



PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE

AUTOR: Ing. Orlando Machado Fernández

VI JORNADA ELECTROTÉCNICA DEL CEC



INTRODUCCIÓN:

Nuestra conferencia comprenderá los siguientes aspectos:

- 1.- Protección contra las sobrecorrientes (NC IEC 60364-4-43).**
- 2.-Protección contra los choques eléctricos (NC IEC 60364-4-42).**
- 3.-Aparamenta de baja tensión (IEC 60947-2, IEC 60898, IEC 60947-3, IEC 60947-4-1).**



1.- PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECORRIENTES.

Los dispositivos que aseguran a la vez, protección contra las corrientes de sobrecarga y las corrientes de cortocircuito pueden ser:

- Interruptores automáticos con relé de sobrecarga.
- Interruptores automáticos asociados con cortacircuito fusibles.

La Norma NC IEC 60364-4-43 exige la verificación de las siguientes condiciones para garantizar la protección de los conductores contra las corrientes de sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45I_z$$

Donde:

I_b : Intensidad de utilización

I_n : Intensidad asignada.

I_z : Intensidad máxima que puede atravesar ininterrumpidamente un conductor en una forma de instalación dada.

I_f : Intensidad convencional de desconexión más retrasada del interruptor automático.

Al establecerse en la IEC 60947-2 que:

$$I_f = 1.3 I_n, t < 1h (I_n \leq 63A), t < 2h (I_n > 63A),$$

Resulta innecesario chequear la segunda condición.

La Norma NC IEC 60364-4-43 exige que todo dispositivo de protección contra los cortocircuitos debe cumplir las siguientes dos condiciones:

1.-Poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en al punto donde está instalado salvo que tenga otro aparato protector instalado por delante con el poder de corte suficiente. En ese caso las características de ambos debe estar coordinada para que la energía que dejan pasar ambos no afecte al dispositivo situado por detrás y las canalizaciones que ambos protegen.

2.-El tiempo de corte de la corriente de cortocircuito en cualquier punto del circuito no debe exceder el tiempo que tardan los conductores en alcanzar la temperatura máxima admisible. Para cortocircuitos de una duración t como máximo de 5 segundos la duración necesaria para que la corriente de cortocircuito eleve la temperatura de los conductores desde la temperatura máxima admisible en operación normal al valor límite puede calcularse por la siguiente fórmula:

$$I^2 t = K^2 S^2$$

Donde:

- I: Corriente de cortocircuito en cualquier punto del circuito.
- K: Factor de acuerdo al tipo de conductor y material aislante.
- S: Sección del conductor.

La condición antes indicada sólo necesita ser verificada en la fuente de alimentación del conductor ($I_{cc\ max}$) si el mismo está protegido por un interruptor automático con protecciones contra sobrecarga y cortocircuito.

Si el conductor está protegido por un interruptor automático con protección sólo contra cortocircuitos, la condición antes indicada debe ser verificada tanto para la $I_{cc\ max}$ en la cabeza de la alimentación como para la $I_{cc\ min}$ en el extremo del conductor.

MÁXIMA LONGITUD PROTEGIDA CONTRA CORTOCIRCUITO:

$$L_{\max} = 15 \times U \times S / 1.2 \times I_{cc \text{ min}}$$

Donde:

L_{\max} : Máxima longitud de cable protegida

$I_{cc \text{ min}}$: Corriente de cortocircuito en el extremo del conductor o simplemente valor de disparo magnético del interruptor automático.

S : Sección del conductor en mm^2 .

1.2: 20% de tolerancia admisible al valor de disparo magnético del interruptor automático.

2.- PROTECCIÓN CONTRA LOS CHOQUES ELÉCTRICOS.

La protección de las personas, animales o bienes contra los choques eléctricos por contacto directo o indirecto puede proporcionarse mediante”:

- Una medida que combine la protección contra el contacto directo y el indirecto
- La combinación de una medida contra contacto directo y una medida contra el contacto indirecto.

Las medidas que combinan la protección contra el contacto directo y el indirecto son:

- Extra baja Tensión de Seguridad (ETBS).
- Limitación de la energía de descarga (actualmente en estudio).

Las medidas de protección contra el contacto directo son:

- Aislamiento de las partes activas.
- Barreras o envolventes.
- Obstáculos.
- Colocación fuera del alcance.
- El empleo de un dispositivo de corriente diferencial residual con corriente asignada de funcionamiento menor o igual a 30 mA se considera una medida de protección complementaria.

Las medidas de protección contra el contacto indirecto son:

- Desconexión automática de la alimentación.
- Materiales de la Clase II o con un aislamiento equivalente.
- Emplazamiento no conductor.
- Conexión equipotencial local sin puesta a tierra.
- Segregación eléctrica.

DESCONEXIÓN AUTOMÁTICA DE LA ALIMENTACIÓN.

Sistema TN:

Las características de los dispositivos de protección y las impedancias de los circuitos deben ser tales que:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

U_o (V)	Tiempo de Interrupción (s)
120	0.8
230	0.4
277	0.4
400	0.2
>400	0.1

Z_s: Impedancia del bucle de defecto.

U_o: Tensión entre fase y tierra

I_a: Corriente que hace operar el interruptor automático en el tiempo indicado en la tabla anexa en función de U_o.

En el sistema **TN** pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección vs. sobrecorrientes.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual siempre que no se utilice en un sistema **TN-C**, ó, en un sistema **TN-C-S** se separe el conductor PEN en N y PE antes del interruptor diferencial y no vuelva a unirse en lo adelante.

Sistema TT:

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R_A \times I_A \leq 50V$$

Donde:

R_A : Suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_A : Corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo automático de protección. Cuando se utiliza un dispositivo de protección diferencial-residual será la corriente diferencial asignada de operación.

En el sistema **TT** pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección contra sobreintensidades.

Notas:

1.- Los dispositivos de protección contra las sobreintensidades sólo son utilizables para proteger contra contacto indirecto en el esquema **TT** únicamente si las resistencias R_A de las tomas de tierra son muy bajas.

2.- La utilización de dispositivos de tensión de defecto no está excluida.

Sistema IT:

Después de la aparición de un primer defecto, las condiciones de interrupción de la alimentación ante un segundo defecto deben ser las siguientes:

- a) Cuando se pongan a tierra masas por grupos o individualmente las condiciones de protección son como para el sistema **TT**.
- b) Cuando las masas sean interconectadas mediante un conductor de protección, puestas colectivamente a tierra se cumplen las condiciones del sistema **TN**.

Si el Neutro está no distribuido:

$$Z_s \leq \sqrt{3} \times U / 2 \times I_a$$

Si el Neutro está distribuido:

$$Z's \leq U_o / 2 \times I_a$$

Donde:

U_o:Tensión nominal fase neutro.

U: Tensión entre fases.

Z_s: Impedancia bucle de defecto conductor de fase – conductor de protección.

Z's: Impedancia bucle de defecto conductor neutro – conductor de protección.

I_a: Corriente que hace operar el dispositivo en el tiempo t de la siguiente tabla.

Tiempos máximos de interrupción en el esquema IT (Segundo Defecto)

Tensión Nominal en la Instalación U _o /U (V)	Tiempo de Interrupción (s)	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido
120-240	0.8	5
230/400	0.4	0.8
400/690	0.2	0.4
580/1000	0.1	0.2

En el sistema **IT** pueden utilizarse los dispositivos de protección y control siguientes:

- Controladores permanentes del aislamiento.
- Dispositivos de protección contra sobreintensidades.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

3.-APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.

Reglas Generales. IEC 60947-1.

Seccionamiento: Función destinada a asegurar la puesta fuera de tensión de toda o parte de una instalación, separando toda la instalación o una parte de ella de toda fuente de energía eléctrica.

Aparato de conexión: Aparato destinado a establecer o a interrumpir la corriente en uno o varios circuitos.

Seccionador: Aparato mecánico de conexión que cumple, en posición de apertura, los requisitos especificados para la función de seccionamiento.

Interruptor: Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, de soportar y de interrumpir corrientes en las condiciones normales de circuito, comprendidas eventualmente las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio, así como soportar durante un tiempo determinado corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito tales como las de cortocircuito.

Interruptor – seccionador: Interruptor que en posición de apertura, satisface las condiciones de aislamiento especificadas para un seccionador.

Interruptor automático: Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, de soportar y de interrumpir, así como de establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir corriente en condiciones anormales especificadas del circuito tales como las de cortocircuito.

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS (IEC 60947-2)

Se han introducido nuevos conceptos para designar las características de los interruptores automáticos:

Poder asignado de corte último en cortocircuito:

Es el máximo poder asignado de corte en cortocircuito de un interruptor automático con la tensión asignada de empleo. Su verificación se realiza según la secuencia de maniobras O-t-CO. Después de la verificación de cortocircuito han de demostrarse las propiedades dieléctricas para la tensión asignada de empleo y la función de los disparadores térmicos, siendo tolerable una prolongación limitada del tiempo de disparo.

Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito

Ics:

Su valor es menor que el **Icu**. Corresponde a un porcentaje del **Icu** establecido en la norma. Su verificación se realiza con la secuencia de maniobras O-t-CO-t-CO, es decir, con una secuencia conexión/desconexión más que el **Icu**. Después de la verificación se han de comprobar las propiedades dieléctricas de los disparadores térmicos.

Relación entre Ics e Icu

Categoría de uso A % del Icu	Categoría de uso B % del Icu
25	-
50	50
75	75
100	100

Intensidad asignada de corta duración I_{cw} :

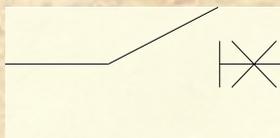
El fabricante deberá especificar el I_{cw} de los interruptores selectivos con retardo de corta duración. El retardo de corta duración en la intensidad asignada de corta duración ha de ser com o mínimo 0,05 s. Los valores preferentes son:

0,05 s – 0,1 s – 0,25 s – 0,5 s – 1 s

Intensidad asignada I_n (A)	Intensidad asignada de corta duración I_{cw} Valores mínimos (kA).
$I_n \leq 2500$	12 I_n , como mínimo 5 kA
$I_n > 2500$	30 kA

Categorías de Uso	Idoneidad para Selectividad
A	<p>Interruptor automático no especialmente diseñado para selectividad en condiciones de cortocircuito frente a dispositivos de cortocircuito conectados en serie en la parte de la carga. Carecen de intensidad asignada de corta duración.</p>
B	<p>Interruptor automático especialmente diseñado para selectividad en condiciones de cortocircuito frente a dispositivos de cortocircuito conectados en serie en la parte de la carga. Tienen intensidad asignada de corta duración.</p>

Los interruptores automáticos con funciones de seccionador son apropiados para seccionar circuitos eléctricos, han de tener la siguiente marca gráfica:



Coordinación de las protecciones:

La coordinación de las protecciones incluye tanto la coordinación serie (back up) como a la coordinación selectiva.

La coordinación selectiva puede realizarse mediante:

- Coordinación amperimétrica.
- Coordinación por retardo de tiempo.
- Coordinación por energía pasante.

Protecciones de operación por corriente diferencial residual.

Las protecciones diferenciales pueden ser de acuerdo a su clase:

Clase AC: Para corriente de defecto alterna senoidal.

Clase A: Para corriente defecto continuas pulsantes

Clase B: Para corriente de defecto de semionda con superposición de una corriente de defecto continua alisada de 6 mA. Este tipo de corriente de defecto puede ser resultado de circuitos con rectificadores.

Tiempo de Respuesta de las Protecciones Diferenciales

<p>Clase AC y A C. Alterna</p>	<p>Clase A C. Pulsante</p>
<p>0.5 $I_{\Delta n}$, $t = \infty$ 1 $I_{\Delta n}$, $t \leq 300$ ms 2 $I_{\Delta n}$, $t \leq 150$ ms 5 $I_{\Delta n}$, $t \leq 40$ ms</p>	<p>0.35 $I_{\Delta n}$, $t = \infty$ 1.4 $I_{\Delta n}$, $t \leq 300$ ms 2.8 $I_{\Delta n}$, $t \leq 150$ ms 7 $I_{\Delta n}$, $t \leq 40$ ms</p>

Contactores y Arrancadores de Motor.

Categorías de uso para Corriente Alterna

AC-1: Carga no inductiva.

AC-2: Motores trifásicos, Arrancar y Desconectar.

AC-3: Motores jaula de ardilla, Arrancar, Desconectar y Durante la Marcha.

AC-4: Motores jaula de ardilla, arrancar, frenar por contracorriente, invertir, pulsar.

Clases de disparo de relé de sobrecarga térmica, magnéticos o electrónicos con retardo de tiempo.

Clase de disparo	Tiempo de disparo T_p en segundos con una intensidad de regulación de 7.2 veces.
10A	$2 < T_p \leq 10$
10	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$8 < T_p \leq 30$

Clases de Dispositivo de Protección contra Cortocircuitos.

Clase 1: Contactor o arrancador no debe poner en peligro ni a personas ni al equipo en caso de cortocircuito. No es necesario que funcione posteriormente. Se requiere sustitución de piezas.

Clase 2: Contactor o arrancador no debe poner en peligro ni a personas ni al equipo en caso de cortocircuito. Es necesario que funcione posteriormente. Se permite una ligera soldadura de los contactos.