

Instalaciones Eléctricas – Examen 2-2-24

Indicaciones:

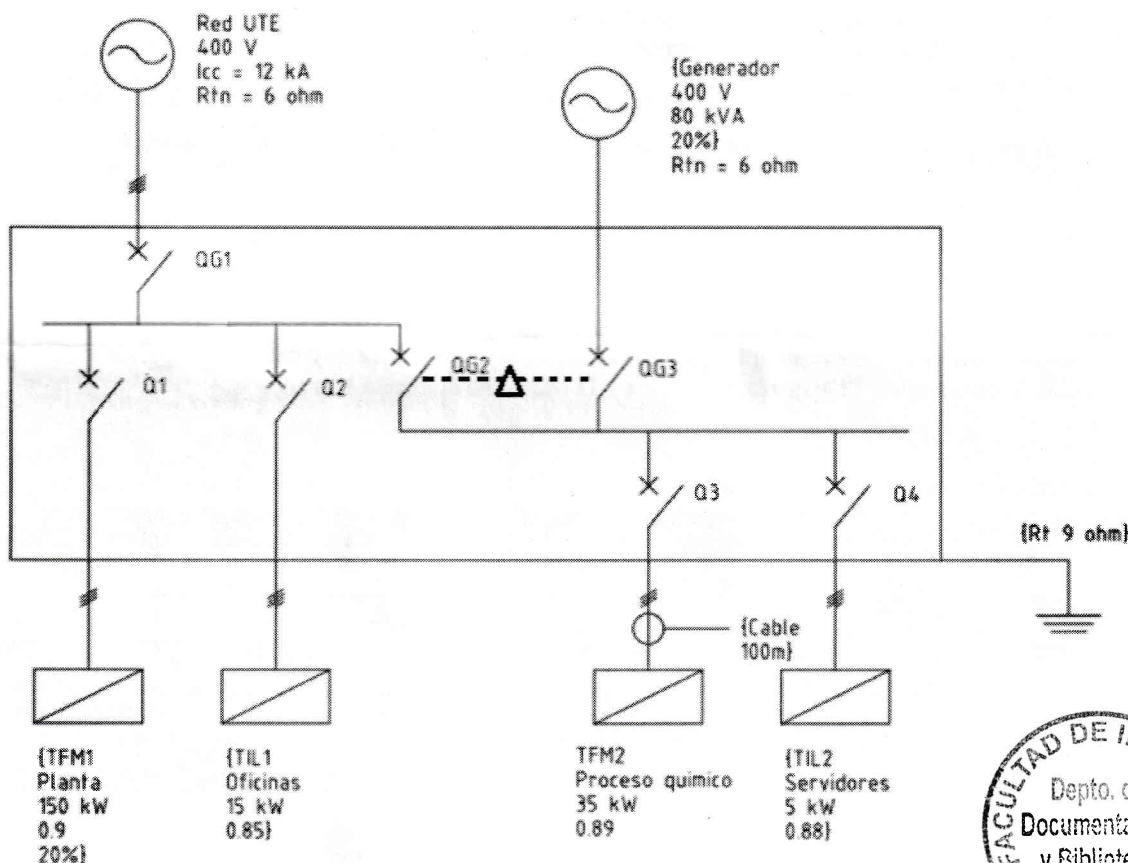
- Escribir nombre y CI en todas las hojas.
- Numerar todas las hojas con el formato x/y, siendo “x” el n° de hoja actual e “y” el n° total de hojas.
- Comenzar a responder cada pregunta y ejercicio en una hoja nueva. Escribir solamente de un lado de cada hoja.
- Entregar las hojas dobladas por pregunta/ejercicio y con el nombre visible.
- El uso de teléfono y/o cualquier material durante el transcurso de la prueba conllevará a la inmediata anulación de la misma.

Condiciones mínimas de aprobación:

1. Obtener al menos un 75% del puntaje total del ejercicio, y
2. Obtener al menos un 75% del puntaje en 2 de las 3 preguntas u obtener un 50% en cada una de las 3 preguntas.

Ejercicio

Se tiene una instalación eléctrica que se alimenta en BT como muestra el unifilar de la figura. La planta cuenta con áreas de proceso y de oficinas. Cuenta con una barra segura que alimenta la sala de servidores y una línea de proceso que no puede quedar sin energía ya que el producto se perdería completamente.



Datos:

- $\rho_{cu} = 0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ $x_{cu} = 0.1 \text{ m}\Omega/\text{m}$

- $X_m = 20\%$

- Resistencia de PAT de la instalación de BT: $R_t = 9 \text{ Ohm}$

- Método de instalación del cable de la salida Q3: Instalado en bandeja perforada horizontal (Método E), junto con otros 3 circuitos. Temperatura ambiente 30°C

- Valores de constante K según conductor y aislación:

Metal	Aislamiento	K
Cobre	PVC	115
	EPR / XLPE	135
Aluminio	PVC	74
	EPR / XLPE	87

- Tiempos de apertura de protección diferencial según IEC 1008:



Tipo	$I\Delta n$	$2.I\Delta n$	$5.I\Delta n$	500A
Gral	0.3s	0.15s	0.04s	0.04s

Valores normalizados de calibre de protección diferencial: 20mA, 30mA, 50mA, 80mA, 100mA

Tabla 5: Tiempos máximos de seguridad en función de la tensión de contacto y de las condiciones de humedad		
Tensión de contacto (V)	Tiempos máximos (s)	
	Estado seco	Estado mojado
25	∞	∞
50	∞	0,48
75	0,60	0,30
90	0,45	0,25
120	0,34	0,18
150	0,27	0,12
220	0,17	0,05
280	0,12	0,02
350	0,08	-
500	0,04	-

- De todos los interruptores nombrados en el tablero general (TG), indique y calcule:
 - ¿Cuál tiene el requerimiento de PdC más alto?
 - ¿Cuál tiene el requerimiento de PdC más bajo?
 Despreciar todos los cables.
- Para el circuito desde TG hasta TFM2 seleccionar el cable por corriente admisible y caída de tensión. Considere aislación XLPE, conductor Cu.
- Seleccionar la protección termomagnética Q3 para dicha salida. Re-diseñar el cable de ser necesario. Indicar: modelo, número de polos, PdC, In y valor de Im.
- Para cada salida del TFM2 se necesita asegurar la protección contra contactos indirectos. Se puede despreciar las impedancias de los cables que alimentan TFM2. Explique cómo haría y calcule los parámetros que se deben cumplir los elementos. Se considera el área del TFM2 como ambiente húmedo.

Catálogo de cables

INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

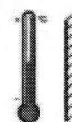
Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C							
A2		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C							
B1				PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C				
B2			PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C						
C					PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C			
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
F							PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C	
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	118	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	250	278	299	322	343	363	404	436
	185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590
	300	259	285	311	349	390	423	461	510	547	580	674	713



Handwritten signature and initials.

Factor de corrección por temperatura

Aislamiento	Temperatura ambiente (θ_a) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78



Factor de corrección agrupamiento

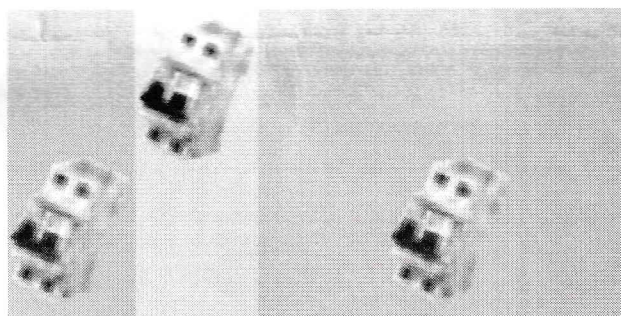
Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multicónductores									
		1	2	3	4	5	9	12	16	20	
1	Empotrados, embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o conducto) o grapados sobre una superficie al aire	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	



Catálogo de interruptores

System pro M compact® General features and breaking capacities

NOTE: All the MCBs of S200 series present two values of breaking capacities marked on the product:
on the front I_{cn} according to IEC/EN 60898
on the side I_{cs}/I_{cs} according to IEC/EN 60947-2
dependig on the rated current.
Value of breaking capacity of S2 K, Z characteristics marked on the front of the MCBs, refers to the standard VDE 0660.



Series	S 200	S 200 M	S 200 P		
Characteristics	B,C,D,K,Z	B,C	B,C,D,K,Z	B,C,D,K,Z	B,C,D,K,Z
Rated current [A]	$0,5 \leq I_n \leq 63$	$0,5 \leq I_n \leq 63$	$0,5 \leq I_n \leq 25$	$32 \leq I_n \leq 40$	$50 \leq I_n \leq 63$
Breaking capacity [kA]					
Reference standard					
IEC 23-3/EN 60898 I_{cn}	6	10	25	15	15
poles					
U_e [V]	230/400				

Las Corrientes nominales MCBs:

I_n [A]
6
10
13
16
20
25
32
40
50
63



3/17

Curvas de disparo

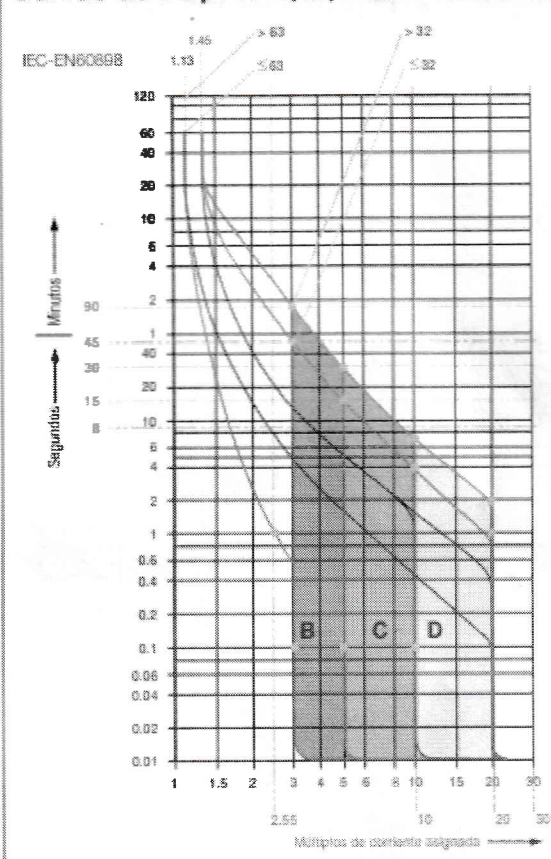
Norma	Curva de disparo y corriente asignada	Disparo térmico ^①		Tiempo de disparo	Disparo electromagnético ^②		Tiempo de disparo
		Intensidad de prueba: Intensidad de no disparo	Intensidad de disparo		Intensidad de prueba: Intensidad de no disparo	Intensidad de disparo	
IEC/EN 60898	B 0,5...63 A	1.13 · I _n	1.45 · I _n	> 1 h < 1 h	3 · I _n	5 · I _n	> 0.1 s < 0.1 s
	C 0,5...63 A	1.13 · I _n	1.45 · I _n	> 1 h < 1 h	5 · I _n	10 · I _n	> 0.1 s < 0.1 s
	D 0,5...63 A	1.13 · I _n	1.45 · I _n	> 1 h < 1 h	10 · I _n	20 · I _n	> 0.1 s < 0.1 s
DIN VDE 0660/9.82	K 0,5...63 A	1.05 · I _n	1.2 · I _n	> 1 h < 1 h	No aplicable		
IEC/EN 60947-2 DIN VDE 0660 8/69 Apartado 101		1.05 · I _n	1.2 · I _n	> 2 h < 1 h ^③ < 2 min ^③ > 2 s (T1)	8 · I _n	12 · I _n	> 0.2 s < 0.2 s
DIN VDE 0660/9.82	Z 0,5...63 A	1.05 · I _n	1.2 · I _n	> 1 h < 1 h	No aplicable		
IEC/EN 60947-2 DIN VDE 0660 8/69 Apartado 101		1.05 · I _n	1.2 · I _n	> 2 h < 1 h ^③ < 2 min ^③ > 2 s (T1)	2 · I _n	3 · I _n	> 0.2 s < 0.2 s

① Los valores de disparo indicados de los aparatos de disparo electromagnéticos se aplican a un intervalo de frecuencias de 16 2/3...60 Hz. En el caso de frecuencias divergentes o corriente continua, ver sección "Variación del umbral de disparo en función de la altitud y de la frecuencia de la red" (página 67)

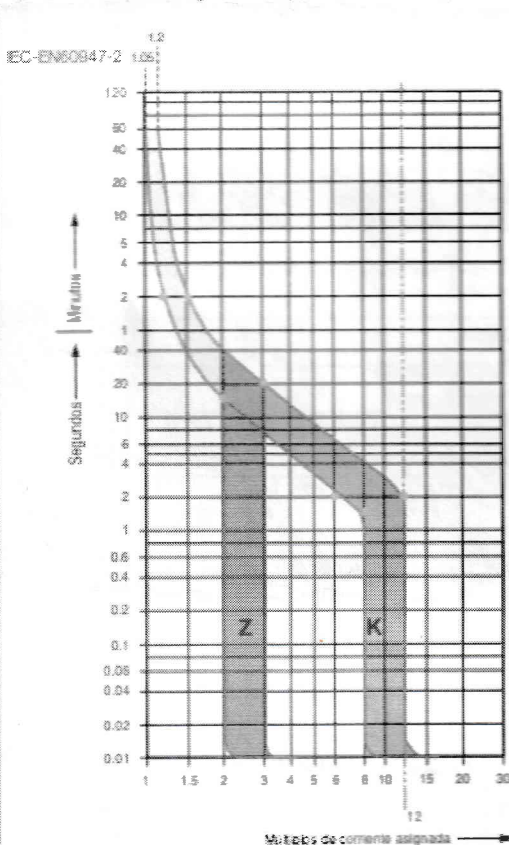
② El valor nominal de la intensidad de un interruptor automático está referida a 20 °C para interruptores con curvas de disparo K y Z y de 30 °C para aquellos con curvas B, C, y D. En el caso de temperaturas ambiente superiores, los valores nominales de la intensidad disminuyen aprox. en un 5 % por cada subida de 10 °C de temperatura.

③ A partir de la temperatura de funcionamiento (después de I_n > 1 h o, según el caso, 2 h).

Curvas de disparo B, C, D

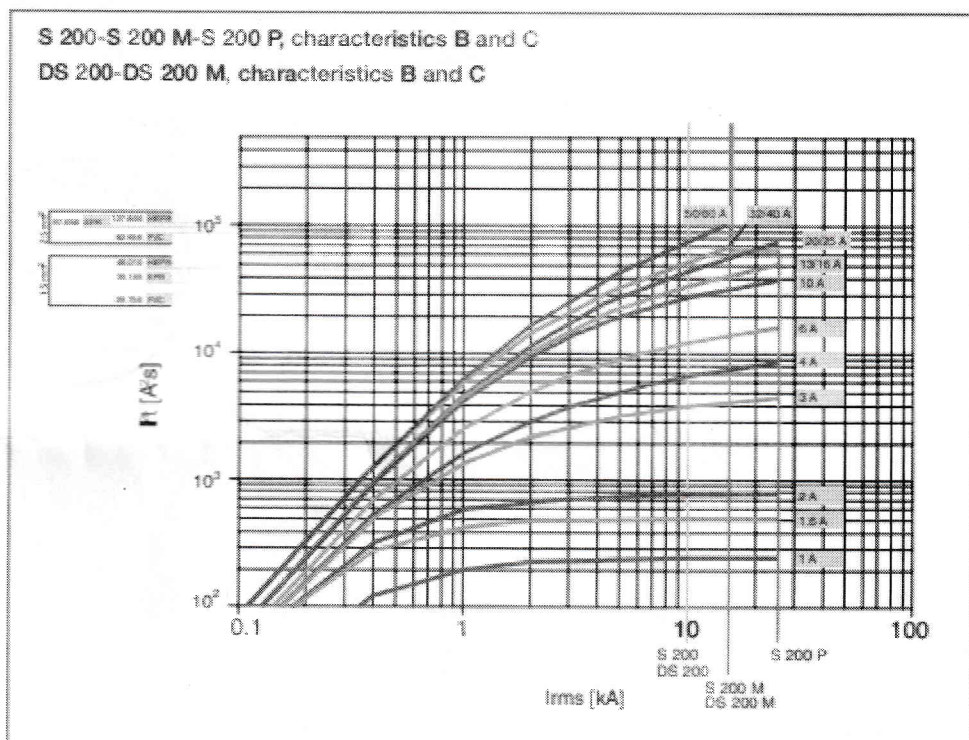
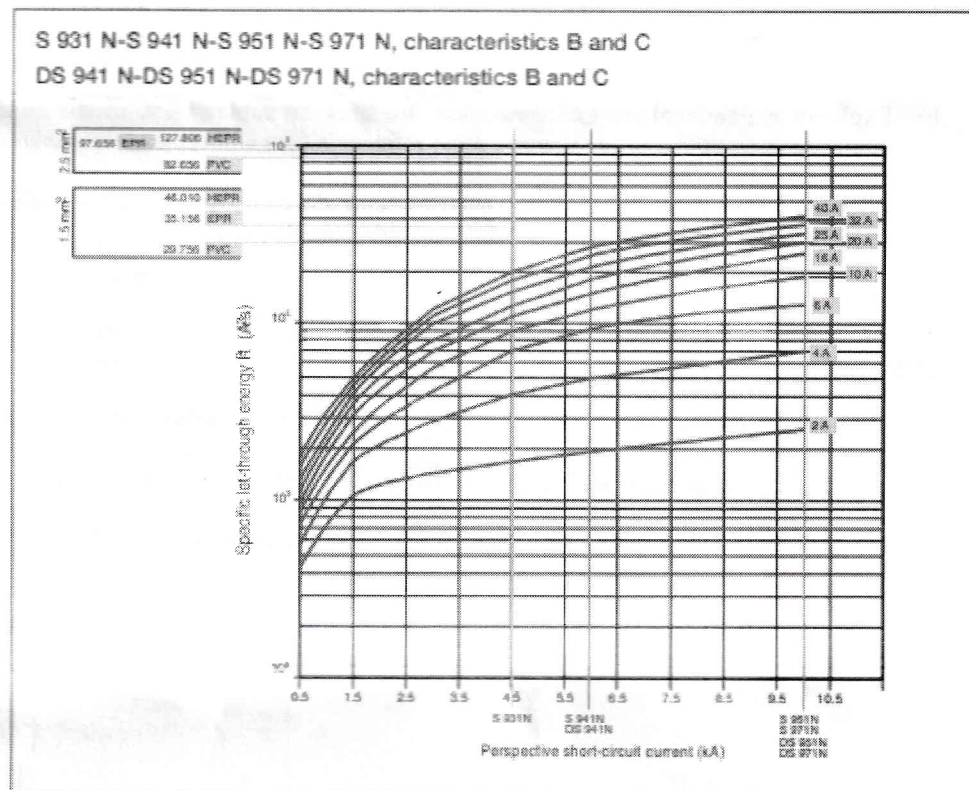


Curvas de disparo K, Z



I^2t diagrams - Specific let-through energy value I^2t

The I^2t curves give the values of the specific let-through energy expressed in A^2s (A=amps; s=seconds) in relation to the perspective short-circuit current (Irms) in kA.



5

Pregunta 1

- a) Explique el método para **determinar la medición de resistividad** en un suelo.
- b) Explique el método para **determinar la resistencia** de una puesta a tierra ya construida.
- c) Explique **las diferencias** entre **los** descargadores de sobretensiones tipo 1 y tipo 2.

Pregunta 2

- a) Defina I_z en un cable.
- b) Explique cualitativamente qué variación sufre I_z en un cable que se instala en un local donde su temperatura ambiente es distinta a la que se toma como referencia para confeccionar las tablas de corriente admisible.
- c) Compare y justifique el valor de I_z en un cable de cobre vs un cable de aluminio, a todo lo demás igual (aislación, condiciones de instalación, temperatura ambiente, etc)

Pregunta 3

- a) Explique brevemente qué es un contactor (principio de funcionamiento), indicando la aplicación del mismo.
- b) Indique diferencias entre interruptores termomagnéticos tipo "Riel DIN" (MCB) y "caja moldeada" (MCCB).
- c) Explique el concepto de "backup" entre protecciones de sobrecorriente.



017

Solución examen IIEE - 02/02/24

Ejercicio:

Red 400 V Generador 80 kVA Xm 20%
 12 kA 20%
 8,31 MVA 400 mohm
 TFM1 TIL1 15 kW TFM2 TIL2 5 kW
 0,9 0,85 0,89 0,88
 192 mohm 813,7 mohm 100 m

Metal	Aislamiento	K
Cobre	PVC	115
	EPR / XLPE	135
Aluminio	PVC	74
	EPR / XLPE	87

Rtn 6 ohm
 Rt 9 ohm

Parte a

QG1 Q1 18,8 mohm Q2 17,1 mohm Q3=QG2 17,5 mohm
 19,24501 mohm 12,28 kA 13,49 kA 13,20 kA
 12,00 kA CC máx CC máx

Parte b

XLPE, cobre ft 1,1 fa 0,75

Ib 56,8 A Seccion 16 mm2
 Iz 71,775 A l tabla 87 A
 In 56,8 A r0 0,0225 ohm.mm2/m
 DV 3,2 % x0 0,1 mohm/m

Parte c

Icc3 max 13,2 kA Cable R 141 mohm
 Ib 56,8 A X 10,00 mohm
 Icc2 min 461 A Zeq R 141 mohm
 X 410,00 mohm
 Se considera peor caso, alimentado desde generador de respaldo

Se elige: S200 P

63 A
 15 kA
 curva B ----> Im max 315 A Curva C no sirve (10.In=630 A > Icc2 min)

K 135
 (KS)*2 4.665.600 > I2t 100.000 @ 13,20 kA
 OK

Parte d

Proteccion diferencial Id 15,4 A
 ΔIn < 15,4 A Detecta fallo
 ΔIn*Rt < 25 V (humedo)
 '====> ΔIn < 2,78 A Tensión segura en régimen permanente (no disparo)
 ta @ Id < t seg @ Vch Vch 139 V
 t seg 0,12 s
 ΔIn < Id/5 '====> ΔIn < 3,08 A Tiempo de disparo menor a limite para tensión de contacto

Da lo mismo que la falla sea alimentado de la red o desde el generador ya que el bucle de defecto es con 6 Ohm de resistencia de puesta a tierra del lado de la fuente y 9 Ohm del lado de la carga (sistema TT).



7/17