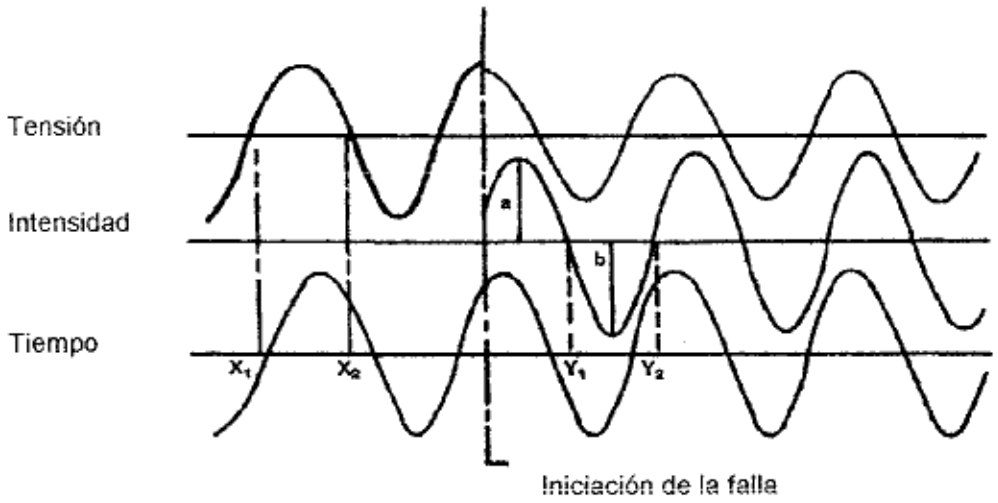
Figura A.7 Circuito de ensayo de la Capacidad de interrupción trifásica de un Interruptor tripolar.



Leyenda:

A	: Suiches de ensayo	**F**	: Fusible
X	: Reactores en aire con tomas variables	**CL**	: Dispositivo de sobrecorriente (Si aplicable)
R	: Resistencia Variable	**T**	: Terminales del equipo de prueba
SW	: Interruptor de cierre (puede ser colocado como se indica o antes de la impedancia limitador.	**O_1**	: Registrador de corriente (Si aplicable)
		——	Envolvente

Figura A.8 Circuito de ensayo de la Capacidad de soportar la intensidad y cerrar en cortocircuito de un interruptor no automático (suiche).

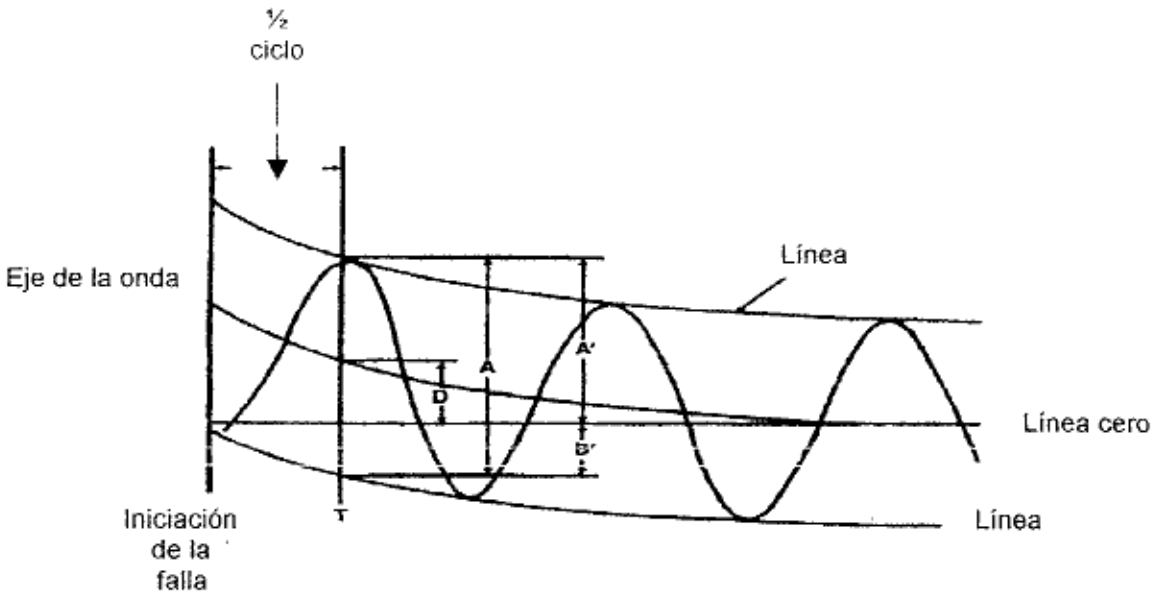


Intensidad = $\frac{a+b}{2}$ x Valor eficaz (RMS) de la calibración del equipo de prueba

Factor de potencia = $\frac{Coseno\ [(Y_1 + X_1)x180°] + Coseno\ [(Y_2 + X_2)x180°]}{2}$

Donde los valores X y Y son fracciones de la distancia de medio ciclo, cuando esos ocurren

Figura A.9 Determinación de la corriente y del factor de potencia en cortocircuito para circuitos con capacidad hasta 10.0000 A.



T : Tiempo cuando se hace la medición

A : Valor pico a pico de la corriente alterna = A'+ B'

A' : Ordenada mayor

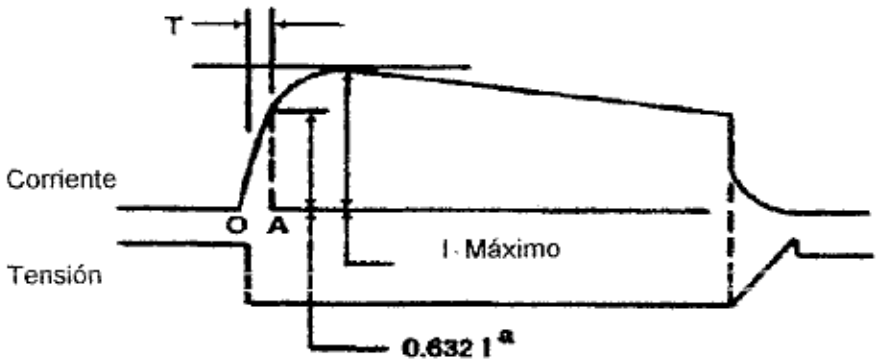
B` : Ordenada menor

D : Componente Directo $= A' - \frac{A}{2}$

Intensidad eficaz (RMS) simétrica = $\frac{A}{2.828}$

Intensidad eficaz (RMS) asimétrica = $\sqrt{\left(\frac{A}{2.828}\right)^2 + D^2}$

Figura A.10 Determinación de la corriente y del factor de potencia en cortocircuitos para circuitos con capacidad mayor de 10 KA.



Nota:
El valor de la constante de tiempo está dado por la abcisa OA correspondiente a la ordenada 0,632 I del oscilógrafo de calibración del circuito.
[a] *I = E/R*

Figura A.11 Determinación de la constante de tiempo de cortocircuito en circuitos de corriente directa (Método oscilográfico)

ANEXO B

Coordinación entre interruptores automáticos en caja moldeada y fusibles separados asociados en el mismo circuito

INTRODUCCIÓN

Cuando se estudia la coordinación de los interruptores automáticos en caja moldeada y de los fusibles, es necesario tener en cuenta las características del interruptor automático y de los fusibles (véase figura B1).

Si el interruptor automático está equipado con disparadores de máxima intensidad regulables, debe tenerse en cuenta el tiempo total de corte a la intensidad de regulación particular.

Para los fusibles, conviene referirse a la Norma Venezolana COVENIN 2731

NOTA- *La superposición de la característica de funcionamiento de un aparato cuya abscisa representa la intensidad prevista y de la característica de funcionamiento de otro aparato para el cual la abscisa representa también la intensidad prevista no es exacta cuando se plantea el comportamiento de esos aparatos funcionando en serie, dado que la impedancia de esos aparatos no siempre es despreciable.*

Se recomienda tener en cuenta este hecho.

Para sobreintensidad es elevadas se recomienda comparar los valores de I^2t en lugar del tiempo.

Los interruptores automáticos en caja moldeada están a menudo conectados en serie con fusibles separados, ya sea porque así se ha previsto en el método de distribución de potencia adoptado por la instalación, o porque el poder de corte en cortocircuito del interruptor automático sólo puede ser insuficiente para el empleo previsto. En tales casos, los fusibles pueden montarse en envolventes alejados del interruptor automático. Además, los fusibles pueden proteger una alimentación principal que alimente a varios interruptores automáticos o simplemente un solo interruptor automático.

NOTA- *De un modo general, en una asociación de este tipo, los fusibles están situados aguas arriba del interruptor automático. De todos modos, reglas particulares de instalación pueden autorizar a disponerlos aguas abajo del interruptor automático. En lo que respecta a la coordinación, los problemas son los mismos en ambos casos.*

Para tales usos, el usuario o la autoridad competente puede tener que decidir, basándose únicamente en estudios teóricos, de qué modo puede realizarse el nivel óptimo de coordinación. En consecuencia, este anexo tiene como fin servir de guía en lo que respecta a esta decisión y también servir de guía en cuanto al tipo de información que el fabricante del interruptor automático debe suministrar normalmente al usuario previsto.

NOTA-*El término "coordinación " engloba consideraciones de selectividad (es decir de maniobra selectiva, véase numeral 3.2.11)así como de protección en serie (véase numerales 3.5.7, 3.5.9 y 3.5.10).*

Puede hacerse referencia al poder de corte último en cortocircuito (I_{cu}) o al poder asignado de corte en servicio en cortocircuito (I_{cs}) según el criterio de coordinación deseado. En este anexo, el poder asignado de corte último en cortocircuito (I_{cu}) se considera como caso límite.

Sirve también de guía en lo que respecta a las prescripciones de ensayos cuando la realización de ensayos se considera esencial para el uso propuesto. Sin embargo, en las inmensas mayorías de casos, no se consideran como necesario ensayos costosos y complicados; esté puede ser el caso de un gran número de consideraciones prácticas, por ejemplo cuando la intensidad prevista de cortocircuito es inferior al poder asignado de corte último en cortocircuito del interruptor automático solo o bien lo sobrepasa en muy poco.

B.1 CAMPO DE APLICACIÓN

Este anexo de sirve guía para la coordinación de los interruptores automáticos en caja moldeada con fusibles separados asociados en el mismo circuito.

B.2 OBJETO

El objeto de este anexo es precisar:

- las prescripciones generales relativas a la coordinación de un interruptor automático con sus fusibles asociados;
- los métodos y los ensayos (si se juzgan necesarios) destinados a verificar que las condiciones de la coordinación de han cumplido.

B.3 PRESCRIPCIONES GENERALES DE COORDINACIÓN DE UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON SUS FUSIBLES ASOCIADOS

B.3.1 Generalidades

Idealmente, conviene que la coordinación sea tal que el interruptor automático sólo funcione para todos los valores de sobreintensidad hasta el límite de su poder asignado de corte último en cortocircuito (I_{cu}).

En la práctica, se aplican las consideraciones siguientes:

a) Si el valor de la intensidad de defecto prevista en el punto de la instalación es inferior al poder asignado de corte del interruptor automático, se puede admitir que los fusibles están colocados en el circuito por motivos distintos de los de la protección en serie. Si el valor de la intensidad de intersección I_B (véase numeral 3.6.4) es demasiado bajo, hay riesgo de pérdida inútil de selectividad (es decir de maniobra selectiva);

b) Si el valor de la intensidad de defecto prevista en el punto de la instalación es superior al poder asignado de corte en cortocircuito del interruptor automático, los fusibles deben elegirse de modo que se asegure la conformidad con las prescripciones de los numerales B.3.2 y B.3.3.

B.3.2 Corriente de intersección

La corriente de intersección I_B no debe ser superior al poder de corte último asignado, en cortocircuito del interruptor automático solo.

B.3.3 Comportamiento del interruptor automático en asociación con sus fusibles

Para los valores de sobreintensidad inferiores o iguales al poder de corte en cortocircuito fijado para la asociación:

a) la maniobra de establecimiento del interruptor automático así como la maniobra de corte de la asociación no deben dar lugar a manifestaciones exteriores (tales como emisión de llamadas) que se extiendan más allá de los límites fijados por el fabricante;

b) no debe haber ni cebado entre polos ni entre polos y masa, ni soldadura de los contactos.

NOTA- *Véanse también los numerales B.5.2 y B.5.3.*

B.4 TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS FUSIBLES ASOCIADOS

Bajo demanda, el fabricante del interruptor automático debe fijar, según las normas correspondientes, el tipo y las características de los fusibles a emplear con el interruptor automático, así como la intensidad prevista de cortocircuito máxima para la cual la asociación es válida bajo la tensión asignada de utilización fijada.

Siempre que sea posible, los fusibles deben estar colocados aguas arriba del interruptor automático. Si los fusibles están colocados aguas abajo, es esencial que las conexiones entre el interruptor automático y los fusibles estén concebidas de tal modo que se minimicen los riesgos de cortocircuito.

B.5 MÉTODOS DE VERIFICACIÓN DE LA COORDINACIÓN

B.5.1 Verificación de la intensidad de intersección

La conformidad con las prescripciones del numeral B.3.2 debe verificarse comparando las características de funcionamiento del interruptor automático y las del fusible.

Si el interruptor automático está equipado con disparadores de apertura máxima intensidad regulables, las características de funcionamiento a emplear deben ser las que corresponden a la intensidad de regulación mínima. Si el interruptor automático puede estar equipado con disparadores de apertura de máxima intensidad instantáneos, las características de funcionamiento a emplear deben ser las que corresponden al interruptor automático equipado con tales disparadores.

B.5.2 Verificación del comportamiento de la asociación interruptor automático / fusibles en caso de cortocircuito

a) Solo se puede verificar la plena conformidad con las prescripciones del numeral B.3.3 mediante ensayos según el numeral B.5.3. En este caso todas las condiciones para el ensayo pueden ser las que se especifican en el numeral 8.3.2.6, estando colocadas las resistencias y las reactancias regulables aguas arriba de la asociación para el ensayo de cortocircuito.
b) Si el interruptor automático no es del tipo de limitación de corriente, puede ser suficiente,

en algunos casos prácticos, comparar las características de funcionamiento del interruptor automático y las del fusible, teniendo en cuenta especialmente los puntos siguientes:

- los valores de la integral de Joule I^2t del interruptor automático y los del fusible durante el tiempo total de corte;
- los efectos sobre el interruptor automático (por ejemplo: por la energía de arco, por la intensidad de cresta máxima, etc.) del valor de cresta de la intensidad cortada limitada del fusible.

Se puede estimar que la asociación es adecuada examinando el valor total de la integral de Joule máxima I^2t del fusible en el campo comprendido entre el poder asignado de corte último en cortocircuito del interruptor automático y la intensidad prevista de cortocircuito para el uso previsto, sin sobrepasar sin embargo el poder de corte en cortocircuito de la asociación. Este valor no debe superar la integral de Joule máxima I^2t del interruptor automático correspondiente a su poder asignado de corte en cortocircuito u otro valor límite fijado por el fabricante.

Conviene observar sin embargo que únicamente mediante ensayos adecuados puede verificarse completamente que la asociación del interruptor automático / fusibles, está adaptada a las intensidades hasta el límite de poder de corte en cortocircuito del fusible.

B.5.3 Intensidad para la verificación de la coordinación en caso de sobreintensidad en condición de cortocircuito

El ensayo de cortocircuito se realiza con la intensidad máxima de cortocircuito prevista para la utilización propuesta. No debe sobrepasar la intensidad máxima de cortocircuito prevista fijada por el fabricante para la asociación.

Además, si I_B tiene un valor cercano al poder asignado de corte último en cortocircuito I_{cu} del interruptor automático, por ejemplo superior al 80% del I_{cu}, debe realizarse una serie suplementaria de ensayos para un valor de intensidad prevista igual al 120% de I_{cu}.

Al menos algunos de los fusibles deben actuar .

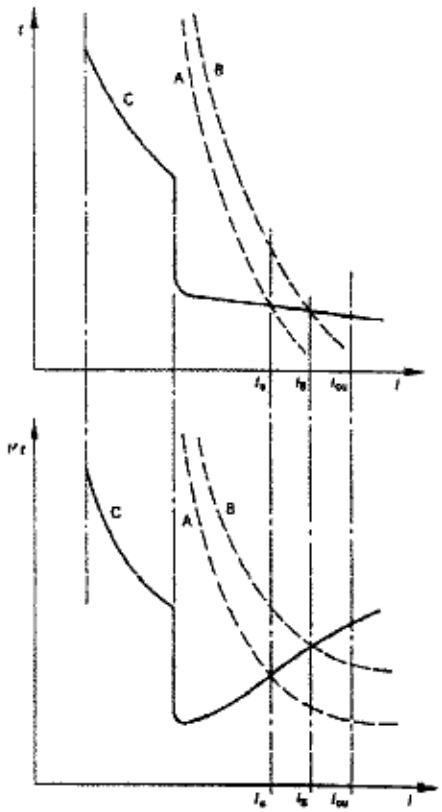
Estos ensayos suplementarios pueden realizarse sobre un interruptor automático nuevo y limpio si el fabricante lo solicita.

Si un ensayo se realiza según el numeral B.5.2, debe realizarse un ensayo CO según el numeral 8.3.5.

B.5.4 Resultados a obtener

Véase numeral B.3.3.

Figura B1



I = Intensidad de cortocircuito prevista

I_{cu} = Poder asignado de corte último en cortocircuito (5.2.6.2.1.)

I_s = Intensidad límite de selectividad (numeral 3.6.5.)

I_b = Intensidad de intersección (numeral 3.6.4)

A = Características de prearco del fusible

B = Características de funcionamiento del fusible

C = Características de funcionamiento del interruptor automático (tiempo de corte/intensidad e I^2t/intensidad)

NOTA - *Se estima que A es el límite inferior, y que B y C son los límites superiores*

ANEXO C
Secuencia de ensayos de cortocircuito sobre un polo por separado

C.1 GENERALIDADES

Esta secuencia de ensayos se aplica a los interruptores automáticos multipolares para utilización en redes que tengan una fase conectada a tierra e identificados como se precisa en el numeral 5.2.1.1; e incluye los ensayos siguientes:

Ensayo	Numeral
Poder de corte en cortocircuito sobre un polo por separado (I_{su})	C.2
Verificación de la rigidez dieléctrica	C.3
Verificación de los disparadores de sobrecarga	C.4

C.2 ENSAYO DE PODER DE CORTE EN CORTOCIRCUITO SOBRE UN POLO POR SEPARADO

Se realiza un ensayo de cortocircuito en las condiciones generales del numeral 8.3.2 con un valor de intensidad prevista I_{su} igual al 25% del poder de corte último en cortocircuito I_{cu}.

NOTA- *El fabricante puede ensayar e indicar valores superiores al 25% de* I_{cu}.

La tensión aplicada debe ser la tensión compuesta correspondiente a la tensión asignada de utilización máxima del interruptor automático para la que éste es adecuado para uso en redes con una fase conectada a tierra. El número de muestras a ensayar correspondiente a un solo valor asignado de U_e/I_{cu} y la regulación de los disparadores regulables deben ser como se indica en la tabla 14 . El factor de potencia debe ser según la tabla 4 en función de la intensidad de ensayo.

El circuito de ensayo debe ser según el numeral 8.3.2.6.2 y según la figura 8, procediendo la alimentación S de dos fases de una alimentación trifásica, estando el elemento fisible F conectado a otra fase. El o los polos disponibles deben estar también conectados a esa fase por el elemento fusible F.

La secuencia de las maniobras debe ser:

$$O - t - CO,$$

y debe realizarse sobre cada polo tomado por separado, por turno.

C.3 VERIFICACIÓN DE LA RIGIDEZ DIELÉCTRICA

Después del ensayo según el capítulo C.2, la rigidez dieléctrica debe verificarse según el numeral 8.3.5.3.

C.4 VERIFICACIÓN DE LOS DISPARADORES DE SOBRECARGA

Después del ensayo según el capitulo C.3, el funcionamiento de los disparadores de sobrecarga debe verificarse según el numeral 8.3.5.4.

ANEXO D
Grados de contaminación, distancias de aislamiento y líneas de fuga

D.1 GRADOS DE CONTAMINACIÓN

D.1.1 El grado de contaminación de las condiciones ambientales se refiere a las condiciones del entorno para las que está previsto el interruptor.

D.1.2 Se asigna un número convencional de 1 a 4, basado en la cantidad de polvos conductores o higroscopicos, de gases ionizados o de sales, y en la humedad relativa y su frecuencia de aparición que se traduce por la absorción o la condensación de humedad, teniendo como efectos disminuir la rigidez dieléctrica y/o la resistencia superficial.

D.1.3 Los grados de contaminación asignados son:

- Grado 1: No existe contaminación o solo una contaminación seca, no conductora.
- Grado 2: Presencia normal de contaminación solamente no conductora. Ocasionalmente puede presentarse una conductividad temporal provocada por la condensación.
- Grado 3: Presencia de una contaminación conductora o una contaminación seca que se vuelve conductora por la condensación .
- Grado 4: Contaminación provocada por una conductividad persistente y elevada. Contaminación causada, por ejemplo, por polvo conductor o por nieve o por lluvia.

D.1.4 El grado de contaminación del micro-entorno al cual está expuesto un interruptor, puede ser distinto al del micro-entorno en el cual este está situado, debido a la protección asegurada por una envolvente o por calentamiento interno que impide la absorción o la condensación de la humedad. En el marco de esta norma, el grado de contaminación es el de micro-entorno existente dentro de una envolvente.

D.1.5 Para los efectos de está norma, se considera un grado de contaminación del grado 3, que corresponde al ambiente industrial normal. Sin embargo, en casos justificados, se permite la aplicación de otro grado de contaminación.

D.2 GENERALIDADES

D.2.1 Los valores adecuados para las distancias de aislamiento y las líneas de fuga dependen en gran medida de factores variables, tales como las condiciones atmosféricas, el tipo de aislamiento empleado, la disposición de los trayectos de fuga y las condiciones de la red en la cual el interruptor automático debe utilizarse. Por estas razones, la selección de los valores adecuados es responsabilidad del fabricante.

D.2.2 Se recomienda prever, en las superficies de las partes aislantes, nervios dispuestos de modo que se rompa la continuidad de cualquier depósito conductor que pueda formarse.

D.2.3 Las partes conductoras recubiertas únicamente de barniz o de esmalte, o protegidas solamente por oxidación o mediante un proceso similar, no se considera aisladas desde el punto de vista de las distancias de aislamiento y de las líneas de fuga.

D.2.4 Las distancias de aislamiento y las líneas de fuga deben mantenerse en las condiciones siguientes:

- Por una parte, sin las conexiones eléctricas exteriores, por otra parte, cuando hay conductores aislados o desnudos, del tipo y de todas las dimensiones especificadas para el interruptor automático, conectados según las instrucciones del fabricante, si existen.
- Después de la sustitución de piezas intercambiables, teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación máxima admisibles.
- Teniendo en cuenta las deformaciones posibles debidas a los defectos de la temperatura, del envejecimiento, de los choques y de las vibraciones o a las condiciones de cortocircuito que el interruptor automático pueda tener que soportar.

D.3 DETERMINACION DE LAS DISTANCIAS DE AISLAMIENTO Y DE LAS LÍNEAS DE FUGA

Para la determinación de las distancias de aislamiento y de las líneas de fuga, se recomienda tener en cuenta los puntos siguientes:

D.3.1 Para la determinación de una línea de fuga, las ranuras de profundidad y de anchura iguales como mínimo a 2 mm se miden a lo largo de su contorno. Las ranuras que tengan una de sus dimensiones inferior a este valor y las que sean susceptibles de obstruirse por polvo se desprecian y sólo se mide la distancia en línea recta.

D.3.2 Para la determinación de una línea de fuga, los nervios de altura inferior a 2 mm se desprecian.
Las de altura igual como mínimo a 2 mm se miden:

- a lo largo de su contorno, si forman parte de una pieza de materiales aislantes (por ejemplo por moldeo o soldadura);
- siguiendo el camino más corto de los dos: longitud de la junta o perfil del nervio, si no forma parte integrante de una pieza de material aislante.

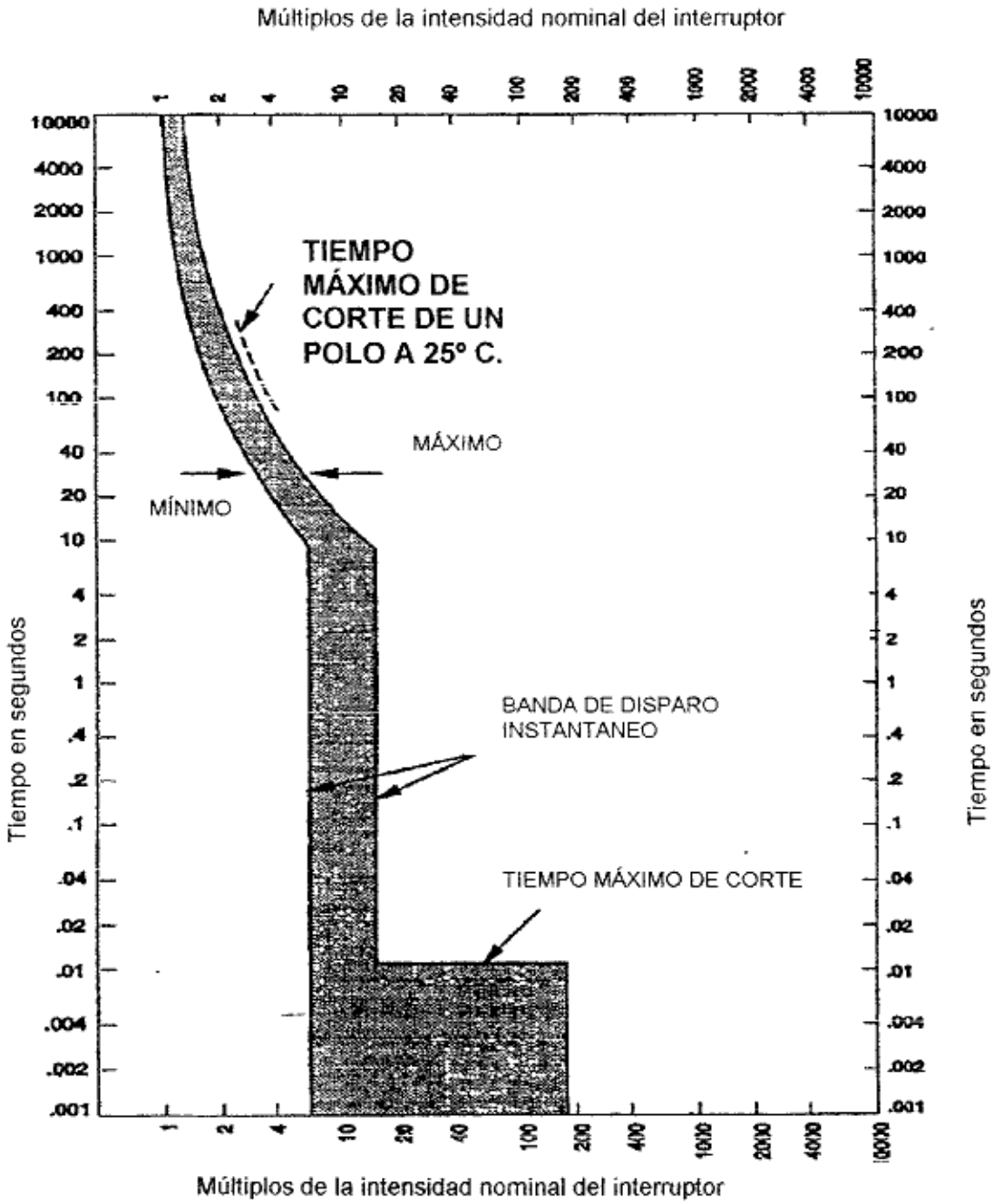
D.3.3 La aplicación de las recomendaciones precedentes se ilustra en los ejemplos 1 a 11del anexo F, de la NVC- 3653.

ANEXO E
Puntos que son objeto de acuerdo entre el fabricante y el usuario

NOTA- *En el marco de este anexo:*
- *La palabra "acuerdo" se entiende en un sentido muy amplio;*
- *La palabra "usuario" comprende las estaciones de ensayo.*

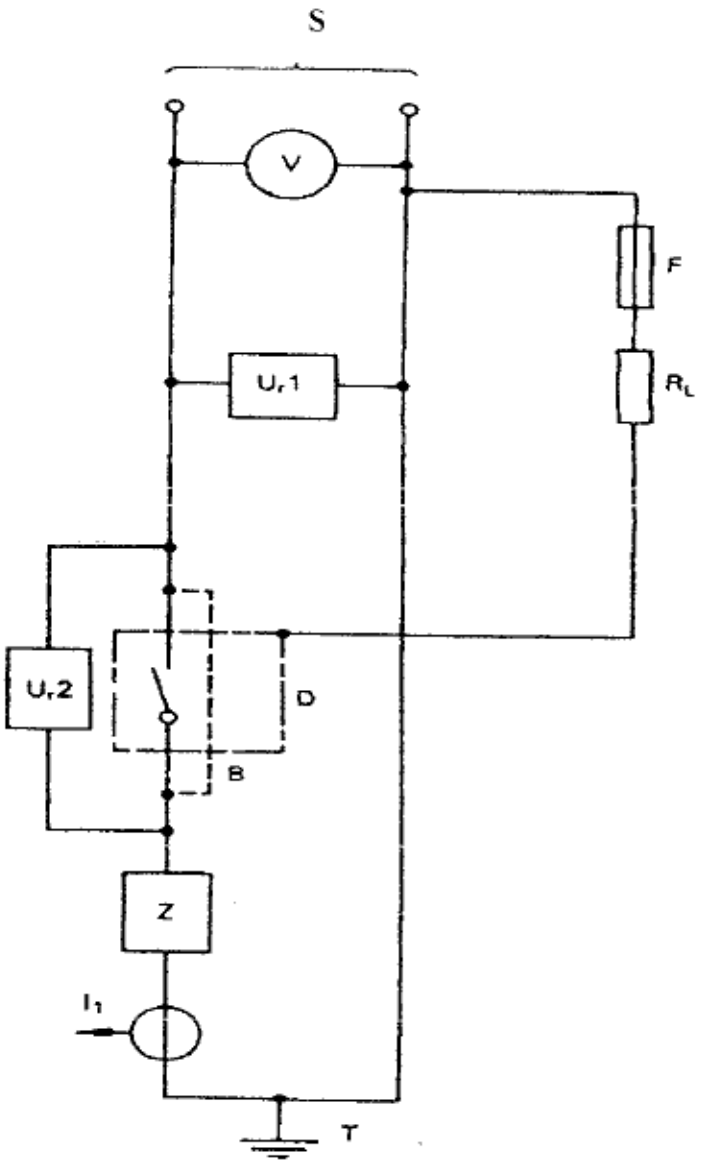
Número del capitulo numeral o tabla de esta norma	Punto
4.3	condiciones de servicio distintas de la normal.
4.3.1	interruptores previstos para su empleo a una temperatura del aire ambiente superior o inferior a 0° C y + 40° C.
4.3.1	interruptores previstos para su empleo a altitudes superiores a 2000 m..
4.4.1	condiciones de transporte y de almacenamiento, si difieren de aquellas precisadas en este numeral.
8.1.1	Ensayos de conformidad de fabricación y ensayos adicionales y/o especiales.
8.3.2.1.j	aumento del grado de severidad de un ensayo
8.3.2.2.2. y tabla 15	condiciones de ensayos más severas aceptación para el funcionamiento a 60 Hz de un interruptor ensayado a 50 Hz (o viceversa)..
8.3.2.2.6. Nota 3	aumento del limite superior de la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial
8.3.2.5.5	ensayo en corriente alterna de los interruptores previstos para corriente continua .
8.3.2.5.5	ensayo de los interruptores multipolares en corriente monofásica.
8.3.2.5.5 (iv)	disposiciones de las conexiones de ensayo para las intensidades de ensayo de valor superior a 3000 A.
tabla 10, nota 2	empleo de conductores de sección menor que las indicadas en la tabla 10
8.3.3.3.4 nota 3 8.3.2.6.2	condiciones de aceptación de una intensidad de defecto prevista menor de 1500 A b) en el circuito de ensayo para los ensayos de cortocircuito, puenteado de la inductancia sin hierro por una resistencia distinta de aquella definida en el numeral b).
8.3.2.6.2	c) esquema del circuito de ensayo para los ensayos de cortocircuito si es distinto de los dos de las figuras 8,9,10 ó 11 según el caso.
8.3.6.2 a) nota 8.3.6.2 b) nota	aumento del valor de la intensidad de ensayo para I_{cw} . verificación de la corriente alterna de la resistencia I_{cw} para los interruptores previstos para corriente continua, con corriente alterna.
tabla 14 (Nota 2)	regulación de los disparadores de sobrecarga con valores intermedios para los ensayos de cortocircuito

Número del capitulo numeral o tabla de esta norma	Punto
8.3.2.5.8	Métodos a seguir para los ensayos de calentamiento de los interruptores automáticos tetrapolares de intensidad térmica convencional superior a 63 A.
8.3.2.6.4	Valor de la intensidad de ensayo para los ensayos de cortocircuito de los interruptores automáticos tetrapolares en el cuarto polo
8.3.3.1.3 punto b)	Valores de la intensidad de ensayo para la verificación de las características tiempo/intensidad de tiempo inverso.
8.3.3.4 Nota	Aumento de la severidad de las condiciones de ensayo de funcionamiento en sobrecarga
8.3.3.7 Nota 1	Diferencia de tiempo admisible entre la verificación del calentamiento y la de los disparadores de sobrecarga en las secuencias de ensayo I y II.



Nota:
Para facilitar la comprensión de las curvas características de disparo de dispositivos de protección contra sobrecorrientes, se recomienda hacer gráficos de dichas curvas en papel graficado con dimensiones 56,1848 mm (2,212 pulgadas) por ciclo, tanto en las abscisas como en las ordenadas, en escala logarítmica.

Figura 1. Formato normalizado para la curva típica de las características tiempo/intensidad del disparador de sobrecorriente de un interruptor automático en caja moldeada



S = Fuente

U_R1, U_R2 = Captadores de tensión

V = Dispositivos de medida de tensión

F = Elemento fusible (numeral 8.3.3.3.4g)

Z = Circuito de carga(ver figura 7)

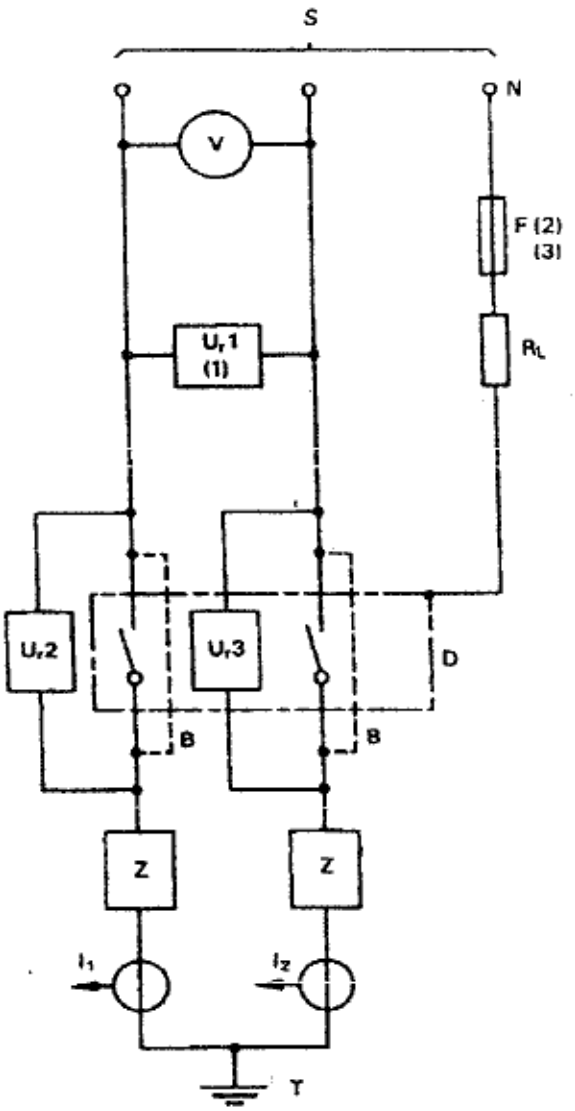
R_L = Resistencia de limitación de la intensidad de defecto (si aplica)

D = Interruptor en ensayo(con cables de conexión)

I_1 = Captador de intensidad

T = Tierra-Un solo punto de tierra(lado carga o lado fuente)

Figura 2 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte de un interruptor unipolar en corriente monofásica o en corriente continua.



S	= Fuente
U_r1, U_r2, U_r3	= Captadores de tensión
V	= Dispositivos de medida de tensión
N	= Neutro de la fuente(o neutro artificial)
F	= Elemento fusible (Ver 8.3.3.3.4 g)
Z	= Circuito de carga (Ver figura 7)
R_L	= Resistencia de limitación de la intensidad de defecto (si aplica)
D	= Interruptor en ensayo (con cables de conexión)
B	Conexiones provisionales de calibrado
I_1, I_2	= Captadores de intensidad

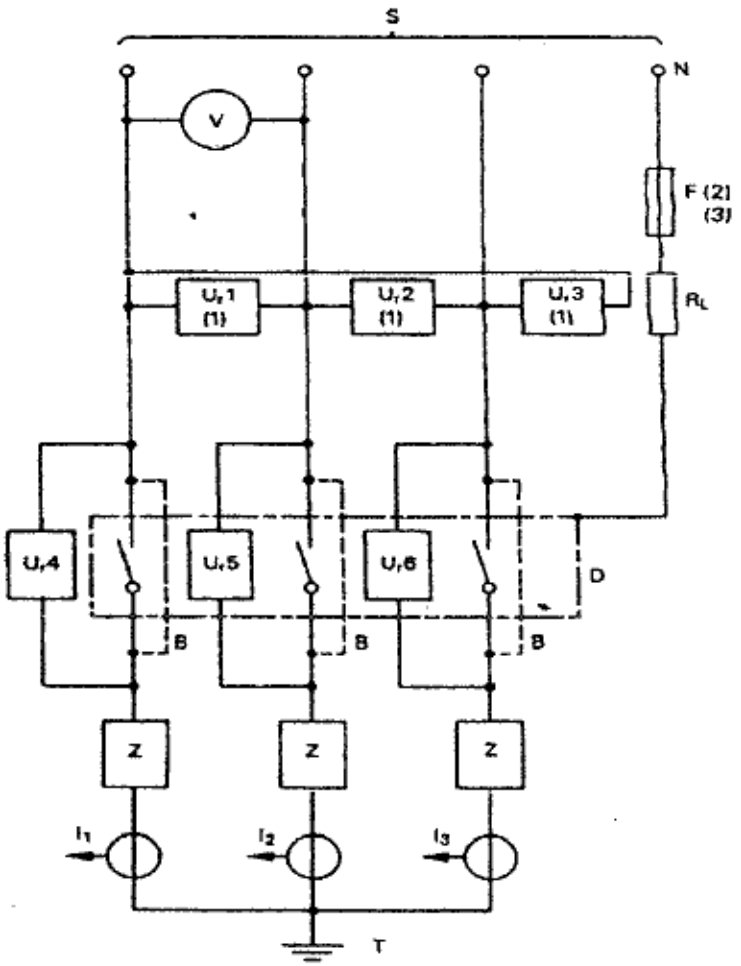
Notas:

1 *U_r1 puede, como variante, estar conectado entre fase y neutro*

2 *En el caso de interruptores destinados a emplearse en una red en que una fase está conectada a tierra, o cuando este esquema se emplea para el ensayo del polo neutro y del polo adyacente de un interruptor tetrapolar, F debe estar conectado a una fase de la alimentación.*
En el caso de la corriente continua, F debe estar conectado al negativo de la alimentación.

3 *En los Estados Unidos y en Canadá, F debe estar conectado:*
- *a una fase de la alimentación para los interruptores marcados con un solo valor de U_e;*
- *al neutro para los interruptores marcados con un doble valor de U_e (ver 5.2.1.1)*

Figura 3 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte de un interruptor bipolar en corriente monofásica o en corriente continua



S	= Fuente
U_r1, U_r2, U_r3 U_r4, U_r5, U_r6	= Captadores de tensión
V	= Dispositivos de medida de la tensión
N	= Neutro de la fuente (o neutro artificial)
F	= Elemento fusible (Ver 8.3.3.3.4g)
Z	= Circuito de carga (Ver figura 7)
R_L	= Resistencia de limitación de la intensidad de defecto
D	= Interruptor en ensayo (con cables de conexión)
B	= Conexiones provisionales de calibrado
I_1, I_2, I_3	= Captadores de intensidad
T	= Tierra – Un solo punto de tierra (lado carga o lado fuente)

Notas:

1 1 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} pueden, como variante, estar conectados entre fase y neutro

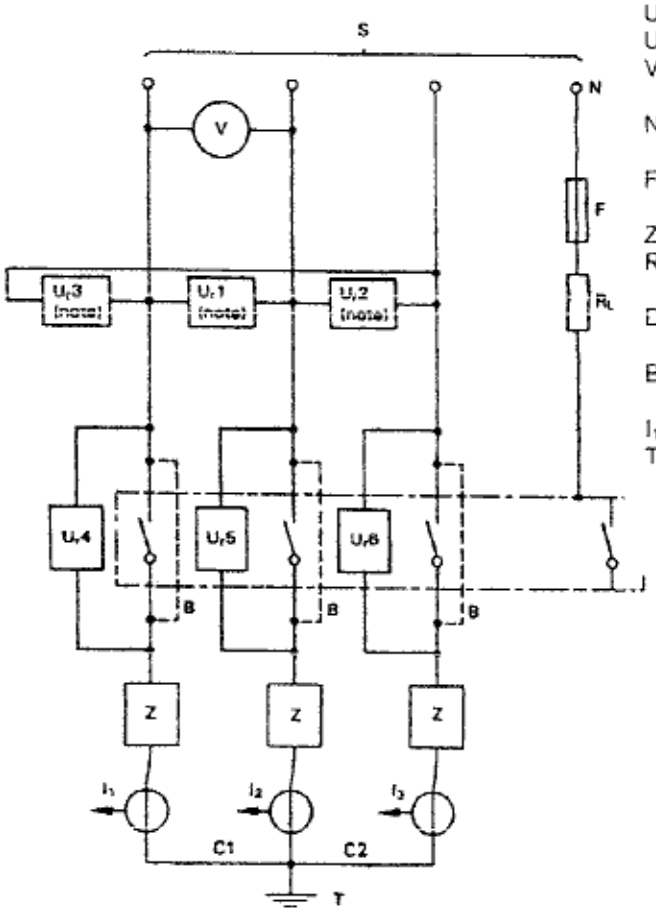
2 En el caso de interruptores destinados a emplearse en una red en que una fase está conectada a tierra, o cuando este esquema se emplea para el ensayo del polo neutro y del polo adyacente de un interruptor tetrapolar, F debe estar conectado a una fase de la alimentación.

3 En los Estados Unidos y en Canadá, F debe estar conectado:

- a una fase de la alimentación para los interruptores marcados con un solo valor de U_e

- al neutro para los interruptores marcados con un doble valor de U_e (ver 5.2.1.1).

Figura 4 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte de un interruptor tripolar.



S	= Fuente
U_r1, U_r2, U_r3 U_r4, U_r5, U_r6	= Captadores de tensión
V	= Dispositivos de medida de la tensión
N	= Neutro de la fuente (o neutro artificial)
F	= Elemento fusible (Ver 8.3.3.3.4g)
Z	= Circuito de carga (Ver figura 7)
R_L	= Resistencia de limitación de la intensidad de defecto
D	= Interruptor en ensayo (con cables de conexión)
B	= Conexiones provisionales de calibrado
I_1, I_2, I_3	= Captadores de intensidad
T	= Tierra – Un solo punto de tierra (lado carga o lado fuente)

***Nota**: U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} pueden, como variante, estar conectados entre fase y neutro*

Figura 5 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte de un interruptor tetrapolar

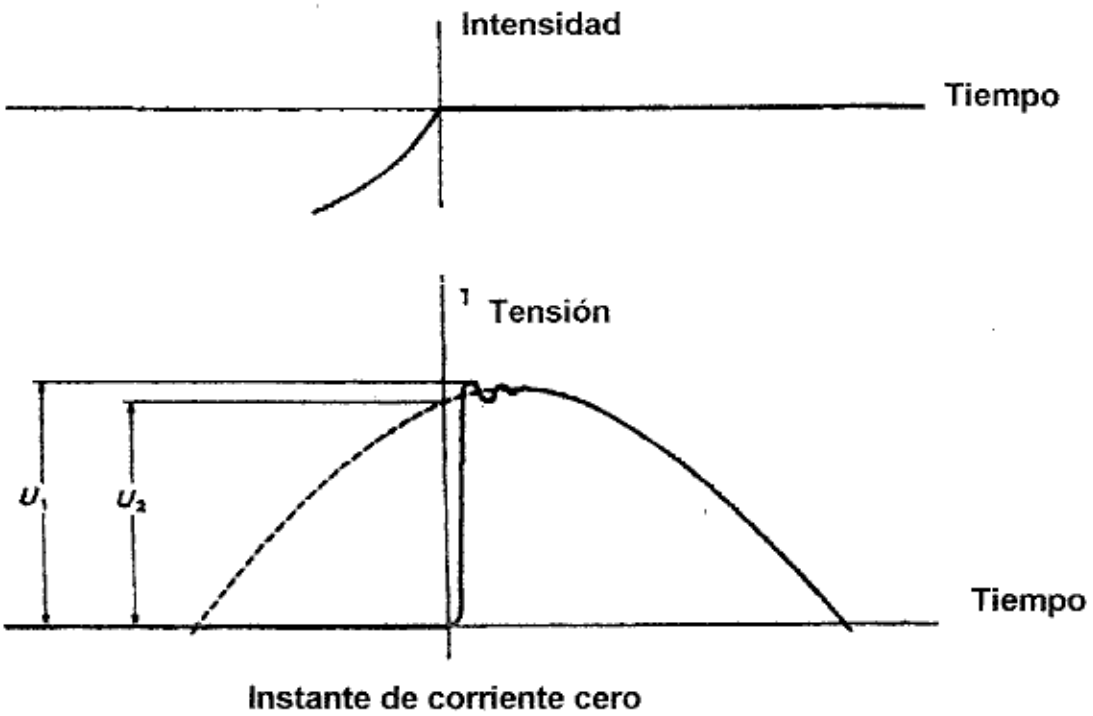
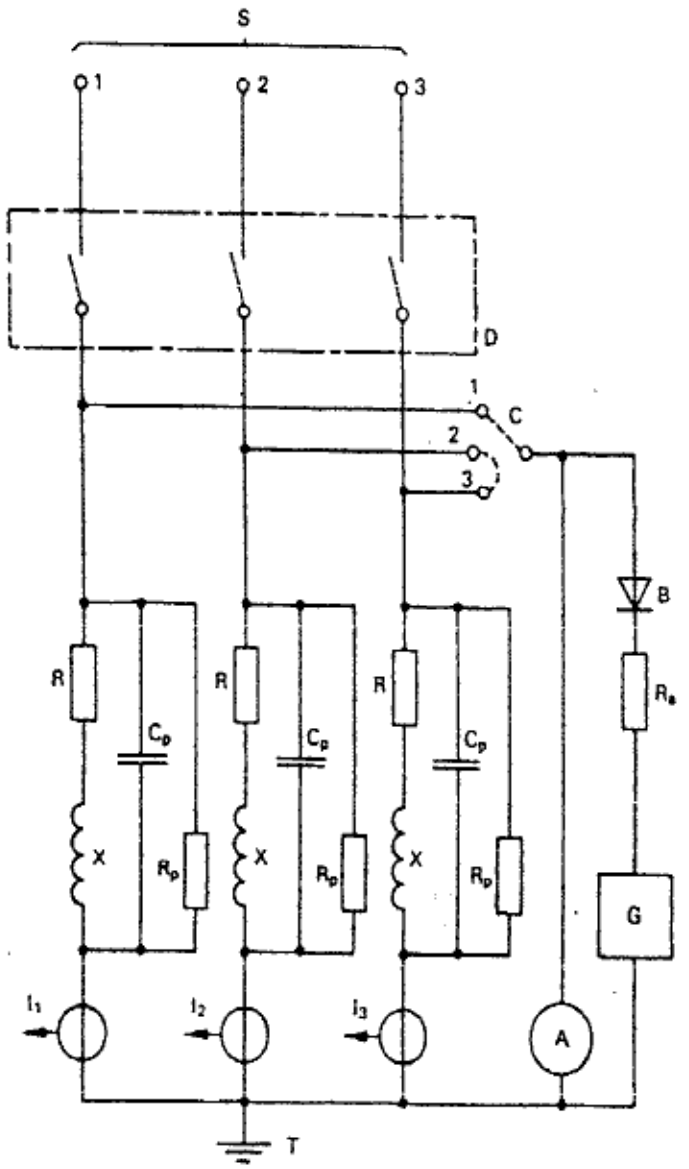


Figura 6 Representación esquemática de la tensión de restablecimiento entre los contactos de la primera fase que corta (Ver numeral 8.3.3.3.4.e) en las condiciones ideales.



S = Fuente

D = Interruptor en ensayo

C = Conmutador de ajuste de fases

B = Diodo

A = Registrador

R_a = Resistencia

G = Generador de alta frecuencia

R = Resistencia

X = Reactancia del circuito de carga (ver numeral 8.3.2.6.2. d)

R_p = Resistencia en paralelo

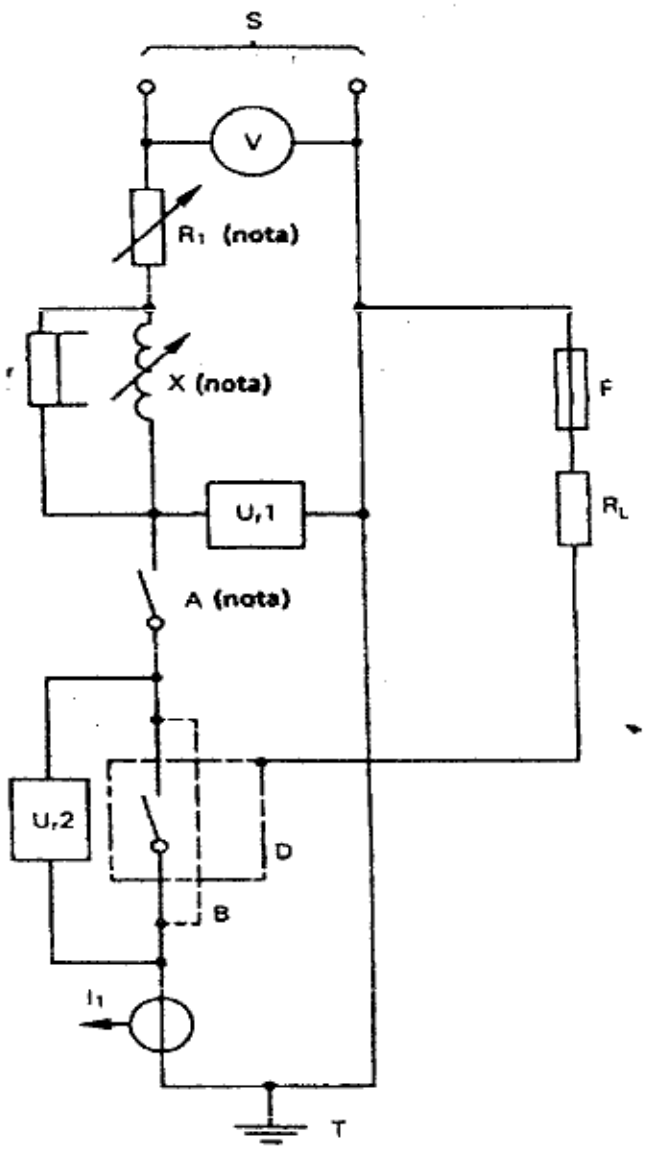
C_p = Condensador en paralelo

I_1, I_2, I_3 = Captadores de intensidad

Las posiciones relativas del generador de alta frecuencia (G) y del diodo (D) deben ser las que se indican.

Nota: *A título de ejemplo se han representado en la figura conexiones punteadas en la posición correspondiente a la regulación de la fase 1 en serie con las fases 2 y 3 conectados en paralelo.*

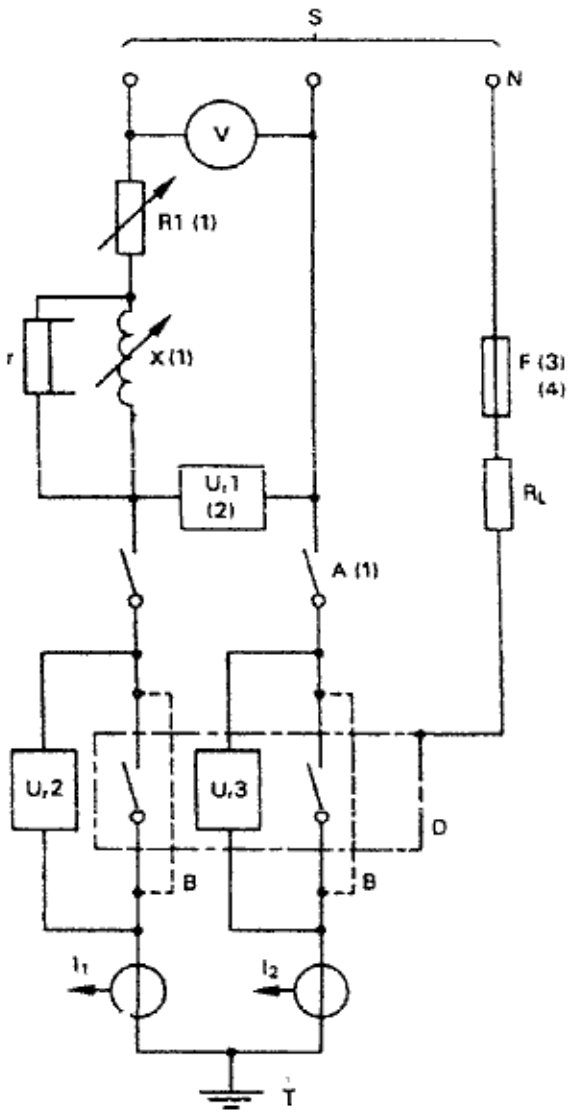
Figura 7 Esquema de un método de ajuste del circuito de carga.



S	= Fuente
U_r1, U_r2	= Captador de tensión
V	= Dispositivo de medida de tensión
A	= Dispositivo de conexión
R_1	= Resistencia ajustable
F	= Elemento fusible (ver punto 8..3.2.6.2.d)
X	= Reactancia ajustable
R_L	= Resistencia de limitación de intensidad de defecto (si aplica)
D	= Interruptor en ensayo(con cables de conexión)
B	= Conexión provisional de calibrado
I_1	= Captador de intensidad
T	= Tierra – Un solo punto de tierra (lado carga o lado fuente)
r	= Resistencia shunt (ver punto 8.3.2.6.2.b)

Nota: *Las cargas ajustables X y R_1 pueden estar dispuestas ya sea en la parte de alta tensión, o en la parte de baja tensión del circuito de alimentación, estando dispuesto el dispositivo de conexión A en la parte de baja tensión.*

Figura 8 Esquema de ensayo para la verificación del poder de cierre y de corte en cortocircuito de un interruptor automático unipolar en corriente monofásica o en corriente continua.



S	= Fuente
U_r1, U_r2, U_r3	= Captadores de tensión
V	= Dispositivo de medida de tensión
A	= Dispositivos de conexión
R_1	= Resistencia ajustable
N	= Neutro de la fuente (o neutro artificial)
F	= Elemento fusible (ver 8.3.2.6.2.d)
X	= Reactancia ajustable
R_L	= Resistencia de limitación de intensidad de defecto (si aplica)
D	= Interruptor en ensayo(con cables de conexión)
B	= Conexión provisional de calibrado
I_1, I_2	= Captadores de intensidad
T	= Tierra – Un solo punto de tierra (lado carga o lado fuente)
r	= Resistencia shunt (ver 8.3.2.6.2.b)

Notas:

1 *Las cargas ajustables X y R1 pueden estar dispuestas ya sea en la parte de alta tensión, o en la parte de baja tensión del circuito de alimentación, estando dispuesto el dispositivo de conexión A en la parte de baja tensión.*

2 *U_r 1 puede, como variante, estar conectado entre fase y neutro.*

3 *En caso de interruptores automáticos destinados a emplearse en una red en que una fase está conectada a la tierra, o cuando esta esquema se emplea para el ensayo del polo neutro y del polo adyacente de un interruptor automático tetrapolar, F debe estar conectado a una fase de alimentación.*

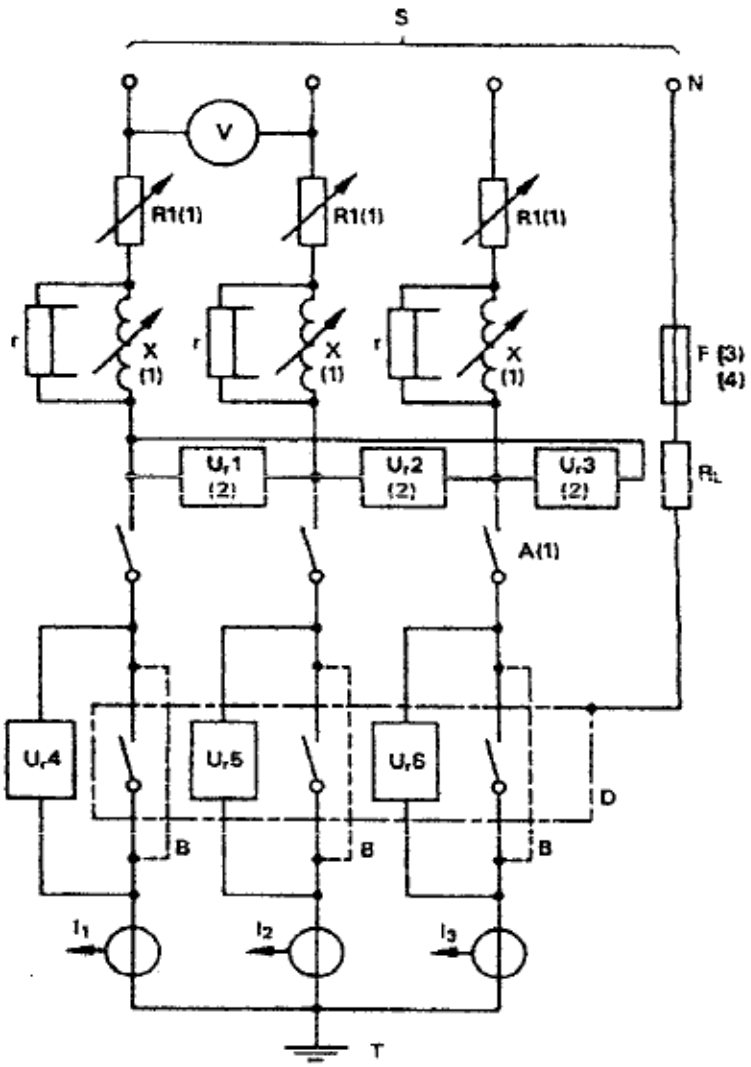
En el caso de la corriente continua, F debe estar conectado al negativo de la alimentación.

4 *En los Estados Unidos y en Canadá, F debe estar conectado:*

-a una fase de la alimentación para los interruptores automáticos marcados con un solo valor de U_e,

-al neutro para los interruptores automáticos marcados con un doble valor de U_e (ver 5.2.1.1) .

Figura 9 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte en cortocircuito de un interruptor automático bipolar en corriente monofásica o en corriente continua.



S	= Fuente
U_r1, U_r2, U_r3 U_r4, U_r5, U_r6	= Captadores de tensión
V	= Dispositivo de medida de tensión
A	= Dispositivo de conexión
R_1	= Resistencia ajustable
N	= Neutro de la fuente (o neutro artificial)
F	= Elemento fusible (Ver 8.3.2.6.2 d)
X	= Reactancias ajustables
R_L	= Resistencia de limitación de la intensidad de defecto
D	= Interruptor en ensayo (con cables de conexión)
B	= Conexiones provisionales de calibrado
I_1, I_2, I_3	= Captadores de intensidad
T	= Tierra – Un solo punto de tierra (lado carga o lado fuente)
r	= Resistencia Shunt (ver 8.3.2.6.2 b)

Notas:

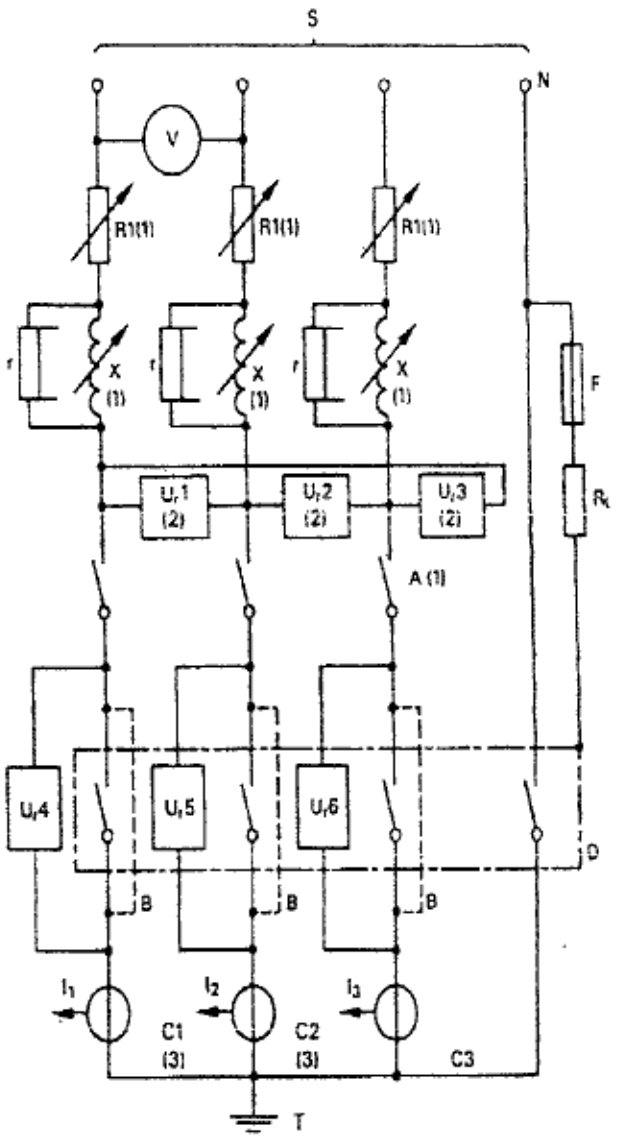
1 *Las cargas ajustables X y R1 pueden estar dispuestas ya sea en la parte de alta tensión, o en la parte de baja tensión del circuito de alimentación, estando dispuesto el dispositivo de conexión A en la parte de baja tensión.*

2 *U_r 1 puede, como variante, estar conectado entre fase y neutro.*

3 *En caso de interruptores automáticos destinados a emplearse en una red en que una fase está conectada a la tierra, o cuando esta esquema se emplea para el ensayo del polo neutro y del polo adyacente de un interruptor automático tetrapolar, F debe estar conectado a una fase de alimentación.*

4 *En los Estados Unidos y en Canadá, F debe estar conectado:*
a una fase de la alimentación para los interruptores automáticos marcados con un solo valor de U_e;
al neutro para los interruptores automáticos marcados con un doble valor de U_e (ver 5.2.1.1).

Figura 10 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte en cortocircuito de un interruptor automático tripolar.



S	= Fuente
U_r1, U_r2, U_r3 U_r4, U_r5, U_r6	= Captadores de tensión
V	= Dispositivo de medida de tensión
R_1	= Resistencias ajustables
N	= Neutro de la fuente (o neutro artificial)
F	= Elemento fusible (Ver 8.3.2.6.2.d)
X	= Reactancias ajustables
R_L	= Resistencia de limitación de la intensidad de defecto.
A	= Dispositivo en conexión
D	= Interruptor de ensayo (con cables de conexión)
B	= Conexiones provisionales de calibrado
I_1, I_2, I_3	= Captadores de intensidad
T	= Tierra – Un solo punto de tierra (lado carga o lado fuente)
r	= Resistencia Shunt (ver 8.3.2.6.2 b)

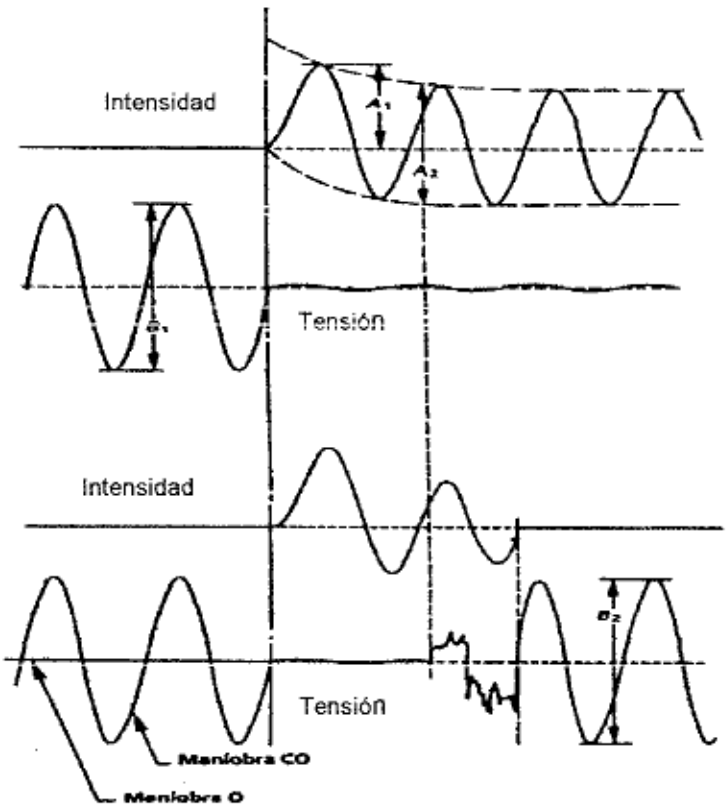
Notas:

1 *Las cargas ajustables X y R_1 pueden estar dispuestas ya sea en la parte de alta tensión, o en la parte de baja tensión del circuito de alimentación, estando dispuesto el dispositivo de conexión A en la parte de baja tensión.*

2 *U_r1, U_r2, U_r3 pueden conectarse, como variante, entre fase y neutro*

3 *Si se pide un ensayo suplementario entre el polo neutro y el polo adyacente, las conexiones C1 y C2 no se emplean*

Figura 11 Esquema de ensayo para la verificación de los poderes de cierre y de corte en cortocircuito de un interruptor automático tetrapolar.



a) = Calibrado del circuito

A_1 = Intensidad de cresta establec prevista

$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ = Intensidad cortada prevista simétrica (valor eficaz)

$\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$ = Tensión aplicada (valor efica

b) = Maniobra de O o de CO

$\frac{B_2}{2\sqrt{2}}$ = Tensión de fuente (valor efic

Poder de cierre (valor de cresta) = A_1 *

Poder de corte (valor eficaz) = $A_2 / 2\sqrt{2}$ *

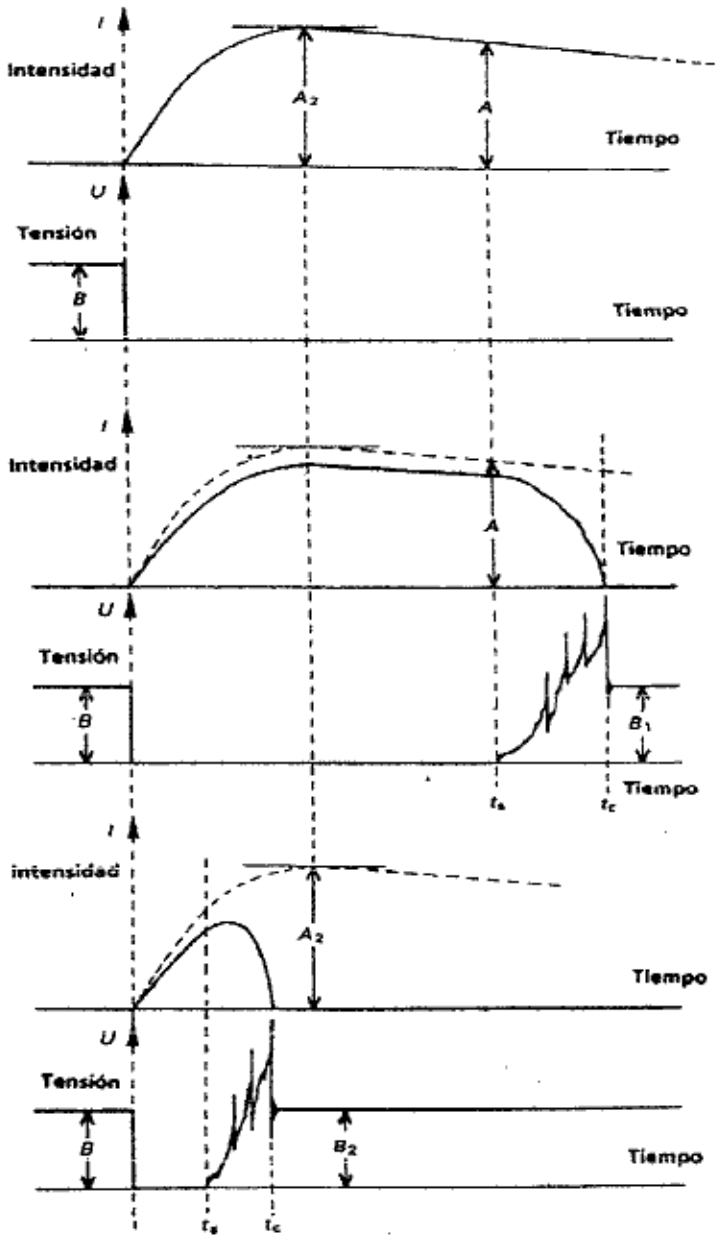
Nota:

1 *La amplitud de la gráfica de tensión, después de la iniciación de la intensidad de ensayo, varía según las posiciones relativas del dispositivo de conexión, de las impedancias ajustables de los captadores de tensión y según el esquema del circuito de ensayo.*

2 *Se supone que el instante de establecimiento es el mismo para el calibrado y para el ensayo.*

* *Ver 8.3.2.6.6 b) y c)).*

Figura 12 Ejemplo de registro de un ensayo de cierre o de corte en cortocircuito en el caso de un interruptor unipolar en corriente monofásica. (ver numeral 8.3.2.6.6)



a) Calibrado del circuito

Intensidad establecida prevista (valor de cresta) = A_2

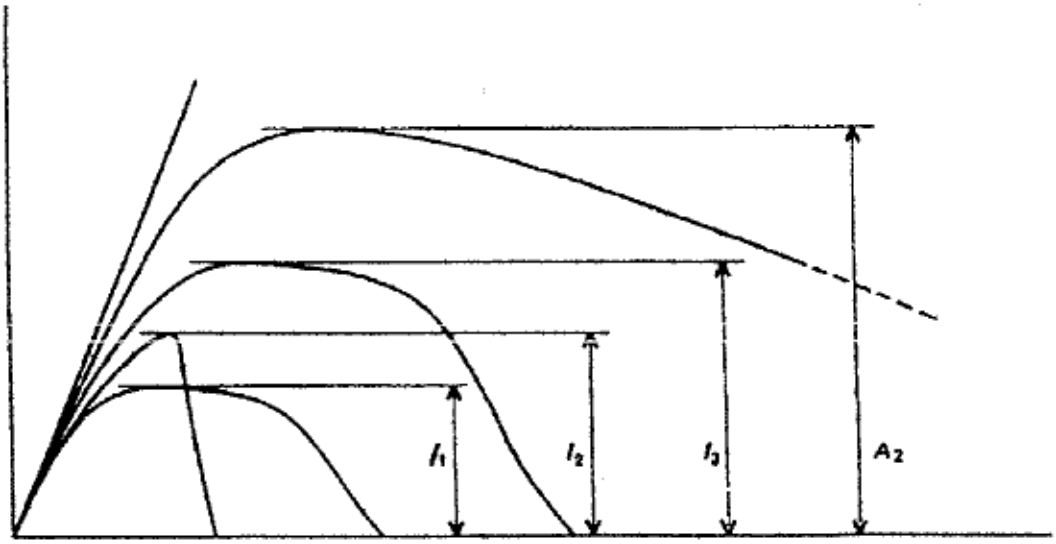
b) Oscilograma correspondiente a un corte que se produce después de que la intensidad haya sobrepasado su valor máximo.

Poder de corte en cortocircuito:
Intensidad I = A bajo tensión U = B_1
Poder de cierre en cortocircuito
Intensidad i = A_2 bajo tensión U = B

c) Oscilograma correspondiente a un corte que se produce antes de que la intensidad haya sobrepasado su valor máximo.

Poder de corte en cortocircuito:
Intensidad I = A_2 bajo tensión U = B_2
Poder de cierre en cortocircuito
Intensidad i = A_2 bajo tensión U = B

Figura 13 Verificación de los poderes de cierre y de corte en cortocircuito en corriente continua (ver 8.3.2.6.6)



I_1 Primer calibrado

I_2 Intensidad realmente cortada

I_3 Segundo calibrado

A_2 Poder de corte

Figura 14 Determinación de la intensidad cortada prevista en el caso en que el primer calibrado del circuito de ensayo se ha realizado a una intensidad inferior al poder asignado de corte (ver 8.3.2.6.6 b).

COVENIN
2495:2001

CATEGORÍA
G

CODELECTRA

Comité de Electricidad de Venezuela

Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque
Boyacá, Torre Centro, Piso 5, Oficina 51, Caracas.
Teléfonos: 285-28-67/77-74 Fax: 285-47-87
E-mail: codelectra@codelectra.org
Página Web: w.w.w.codelectra.org

ICS: 29.120.40
ISBN: 980-06-2742-1

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Interruptor. Interruptor en caja moldeada, interruptor unipolar. Interruptor multipolar, interruptor automático. Interruptor no automático.

BIBLIOTECA NACIONAL
PUBLICACIONES
CARACAS - VENEZUELA