

Seminario sobre la Res.900: Protocolo de medición de Puesta a tierra de la SRT

Dictado en el **COPIME**
por el Ing. Carlos Galizia
Con la interpretación de conceptos
incluidos en la

Reglamentación para la Ejecución de
Instalaciones Eléctricas en Inmuebles 2006
de la AEA

A CARGO DEL

Ing. Carlos A. Galizia

Ing. Electromecánico or. electricidad de la FIUBA

Matrícula COPIME N° 3476

APSE Registro N° 102

Ex docente de la UBA, UTN, UADE y ENET N°7

cgalizia@fibertel.com.ar; cgalizia@gmail.com

www.ingenierogalizia.com.ar; www.seguridadelectrica.com.ar

www.riesgoelectrico.com.ar

**Ex Secretario del Comité de Estudios CE 10 de
la AEA de
Instalaciones Eléctricas en Inmuebles**

**2º Premio en el Congreso Técnico Científico
BIEL 2009**

**Ex Representante Técnico de la AEA en los
Comités de Normas de IRAM**

Ex Coordinador del Comité de Estudios CE 12:
Instalaciones Eléctricas en Atmósferas
Explosivas

Ex Integrante del Comité de Estudios CE 00:
Normas de Concepto

Ex Integrante del Comité de Estudios CE 32:

Centros de Transformación y Suministros en MT

**Ex Miembro del Comité de Normalización de la
AEA**

**¿QUÉ PIDE LA RESOLUCIÓN 900/2015
de la SRT?**

**¿PIDE MEDIR LA RESISTENCIA DE
PUESTA A TIERRA Rpat?**

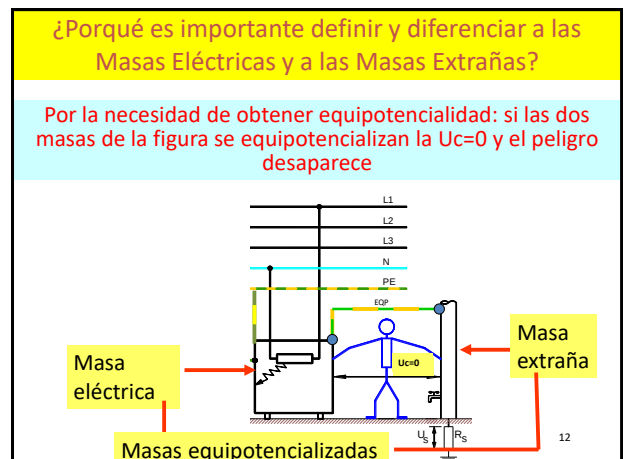
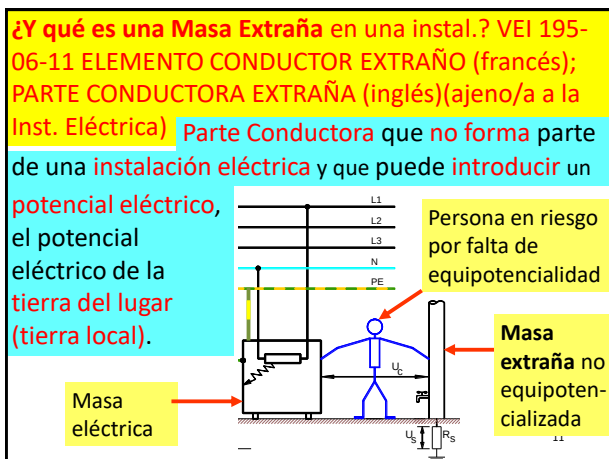
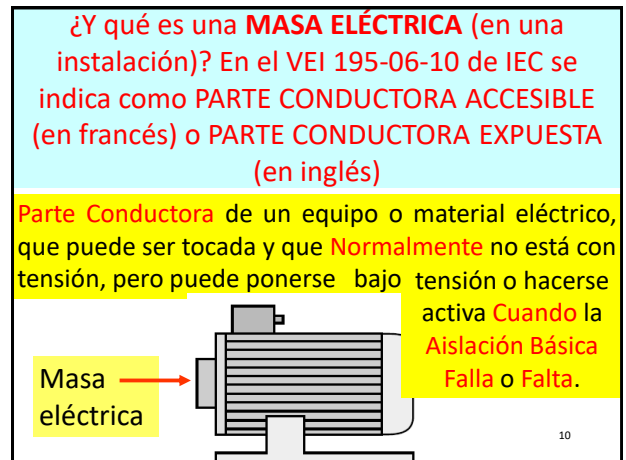
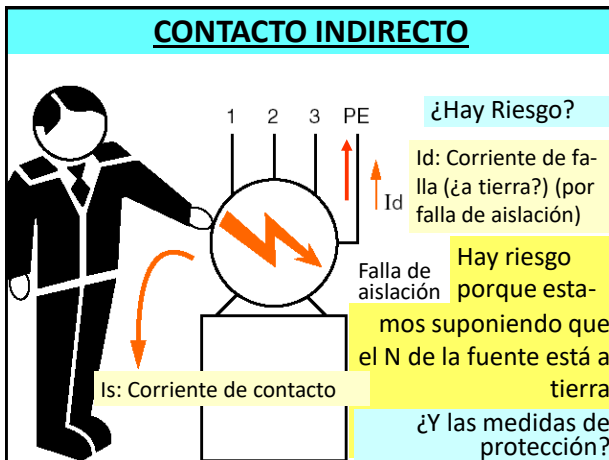
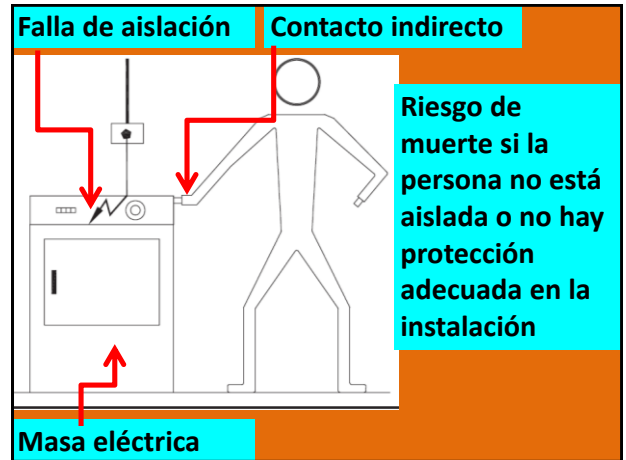
**o ¿PIDE VERIFICAR LA PROTECCIÓN
CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS?**

**o ¿PIDE VERIFICAR LA PROTECCIÓN
CONTRA LOS CONTACTOS
INDIRECTOS?**

**PIDE VERIFICAR LA
PROTECCIÓN CONTRA
LOS CONTACTOS
INDIRECTOS**

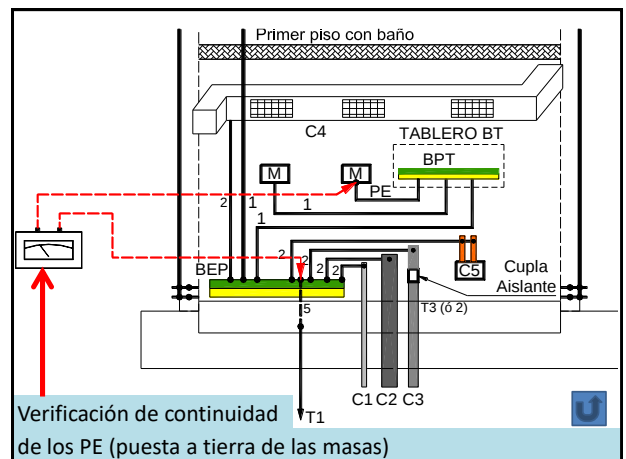
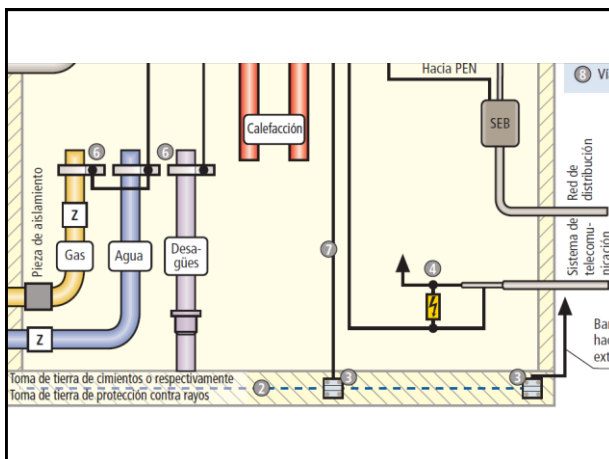
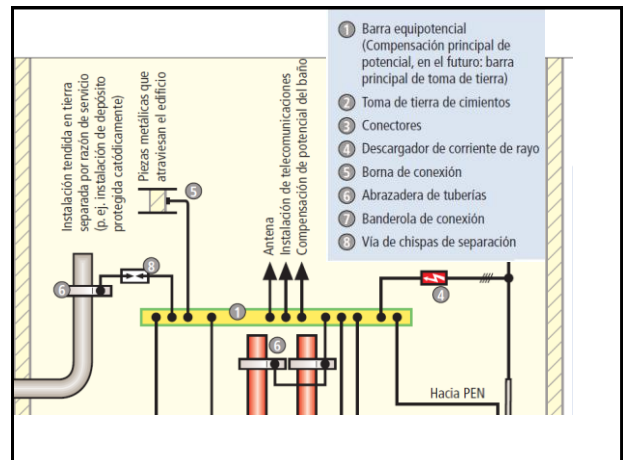
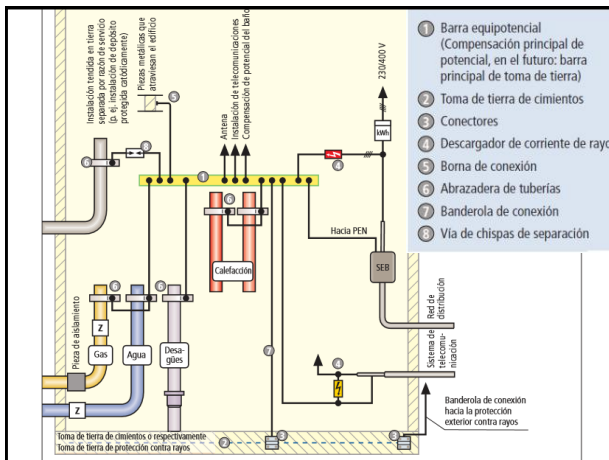
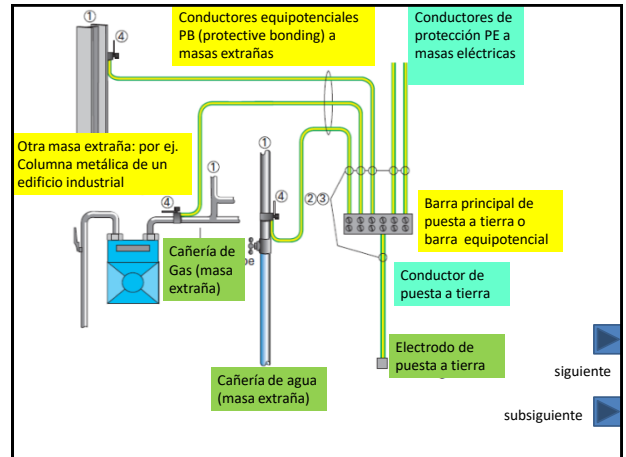
**¿Y QUÉ ES UN CONTACTO
INDIRECTO? IEC 60050 VEI 195-06-04**

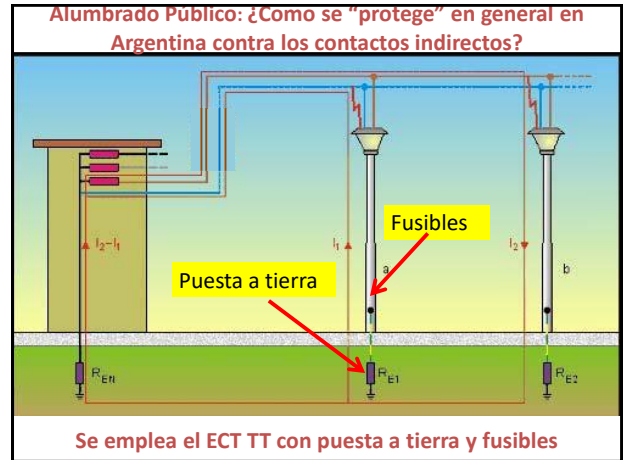
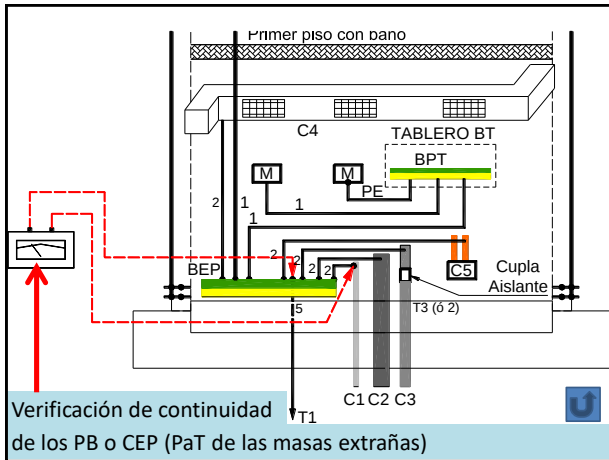
Es el **CONTACTO ELÉCTRICO** de las
personas o los animales domésticos
o de cría con **MASAS ELÉCTRICAS**
que se han puesto bajo tensión a
continuación y como consecuencia
de una falla de aislación.



o SEA a GRANDES RASGOS

- 1) Verificar que cada masa eléctrica está conectada a tierra (¿con qué instrumento?)
- 2) Verificar que cada masa extraña está equipotencializada a tierra (¿con qué instrumento?)
- 3) Verificar que los DP cumplan con la desconexión automática de la alimentación
- 4) Medir la R_{pat} o el lazo de falla en el ECT TT o el lazo de falla en el ECT TN-S, etc.

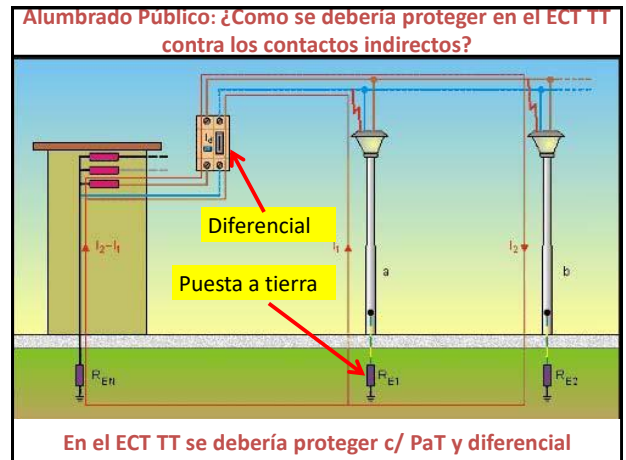




¿ES CORRECTO?

NO

LA PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS EN EL ECT TT REQUIERE LA DESCONEXIÓN AUTOMÁTICA DE LA ALIMENTACIÓN MEDIANTE LA COORDINACIÓN DE UN CONDUCTOR DE PROTECCIÓN PUESTO A TIERRA Y UN INTERRUPTOR DIFERENCIAL



¿QUE SIGNIFICA ESO?

a) QUE LA COLUMNA METÁLICA (ENVOLVENTE DE CLASE I) DEBE SER CONECTADA **A UN CONDUCTOR DE PROTECCIÓN VERDE/AMARILLO (PE) CONECTADO A TIERRA** y

b) QUE EL CIRCUITO QUE ALIMENTA A ESA COLUMNA (o TABLERO o carga en general) DEBE INCORPORAR....

....UN DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN (DP) QUE "VEA" LA CORRIENTE DE FALLA Y PRODUZCA LA DESCONEXIÓN DEL CIRCUITO

ESE DP DEPENDE DEL ECT CON EL QUE EL CIRCUITO O LA INSTALACIÓN ESTÉ TRABAJANDO

Los DP adecuados para la desconexión automática de la alimentación y capaces de detectar las corrientes de falla "a tierra" (en el TT) son:

- Interruptores diferenciales puros;
- IA con relés TM o electrónicos **con relés diferenciales integrados**;
- **Dispositivos diferenciales en general**

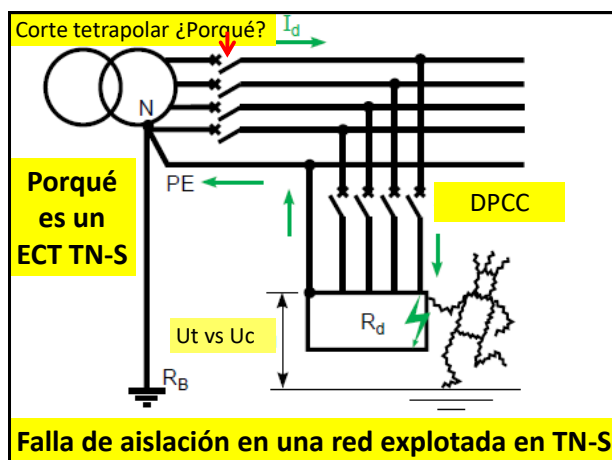
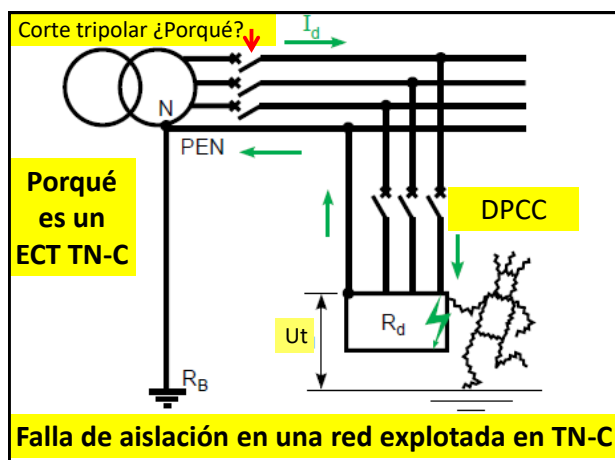
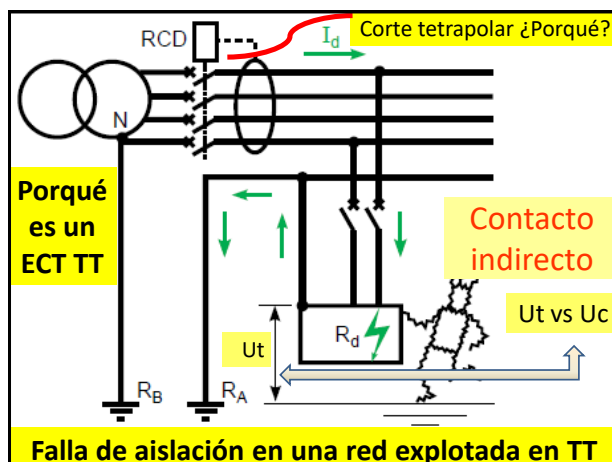
25

Los DP adecuados para la desconexión automática de la alimentación y capaces de detectar las corrientes de falla (**no a tierra**) en el TN-S son:

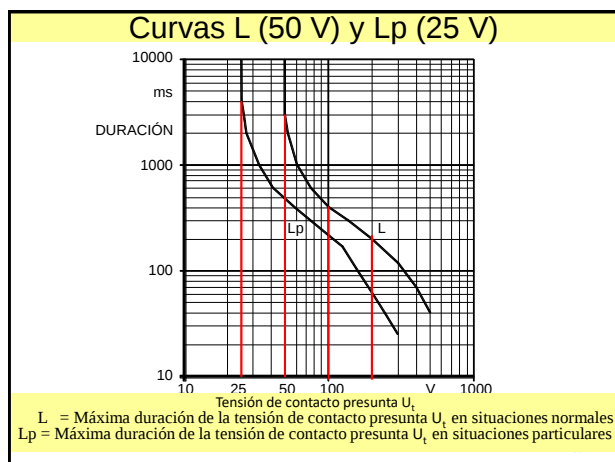
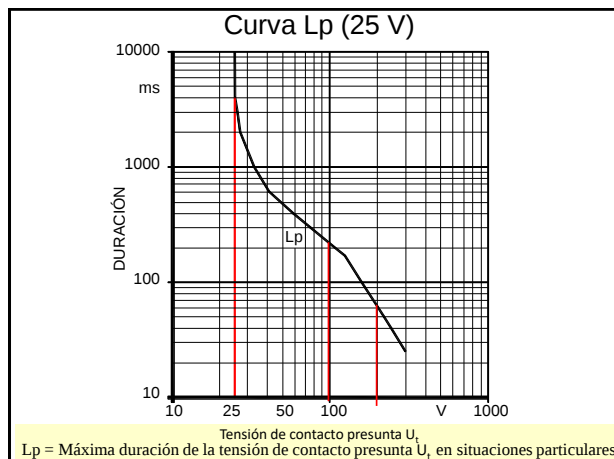
- IA con relé TM o IA c/ relé electrónico con microprocesador o IA c/ relé electrónico con microprocesador c/ DP integrado c/ falla a tierra (función G) o;
- Fusibles o
- Interruptores diferenciales puros o
- Relés diferenciales con toroide externo o
- IA con relés TM o electrónicos con relés diferenciales integrados

O sea 1) **EN EL ESQUEMA TT**
(y en una de las variantes del ECT IT):
PROTECCIÓN con DISPOSITIVO DIFERENCIAL (DD) y

2) **EN EL ESQUEMA TN-S**
(y en la otra variante del ECT IT):
PROTECCIÓN con DISPOSITIVO DIFERENCIAL (DD) o DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA LOS CORTOCIRCUITOS (DPCC)



ATENCIÓN: En el ECT TN-S cuando no se utiliza protección diferencial es vital instalar el PE a corta distancia del **CONDUCTOR DE LÍNEA** debido al aumento de la **REACTANCIA INDUCTIVA** que produce la mayor separación y con ese aumento de X_L surge una menor I_{falla} : no dispara el IA o no funde el fusible. En el TN-S es obligatorio EL DIFERENCIAL de cómo máximo 300 mA cuando hay riesgo aumentado de incendio



EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL

¿PARA QUÉ FUE CREADO?

¿PARA PROTEGER LOS CONTACTOS DIRECTOS?

o ¿PARA PROTEGER LOS CONTACTOS INDIRECTOS?

o ¿PARA PROTEGER LOS RIESGOS DE INCENDIO POR FALLAS DE AISLACIÓN?

FUE CREADO PARA PROTEGER LOS CONTACTOS INDIRECTOS

EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL (o PROTECCIÓN DIFERENCIAL EN GENERAL)

¿PARA QUÉ FUE CREADO?

¿PARA DETECTAR CORRIENTES DE FALLA PROVOCADAS POR FALLAS DE AISLACIÓN (CIRCULANDO POR EL COND. DE PROTECCIÓN PE)?

o ¿PARA DETECTAR CORRIENTES DE FUGA (CIRCULANDO POR EL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN PE) EN CIRCUITOS SANOS?

FUE CREADO PARA DETECTAR CORRIENTES DE FALLA PROVOCADAS POR FALLAS DE AISLACIÓN

LAS CORRIENTES DE FALLA Y LAS CORRIENTES DE FUGA ¿SON CORRIENTES A TIERRA? NO SIEMPRE

Como se dijo los interruptores diferenciales fueron creados para proteger los contactos indirectos

Pero los ID de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA además de proteger los contactos indirectos, protegen de los contactos directos y de los riesgos de incendio provocados por corrientes de falla a tierra y por corrientes de fuga a tierra

Los ID de

$I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ son obligatorios en ciertos circuitos para reforzar la protección contra los contactos directos

¿En qué circuitos es obligatorio el empleo de ID de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$?

En circuitos de iluminación y tomacorrientes de hasta $I_n = 32 \text{ A}$

Símbolo del Interruptor Diferencial

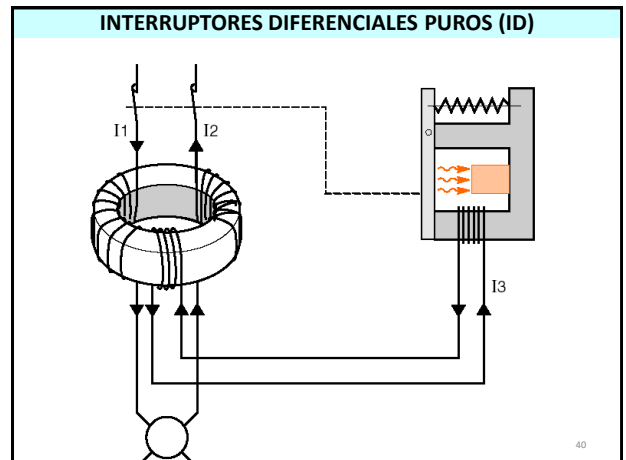
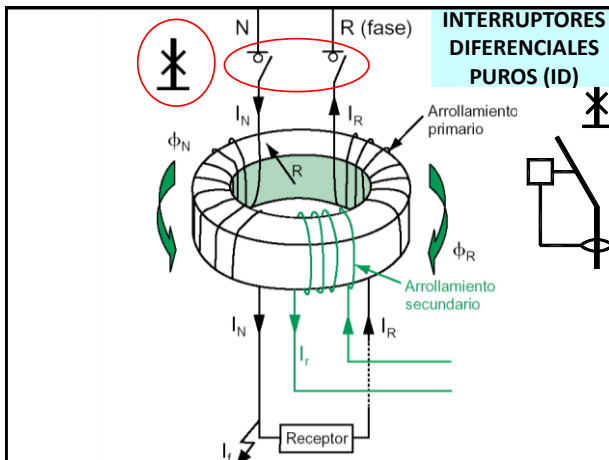
SÍMBOLO DEL RELÉ

SÍMBOLO DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

SÍMBOLO DE LA FUNCIÓN DE SECCIONADOR

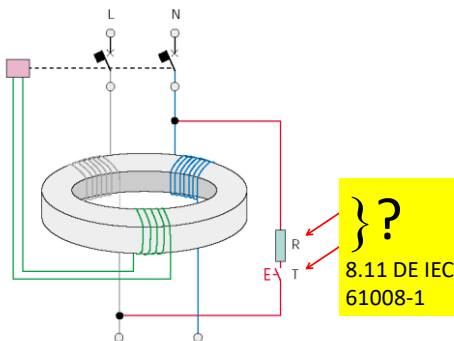
SÍMBOLO DEL TOROIDE

38



40

INTERRUPTORES DIFERENCIALES PUROS (ID)



41

41

¿EN QUE TIEMPO DISPARAN LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES?

¿QUÉ ENSAYOS SE LE DEBEN REALIZAR?

¿CON QUE CORRIENTES DEBEN DISPARAR?

¿Qué ensayos se exigen a los diferenciales?

Pulsador de testeo

Ensayo con 0,5 x IΔn. Resultado: no debe disparar

Ensayo con 1 x IΔn. Resultado: debe disparar en como máximo 300 ms

Ensayo con 2 x IΔn. Resultado: debe disparar en como máximo 150 ms

Ensayo con 5 x IΔn. Resultado: debe disparar en como máximo 40 ms

Ensayo con IΔn creciente. Resultado: debe disparar como máximo con una IΔ comprendida entre 0,5xIΔn y 1xIΔn en como máximo 300 ms (rampa)

Tipo	In (A)	IΔn (A)	Valores normalizados de tiempos de apertura y de no actuación en s en ID AC IEC 61008-1 IRAM 2301 para corrientes diferenciales igual a				
			IΔn	2 IΔn	5 IΔn	5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 A	
General	≤125A	Todos los valores	0,3s 0,2s	0,15 s	0,04 s	0,04 s	Tiempo máximo de apertura
S	> 25 A	>0,030 0,100 0,300 0,500	0,5s	0,2 s	0,15	0,15 s	Tiempo máximo de apertura
			0,13s	0,06 s	0,05 s	0,04 s	Tiempo mínimo de actuación
Para ID de tipo general con IΔn ≤ 0,03 A, en lugar de 5 IΔn puede emplearse c/ alternativa 0,25 A							

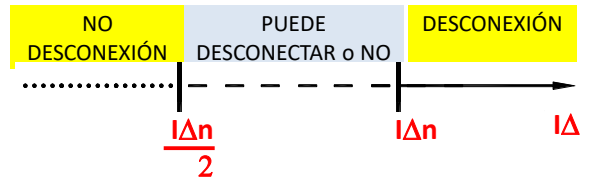
Valores máximos de los tiempos de operación para corrientes diferenciales pulsantes rectificadas de media onda (valores rms) en s en

ID tipo A

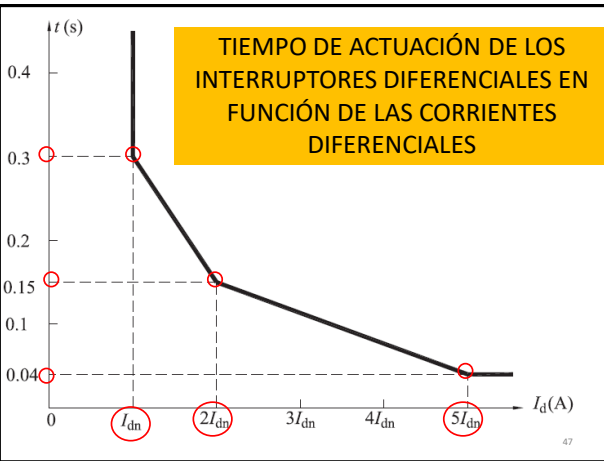
Tipo	In (A)	IΔn (A)	Valores máximos de los tiempos de operación para corrientes diferenciales pulsantes rectificadas de media onda (valores rms) en s en ID tipo A								
			1,4 IΔn	2 IΔn	2,8 IΔn	4 IΔn	7 IΔn	0,35 A	0,5 A	350 A	
General	≤125A	< 0,03		0,3s		0,15s					0,04s
		0,03	0,3s		0,15s			0,04s			
		> 0,03	0,3s		0,15s		0,04s	0,04s			
S	> 25 A	>0,03 0,100 0,300 0,500	0,5s		0,2s		0,15s				0,15s

45

PROTECCIONES DIFERENCIALES: CORRIENTES DE NO DESCONEXIÓN Y DE DESCONEXIÓN



46



47

PIA SEGÚN IEC 60898



48

CLASIFICACIÓN DE LOS PIA
POR LA CURVA DE DISPARO INSTANTÁNEO

Según la intensidad de disparo instantáneo están normalizados en los siguientes tipos de curva

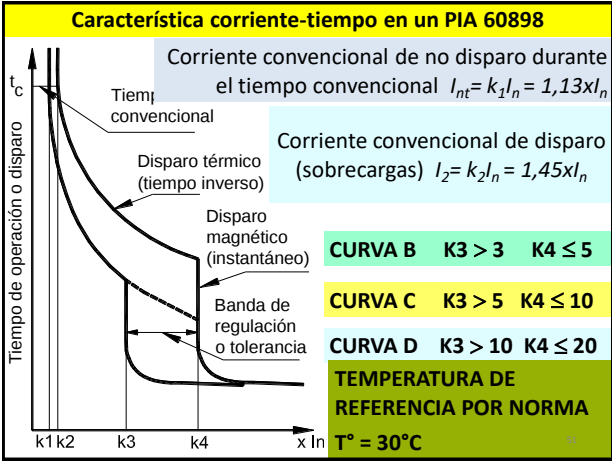
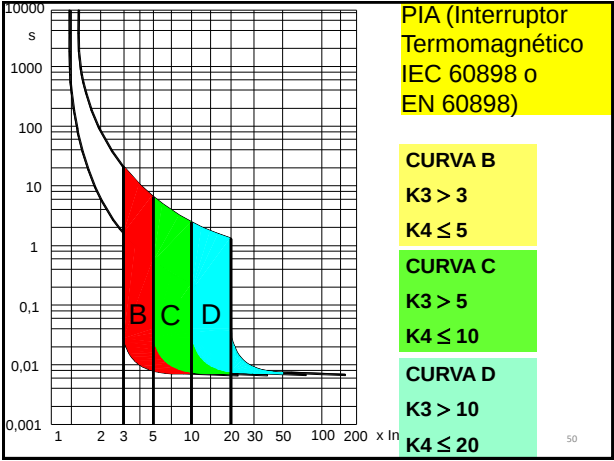
- **curva B**, el disparo instantáneo se debe producir con una corriente $> 3I_n$ y $\leq 5I_n$.

- **curva C**, el disparo instantáneo se debe producir con una corriente $> 5I_n$ y $\leq 10I_n$.

- **curva D**, el disparo instantáneo se debe producir con una corriente $> 10I_n$ y $\leq 20I_n$.

La curva térmica es la misma en todos los casos. En el pasado no era así.

4949



IEC 60898 T.11 P.I.A. Característica Tiempo-Corriente (zona de sobrecarga, disparo térmico o tiempo inverso)

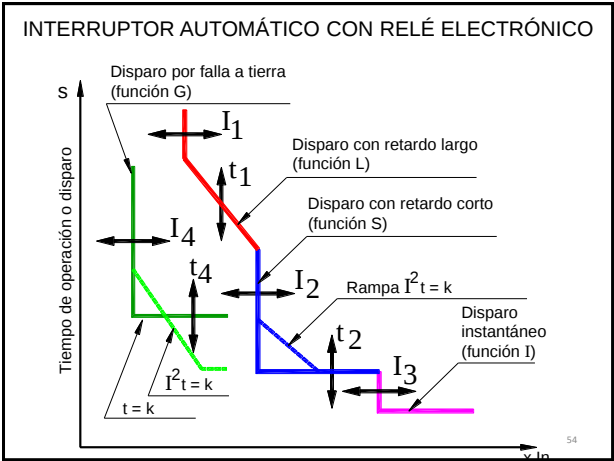
Ti-po	Corr. De Ensayo	Condiciones Iniciales	Duración (límites) de tiempo de disparo y de no disparo	Resultados a obtener	Observaciones
B C D	$I_1 = 1,13 I_n$	Estado Frío (s/ carga previa y a la T° de ajuste de referencia $30^\circ C$)	$t \leq 1 \text{ h}$ (para $I_n \leq 63 \text{ A}$) $t \leq 2 \text{ h}$ (para $I_n > 63 \text{ A}$)	No disparo	
B C D	$I_2 = 1,45 I_n$	Inmediatamente después del ensayo a)	$t < 1 \text{ h}$ (para $I_n \leq 63 \text{ A}$) $t < 2 \text{ h}$ (para $I_n > 63 \text{ A}$)	Disparo	Aumento progresivo de la corriente dentro de los 5s
B C D	$I_3 = 2,55 I_n$	Estado Frío (s/ carga previa y a la T° de ajuste de referencia)	$1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$ ($I_n \leq 32 \text{ A}$) $1 \text{ s} < t < 120 \text{ s}$ ($I_n > 32 \text{ A}$)	Disparo	

5252

IEC 60898 T.11 P.I.A. Característica Tiempo-Corriente (zona cortocircuito, disparo magnético o instantáneo)

Ti-po	I Ensayo	Condiciones Iniciales	Duración (límites) de tiempo de disparo y de no disp.	Res.	Observaciones
B C D	$I_4 = 3 I_n$ $I_4 = 5 I_n$ $I_4 = 10 I_n$	Estado frío (sin carga previa y a la temperatura de ajuste de referencia)	$t \leq 0,1 \text{ s}$	No Disparo	Corriente obtenida por el cierre de un interruptor auxiliar
B C D	$I_5 = 5 I_n$ $I_5 = 10 I_n$ $I_5 = 20 I_n$	Estado Frío (sin carga previa y a la temperatura de ajuste de referencia)	$t < 0,1 \text{ s}$	Disparo	Corriente obtenida por el cierre de un interruptor auxiliar

5353

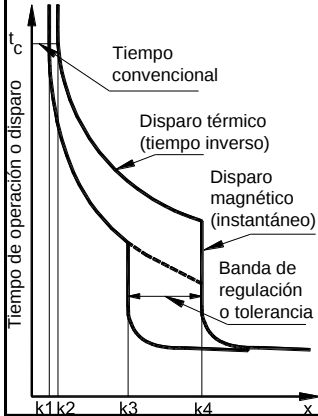


IA SEGÚN IEC 60947-2



55 55

Característica corriente-tiempo en un IA 60947-2



Corriente convencional de no disparo
 $I_{nc} = k_1 I_n = 1,05 x I_n$

Corriente convencional de disparo
 $I_2 = k_2 I_n = 1,30 x I_n$

LA NORMA 60947-2 NO ESTABLECE NI CURVAS NI TIEMPOS DE DISPARO PARA EL INSTANTÁNEO Y DEJA LA INICIATIVA AL FABRICANTE: La NORMA SÓLO le EXIGE que los VALORES ESTÉN DENTRO del $\pm 20\%$. FIJA $T=30$ y 40°C

56 56

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO IEC 60947-2
CARACTERÍSTICAS TIEMPO-CORRIENTE

Los valores convencionales de funcionamiento a tiempo inverso son los siguientes:

Todos los polos cargados		Tiempo convencional en horas
Intensidad convencional de no disparo	Intensidad convencional de disparo	
1,05 veces la intensidad de regulación (I_r)	1,30 veces la intensidad de regulación (I_r)	1 o 2 hs *
* 1 h para $I_n \leq 63$ A		

57 57

¿Qué corrientes se deben considerar cuando se utilizan PIA en la desconexión automática de la alimentación en el ECT TN-S para la protección contra los contactos indirectos?

Curva B: $5 \times I_n$ Curva C: $10 \times I_n$ Curva D: $20 \times I_n$

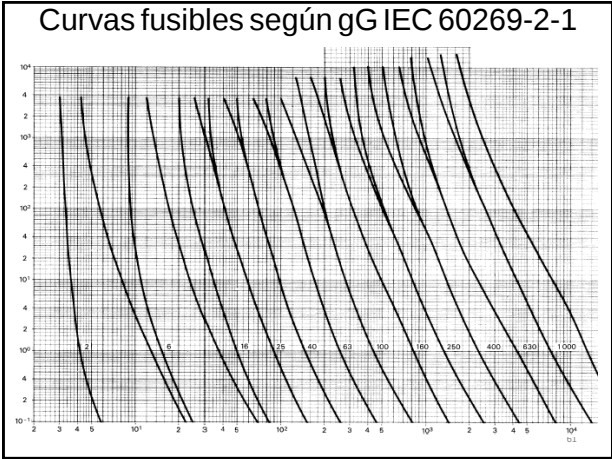
¿Qué corrientes se deben considerar cuando se utilizan IA en la desconexión automática de la alimentación en el ECT TN-S para la protección contra los contactos indirectos?

$1,2 \times I_m$

¿Qué corrientes y tiempos se deben considerar cuando se utilizan Fusibles en la desconexión automática de la alimentación en el ECT TN-S para la protección c/ los contactos indirectos?

I_n A	$I_{m\acute{a}x}$ (5 s) A	$I_{m\acute{a}x}$ (0,4 s) A	$I_{m\acute{a}x}$ (0,2 s) A	$I_{m\acute{a}x}$ (0,1s) A
2	9,2	16	19	23
4	18,5	32	38	47
6	28	46	55	72
10	46,5	80	90	110
12	55,2	90	110	140,4
224	1450	2800	3200	3980

I_n A	$I_{m\acute{a}x}$ (5 s) A	$I_{m\acute{a}x}$ (0,2 s) A	$I_{m\acute{a}x}$ (0,1s) A
160	950	2100	2590
200	1250	2800	3420
250	1650	3800	4500
315	2200	4700	6000
400	2840	6200	8060
500	3800	8000	10600
630	5100	11000	14140
800	7000	14000	19000
1000	9500	20000	24000
1250	13000	27000	35000



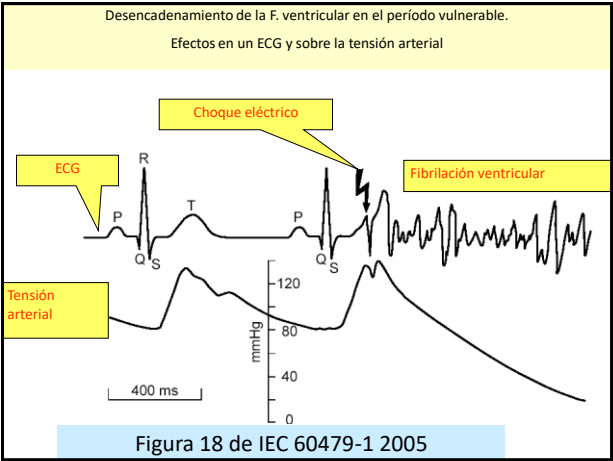
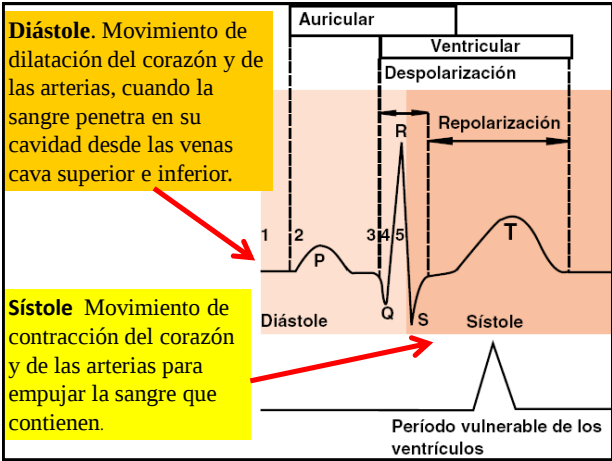
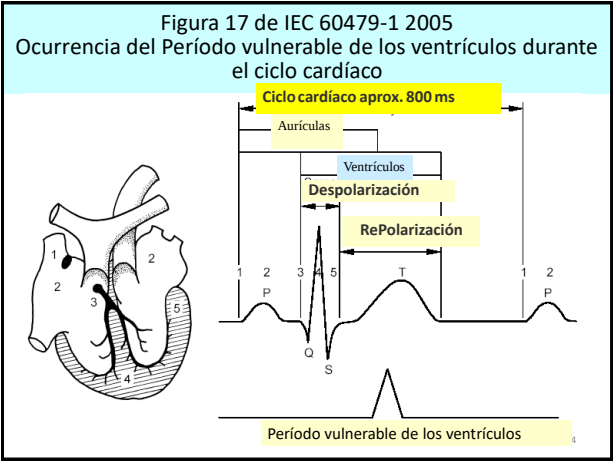
T.6 CORRIENTES Y TIEMPOS CONVENCIONALES PARA FUSIBLES gG (ex gL) y gM

CORRIENTES Y TIEMPOS CONVENCIONALES PARA FUSIBLES gG y gM

CORRIENTE ASIGNADA I_n	CORRIENTE CONVENCIONAL DE NO FUSIÓN I_{nf}	CORRIENTE CONVENCIONAL DE FUSIÓN I_2	TIEMPO CONVENCIONAL (h)
$I_n \leq 4 A$	$1,5 \times I_n$	$2,10 \times I_n$	1
$4 < I_n \leq 16 A$	$1,5 \times I_n$	$1,9 \times I_n$	1
$16 < I_n \leq 63 A$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$	1
$63 < I_n \leq 160 A$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$	2
$160 < I_n \leq 400 A$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$	3
$400 < I_n$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$	4

El Corazón y el Período vulnerable

Afecta a una pequeña parte del ciclo cardíaco, durante la cual las fibras del corazón están excitadas en forma no homogénea y durante el cual se puede producir la fibrilación ventricular si dichas fibras son excitadas por una corriente eléctrica de intensidad suficiente.

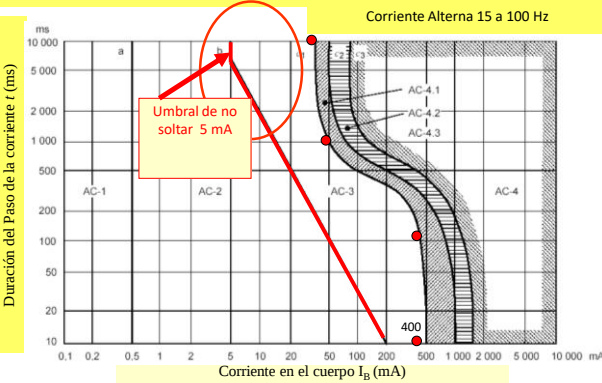


Gráficos con los diferentes umbrales y curvas de **Corriente Alterna** soportada y tiempos de duración de los contactos.

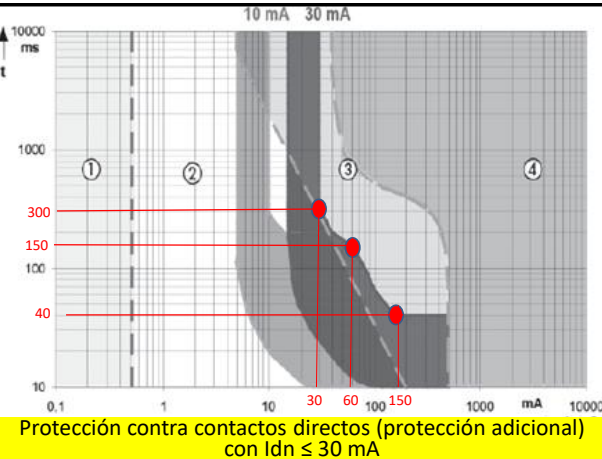
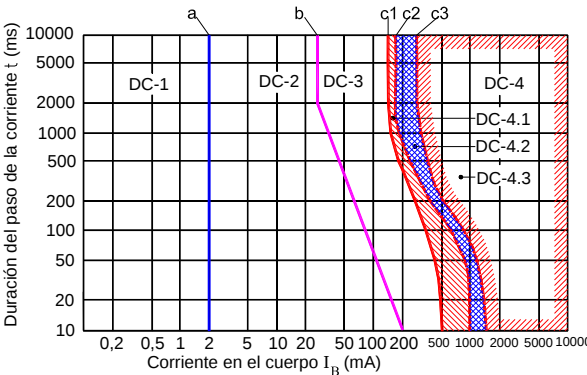
Comparación entre los valores de 1994 y los actuales del 2005

67

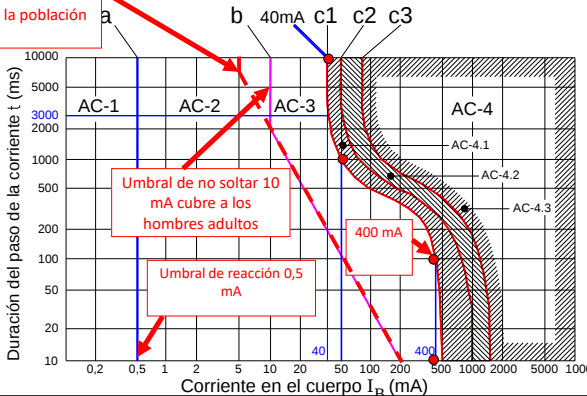
CA NUEVA CURVA DEL TS IEC 60479-1/ 07-2005 (fig.20)
MANO IZQUIERDA A LOS DOS PIES



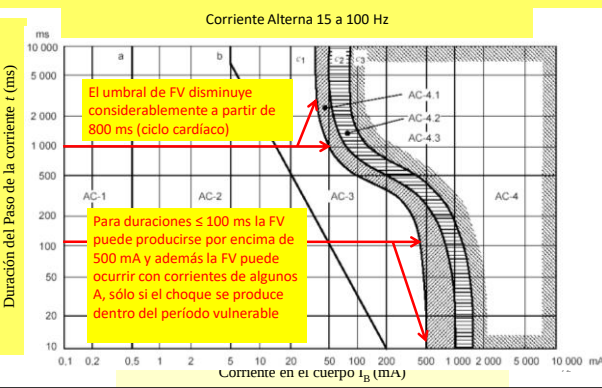
ZONAS TIEMPO/CORRIENTE DE LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE CONTINUA



ZONAS TIEMPO/CORRIENTE DE LOS EFECTOS DE LA C. ALTERNA (15-100 Hz)



NUEVA CURVA DEL TS IEC 60479-1/ 07-2005 (fig.20)
MANO IZQUIERDA A LOS DOS PIES



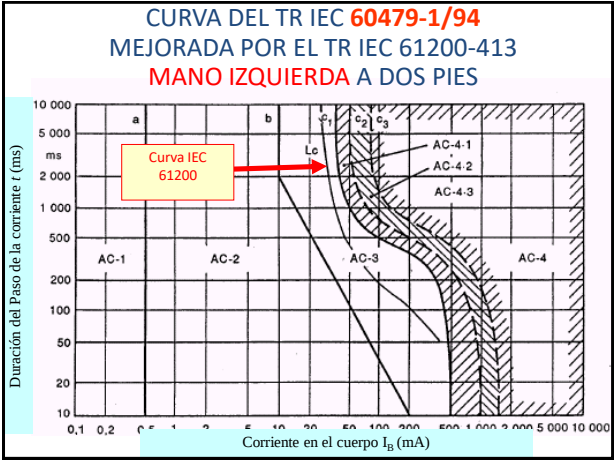
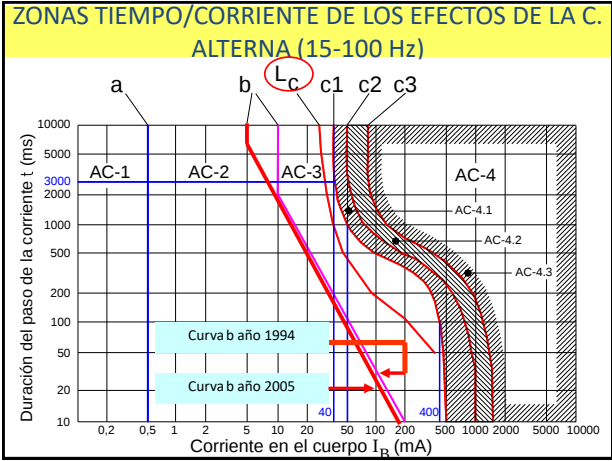


Tabla 11 Resumen de la Figura 20 corriente/tiempo para CA 15 Hz-100 Hz camino mano izquierda a ambos pies corriente ascendente

Zonas	Límites	Efectos Fisiológicos
AC-1	Hasta 0,5 mA curva a	La percepción es posible pero generalmente no hay reacción de 'susto'
AC-2	De 0,5 mA hasta curva b.	Hay percepción y probables contracciones musculares involuntarias pero generalmente no hay efectos fisiológicos eléctricos perjudiciales
AC-3	Por encima de curva b hasta curva c1	Fuertes contracciones musculares involuntarias. Dificultades de respiración. Perturbaciones reversibles de la función del corazón. Se pueden producir inmovilizaciones. Los efectos pueden incrementarse con los valores de corriente. Habitualmente ningún daño orgánico

Zonas	Límites	Efectos Fisiológicos
AC-4	Por encima de curva c1	Pueden ocurrir efectos patofisiológicos tales como paro cardíaco, paro respiratorio, quemaduras graves y otros daños celulares. La probabilidad de la fibrilación ventricular puede aumentar con la corriente y con el tiempo
	En la zona c1-c2	La probabilidad de la fibrilación ventricular puede aumentar hasta un 5%
	En la zona c2-c3	La probabilidad de la fibrilación ventricular puede aumentar hasta un 50%
	En la zona por encima de la curva c3	La probabilidad de la fibrilación ventricular es superior al 50%

Para duraciones de corrientes inferiores a 200 ms la fibrilación ventricular solo puede ser iniciada dentro del periodo vulnerable si los correspondientes umbrales son sobrepasados

¿QUIÉNES SOLICITAN, o QUIÉNES REALIZAN o QUIÉNES RECIBEN MEDICIONES DE LAS RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA?

¿QUIÉNES SOLICITAN las MEDICIONES DE LAS RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA?, ¿QUIÉNES REALIZAN las MEDICIONES DE LAS RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA? ¿QUIÉNES RECIBEN las MEDICIONES DE LAS RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA?

¿CUÁNTOS DE LOS PRESENTES SON CONOCEDORES DE LA REAL (O RELATIVA) IMPORTANCIA DE LAS PUESTAS A TIERRA?

¿QUÉ VALORES PROPONDRÍAN Uds. PARA la Rpat si TUVIERAN la POSIBILIDAD de REGLAMENTAR este TEMA?

¿CUÁL ES EL MÁXIMO VALOR DE Rpat PERMITIDO EN ARGENTINA?

¿PARA QUE ECT?

¿DE LOS SIGUIENTES VALORES CUÁLES SON CONSIDERADOS CORRECTOS?

¿1Ω? ¿5Ω? ¿10 Ω? ¿20Ω? ¿40Ω?

¿100Ω? ¿500Ω? ¿800Ω? ¿833Ω?

¿1600Ω? ¿1666Ω? CONOCER EL VALOR

¿ES SUFICIENTE? ¿ALCANZA? ¿SIRVE EN TODOS LOS CASOS?

!!!NO!!!

de aquí surge la enorme importancia de la nueva resolución 900

EN LA REPUBLICA ARGENTINA SE APLICA LA SIGUIENTE TABLA (ECT Y T)				
Corriente diferencial máxima asignada del DD $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a) para $U_L = 50 \text{ V}$	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a) para $U_L = 24 \text{ V}$	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a)
Sensibilidad Baja	20 A	$R_a \leq 2,5 \Omega$	$R_a \leq 1,2 \Omega$	$R_a \leq 0,6 \Omega$
	10 A	$R_a \leq 5 \Omega$	$R_a \leq 2,4 \Omega$	$R_a \leq 1,2 \Omega$
	5 A	$R_a \leq 10 \Omega$	$R_a \leq 4,8 \Omega$	$R_a \leq 2,4 \Omega$
	3 A	$R_a \leq 17 \Omega$	$R_a \leq 8 \Omega$	$R_a \leq 4 \Omega$
Sensibilidad media	1 A	$R_a \leq 25 \Omega$	$R_a \leq 24 \Omega$	$R_a \leq 12 \Omega$
	500 mA	$R_a \leq 100 \Omega$	$R_a \leq 48 \Omega$	$R_a \leq 24 \Omega$
	300 mA	$R_a \leq 167 \Omega$	$R_a \leq 80 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$
	100 mA	$R_a \leq 500 \Omega$	$R_a \leq 240 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$
Sensibilidad Alta	Hasta 30 mA inclusive	$500 \Omega < R_a \leq 1666 \Omega$	$R_a \leq 800 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$

QUÉ OTRA VERIFICACIÓN PODRÍAMOS REALIZAR EN LUGAR DE MEDIR LA Rpat

¿Verificar la Tensión de Contacto Presunta U_t en cada masa? ¿sería correcto o aceptable?

¿Qué valores se emplean o aceptan en casi todo el mundo para la Tensión Convencional Límite de Contacto U_L ?
En lugares mojados 25 V CA (o 60 V DC) y
En lugares secos o húmedos 50 V CA o 120 V DC
¿Y en Argentina?
24 V ¿contra tierra? ¿CA? ¿DC?

¿QUIÉNES CONOCEN EL
MÁXIMO VALOR DE Rpat
PERMITIDO
EN FRANCIA?
Y EN BÉLGICA?
Y EN HOLANDA?
Y EN ESPAÑA?
Y EN ITALIA?
Y EN ALEMANIA
Y EN EEUU?

FRANCIA Partie 7-771 – Locaux d’habitation
771.411.3.2 Coupure automatique de
l’alimentation

La résistance de la prise de terre (Rpat) à laquelle sont reliées les masses de l’installation doit $\leq 100 \Omega$.

En général, la distribution publique à BT est prévue en France pour des installations alimentées suivant le schéma TT et la règle du présent paragraphe est conforme à celles des paragraphes 411.5.3 et 531.2.4.2.2.

Lorsque la valeur Rpat, même après essai d’amélioration, $> \text{à } 100 \Omega$ en raison p.ej. de la nature du terrain, il y a lieu de protéger l’installation par des DD de $I\Delta n \leq 500 \text{ mA}$ (voir tableau 53B). Si en particulier, la Rpat est supérieure à 500Ω , des DDR à $I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$ sont nécessaires

¿Y EN FRANCIA?

Tableau 53B – Valeur maximale de la prise de terre en fonction du courant assigné du DDR

COURANT DIFFÉRENTIEL-RÉSIDUEL MAXIMAL ASSIGNÉ DU DDR ($I_{\Delta n}$)	VALEUR MAXIMALE DE LA RÉSISTANCE DE LA PRISE DE TERRE DES MASSES (ohms)
Basse sensibilité	20 A 10 A 5 A 3 A
Moyenne sensibilité	1 A 500 mA 300 mA 100 mA
Haute sensibilité	$\leq 30 \text{ mA}$

Bélgica

Es preciso que cualquier instalación BA1, esté protegida por un ID $I\Delta n \leq 300 \text{ mA}$. Para los circuitos que alimentan baños, lavadoras, lavavajillas. etc. es obligatorio disponer de una protección adicional por medio de un ID con una $I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$. Estos requisitos se aplican también para las instalaciones **cuya Rpat es inferior a 30Ω** ; en el caso de que este valor sea **$> \text{a } 30 \Omega$ y $< \text{a } 100 \Omega$** conviene que se prevean ID adicionales de $I\Delta n \leq 100 \text{ mA}$. **No está permitido valores de Rpat $> \text{a } 100 \Omega$.**

HOLANDA

La resistencia de la toma de tierra debe ser tan pequeña como sea posible y **nunca superior a 166Ω** .

España Alumbrado público

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un tablero; los circuitos estarán protegidos individualmente, c/ corte omipolar, en este tablero, tanto contra sobreintensidades, como contra corrientes de falla a tierra y c/ sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen.

España Alumbrado público

La corriente de falla, umbral de desconexión de los ID, que podrán ser de reconexión automática, será como máximo de 300 mA y la Rpat, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ω. No obstante se admitirán ID de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la Rpat medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ω y a 1 Ω, respectivamente.

ESPAÑA; ITALIA; ALEMANIA; IEC; CENELEC; ETC

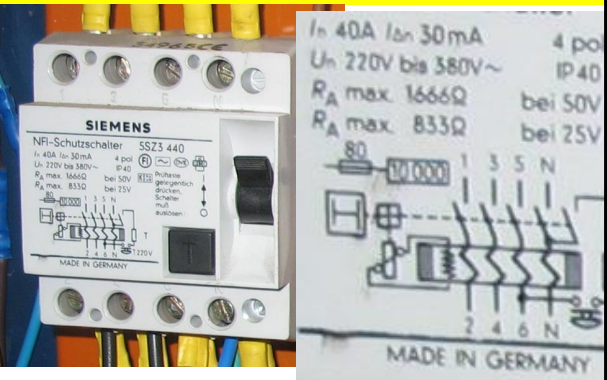
No exigen Rpat determinadas
Solo hay que cumplir con no superar las U_L

Brasil da una tabla en la que indica lo siguiente

Tabela 5C - Valores máximos da resistência de aterramento das massas, R_A , em um esquema TT, em função da corrente diferencial-residual do dispositivo DR, $I_{\Delta n}$, e da tensão de contato limite, U_L

$I_{\Delta n}$ (mA)	R_A (Ω)	
	Situação 1 ($U_L = 50V$)	Situação 2 ($U_L = 25V$)
30	1667	833
100	300 500	250
300	167	83
500	100	50

ALEMANIA DA UNA TABLA IGUAL A LA DE BRASIL



QUÉ PIDE LA RESOLUCIÓN 900

COMO YA DIJIMOS, A GRANDES RASGOS, VERIFICAR LA PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS

- 1) Verificar que cada masa eléctrica está conectada a tierra
- 2) Verificar que cada masa extraña está equipotencializada a tierra
- 3) Verificar que existan los DP que cumplen con el corte automático de la alimentación
- 4) Medir la Rpat o el lazo de falla, etc.

¿CUÁNTOS DE LOS PRESENTES CONOCEN LA LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO?

Deberían ser todos, pero lamentablemente no es así

¿CUÁNTOS DE LOS
PRESENTES CONOCEN a
FONDO LA REGLAMENTACIÓN
PARA LA EJECUCIÓN DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS
EN INMUEBLES DE LA AEA?

Deberían ser todos, pero
lamentablemente no es así

¿De que se habla cuando hablamos de la RAEA
para la ejecución de Instalaciones Eléctricas en
Inmuebles de la AEA en la Ley 19587 y en los
DR?

PARTES 1 a 6

como partes generales incluyendo la guía de
utilización llamada

PORTE 0

más la

PORTE 7

que incorpora las diferentes secciones donde
existen influencias externas condicionantes

PARTES 0 a 6
de AEA
90364 de
2006



99

PARTES 0 a 6
de AEA
90364 de
2006



¿EN QUÉ NORMA TÉCNICA SE
RESPALDAN AQUELLOS
PROFESIONALES
VINCULADOS CON LAS
MEDICIONES DE LAS
RESISTENCIAS DE PUESTA A
TIERRA (Rpat)?

¿CUÁNTOS DE LOS
PRESENTES CONOCEN LAS
NORMAS IRAM?

Y EN PARTICULAR ¿CUÁNTOS
CONOCEN Y APLICAN LAS
NORMAS IRAM 2281 DE
PUESTA A TIERRA?

HASTA EL 28 DE ABRIL DEL 2015 ¿QUÉ MEDICIONES VINCULADAS CON LA SEGURIDAD ELÉCTRICA SE EXIGÍAN?

SÓLO SE PEDÍA LA MEDICIÓN de las Resistencias de Puesta a tierra (Rpat) QUE EXISTIERAN

¿QUÉ VALORES MÁXIMOS de Resistencias de Puesta a Tierra (Rpat) se aceptan ahora (y cuáles se aceptaban antes) en el ECT TT COMO CORRECTOS Y APOYADOS EN QUE DISPOSICIÓN TÉCNICA?

¿SE CONOCÍAN LOS LLAMADOS ESQUEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA (ECT)?

¿QUÉ PIDE LA RESOLUCIÓN 900?

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS REJAS									
Datos de la Medición									
Nº	Fecha	Medición de la puesta a tierra	Medición de la continuidad	Medición de la resistencia	Medición de la resistencia	Medición de la resistencia	Medición de la resistencia	Medición de la resistencia	Medición de la resistencia
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									

Nº de toma de tierra Sector Estado del terreno Uso de la pat ECT Valor obtenido hay PE S adecuada continuo cumple? Actúa?

PROTOCOLO DE MEDICIÓN		
(16) Razón Social:		
(18) Dirección:		
(22) Número de toma de tierra	(23) Sector	(24) Descripción de la condición del terreno al momento de la medición Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso / Lluvias recientes / Arenoso seco o húmedo / Otro

Medición de la puesta a tierra y continuidad de las masas		
Localidad: (20)		CP:
Datos de la Medición		
(25) Uso de la puesta a tierra Toma de Tierra del neutro de Transformador / Toma de Tierra de Seguridad de las Masas / De Protección de equipos Electrónicos / De Informática / De Iluminación / De Pararrayos /Otros.	(26) Esquema de conexión a tierra utilizado: TT / TN-S/ TN-C / TN-C-S / IT	Medición Valor obtenido en ohm

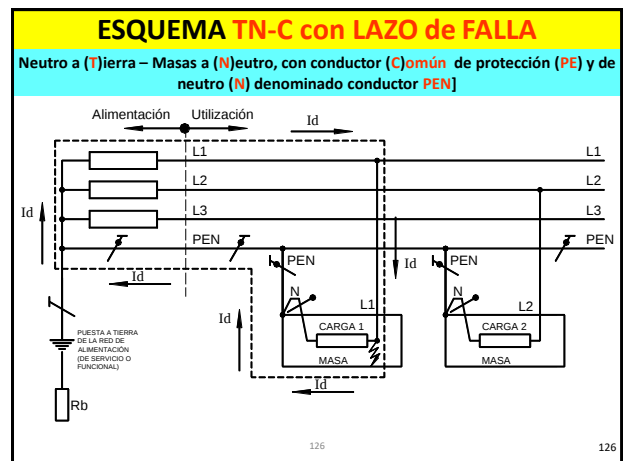
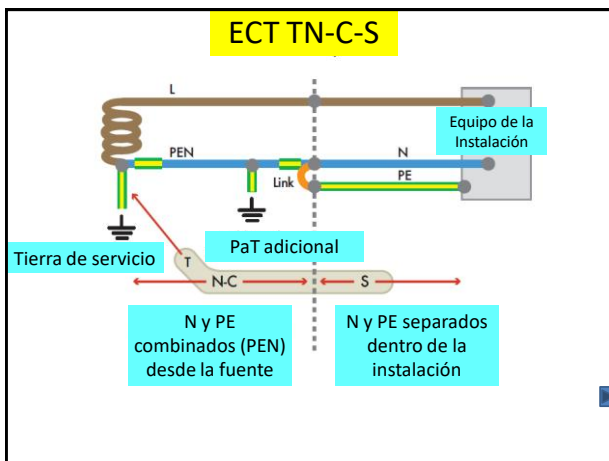
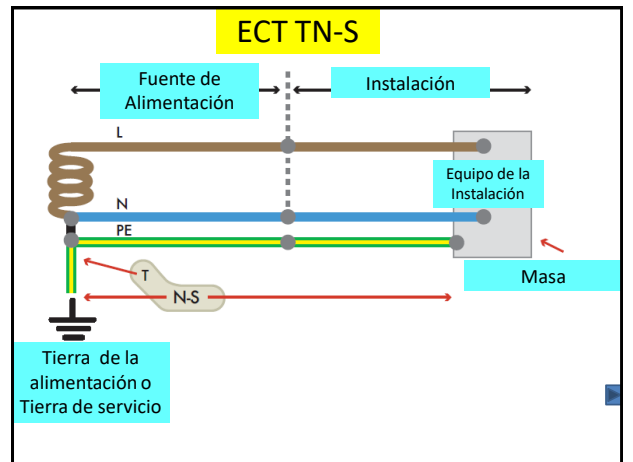
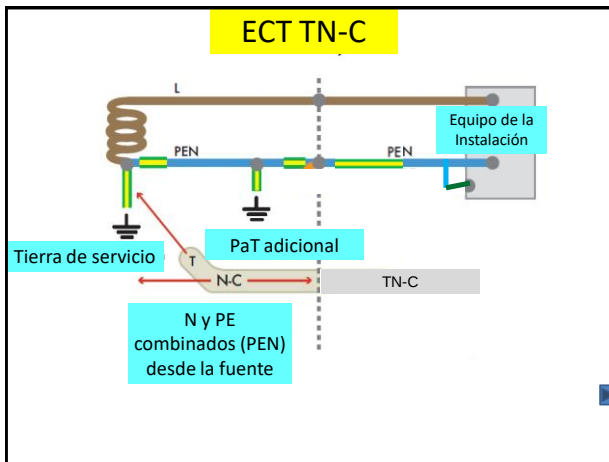
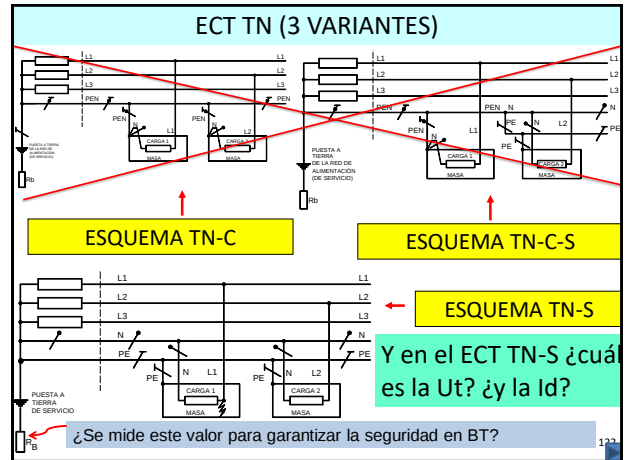
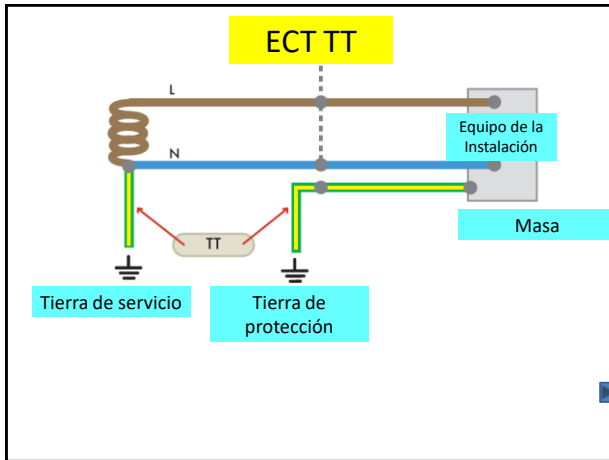
Medición de la puesta a tierra y continuidad de las masas			
Medición de la puesta a tierra		Continuidad de las masas	
(28) Valor obtenido en la medición expresado en ohm (Ω)	(29) cumple SI / NO	(30) El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente SI / NO	(31) El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada SI / NO

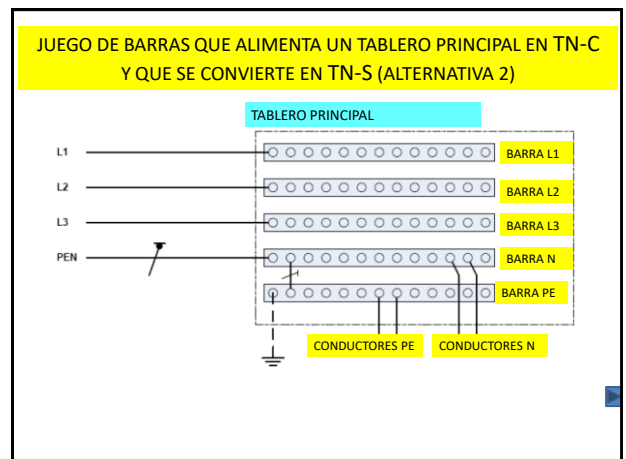
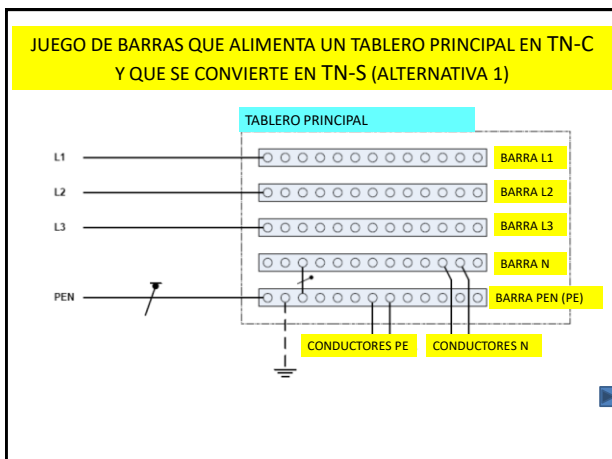
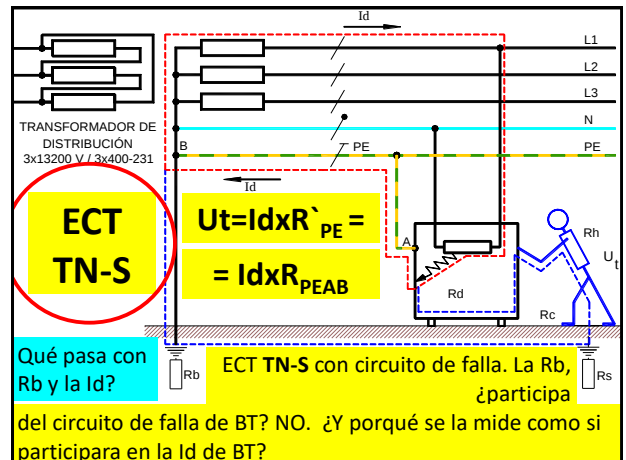
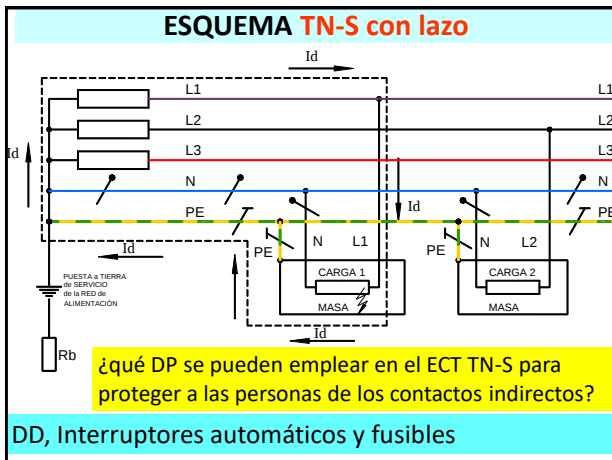
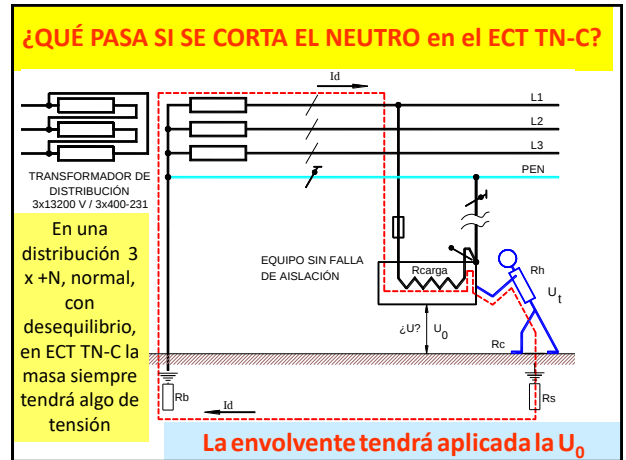
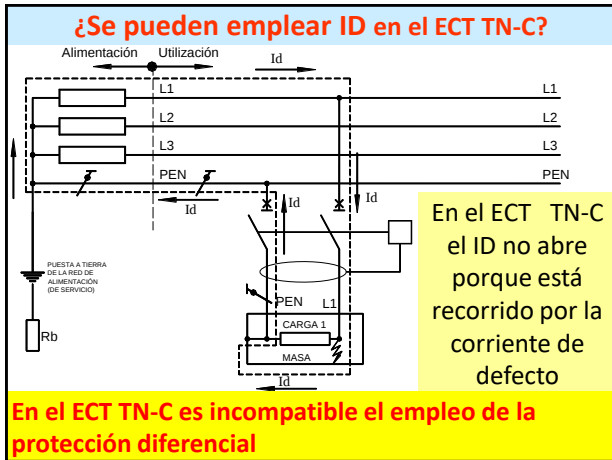
Continuidad de las masas		
(31) El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente SI / NO	(32) Para la protección contra contactos indirectos se utiliza: dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusible (Fus).	El empleado ali...

Continuidad de las masas	
(31) Para la protección contra contactos indirectos se utiliza: dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusible (Fus).	(32) El dispositivo de protección empleado ¿puede desconectar en forma automática la alimentación para lograr la protección contra los contactos indirectos? SI / NO

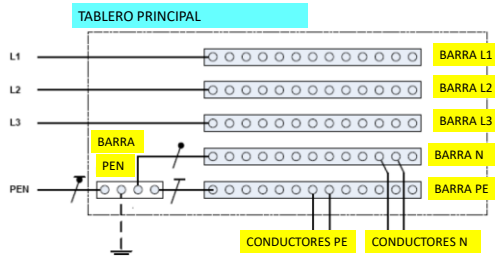
(22) Número de toma de tierra	(23) Sector	(24) Descripción de la condición del terreno al momento de la medición Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso / Arenoso seco o húmedo
(33) Información adicional:		

¿QUÉ DEBEMOS CONOCER PARA EJECUTAR LA RESOLUCIÓN 900?





JUEGO DE BARRAS QUE ALIMENTA UN TABLERO PRINCIPAL EN TN-C Y QUE SE CONVIERTE EN TN-S (ALTERNATIVA 3)



¿Qué color tendrán los PE y los EQP?

Serán V/A o desnudos (c/ restricciones)

¿cómo se identifica el borne PE?

Por PE, por color o por el símbolo



¿cómo se identifica el borne EQP o PB?



¿existe la PaT limpia, sin ruidos o electrónica?

no debería existir pero para muchos Sí existe;

¿es correcto que existan? **No**

¿cuáles son sus "supuestas" aplicaciones?

¿cómo se identifica el borne? FE y



Las tierras electrónicas o funcionales o limpias, ¿qué se debe hacer con ellas si existen? ¿vincularlas sólo entre sí?

NO

o ¿vincularlas c/ la barra de PaT principal?

SÍ

o ¿vincularlas entre sí y con la barra de PaT principal?

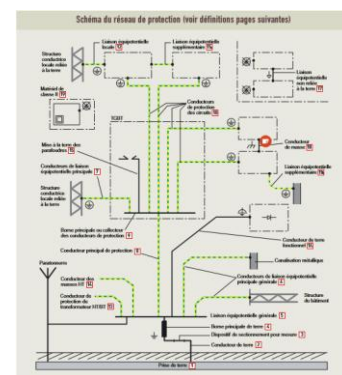
TAMBIÉN SÍ

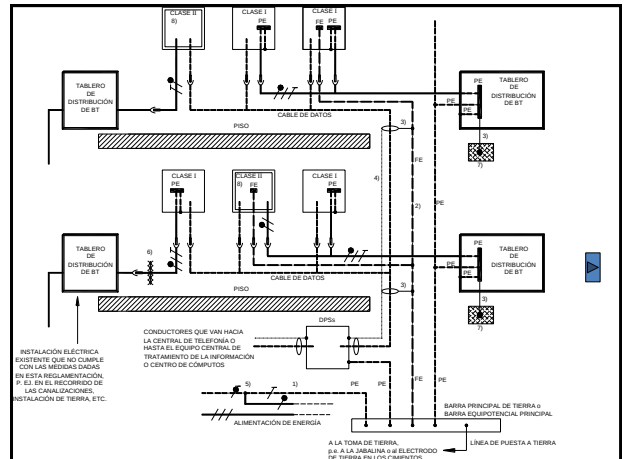
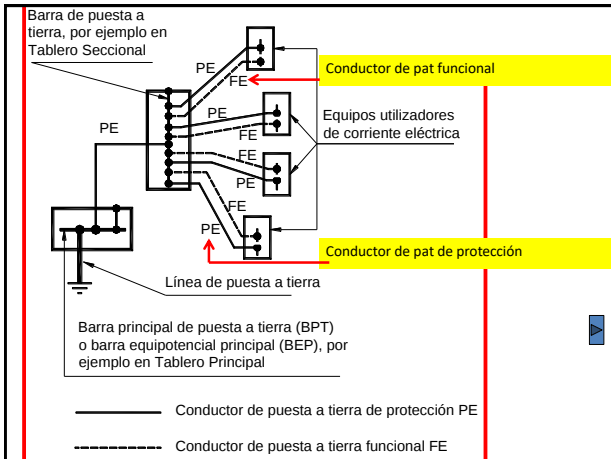
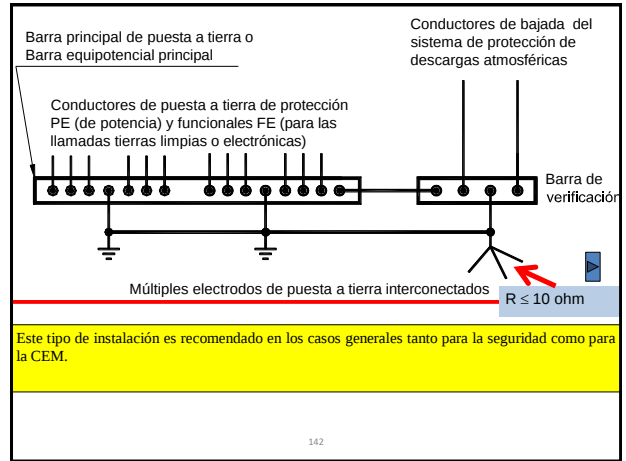
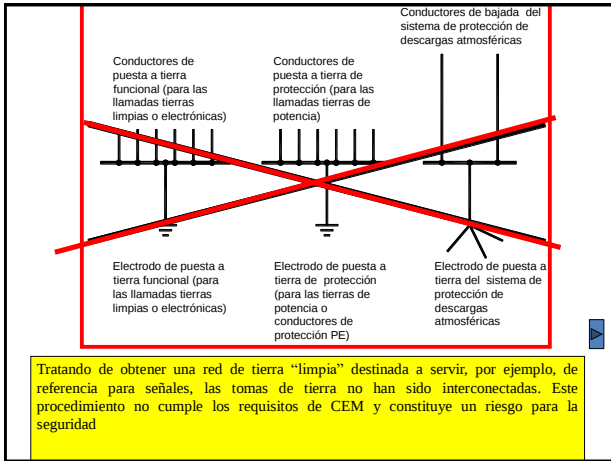
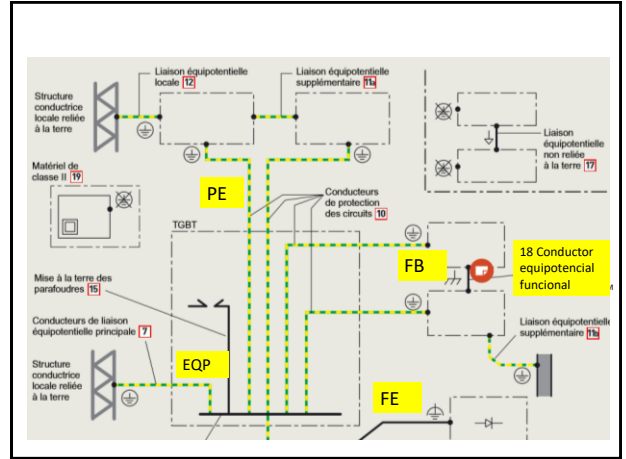
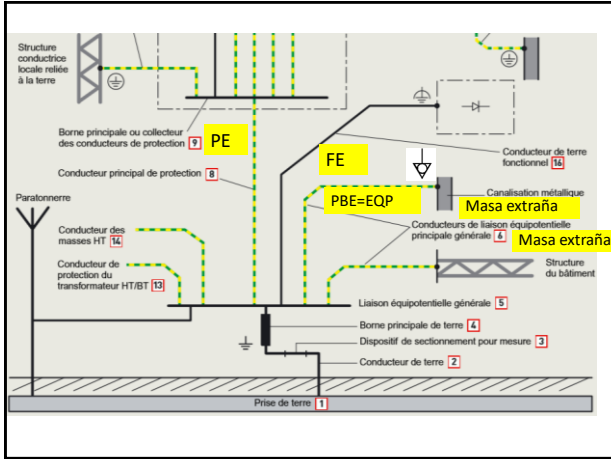
Las tierras de descargas atmosféricas ¿se deben vincular con la PaT del sistema eléctrico? ¿O no se deben vincular?

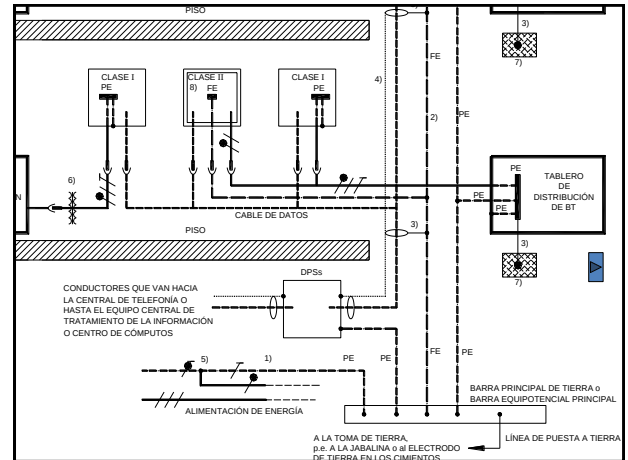
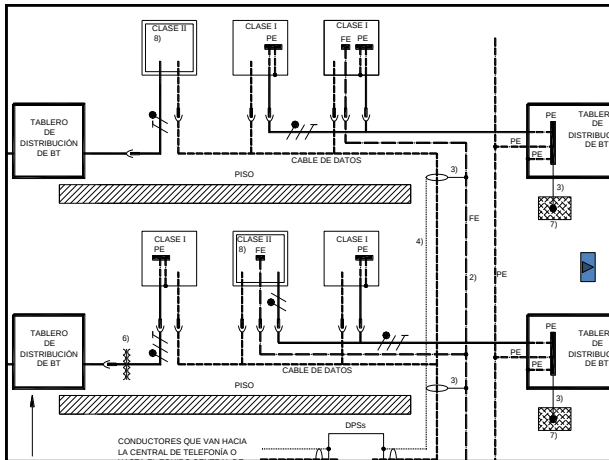
SE DEBEN VINCULAR

¿Deben ponerse a tierra con jabalina propia las máquinas y los tableros?

NO







EN UNA INSTALACION CON 10
TABLEROS Y 50 MÁQUINAS

QUIEN MEDÍA ENCONTRABA
60 ELECTRODOS DE pat NO
INTERCONECTADOS

¿MEDÍA c/u de las Rpat? SÍ

¿INFORMABAN QUE ESO
ESTABA MUY MAL? ¡¡¡NO!!!

LOS VALORES QUE SE
OBTENÍAN, FUERAN BAJOS O
FUERAN ALTOS,

¿QUÉ INDICABAN?

¿QUE LA INSTALACIÓN ERA
SEGURA FRENTE AL

CONTACTO INDIRECTO?

¿O QUE ERA INSEGURA?

NO INDICABAN NINGUNA DE
LAS DOS COSAS

EN OTRAS PALABRAS
¡NO INDICABAN
ABSOLUTAMENTE NADA!

Y CUANDO SE LE PREGUNTA
A QUIEN MIDE O A QUIEN
PIDE LA MEDICIÓN ¿PARA
QUÉ SIRVEN ESOS VALORES?

O NO HAY (NO HABÍA)
RESPUESTAS o LAS
RESPUESTAS SON (o ERAN)
¡DISPARATADAS!

Cómo preguntamos antes
¿DE QUÉ TRATA
FUNDAMENTALMENTE LA
RESOLUCIÓN 900?

**¡DE LA PROTECCIÓN CONTRA
LOS CONTACTOS INDIRECTOS
POR EL CORTE AUTOMÁTICO
DE LA ALIMENTACIÓN!**

¿LO QUE EXIGE LA
RESOLUCIÓN 900, ES ALGO
NUEVO O ES ALGO QUE YA
SE CONOCÍA?

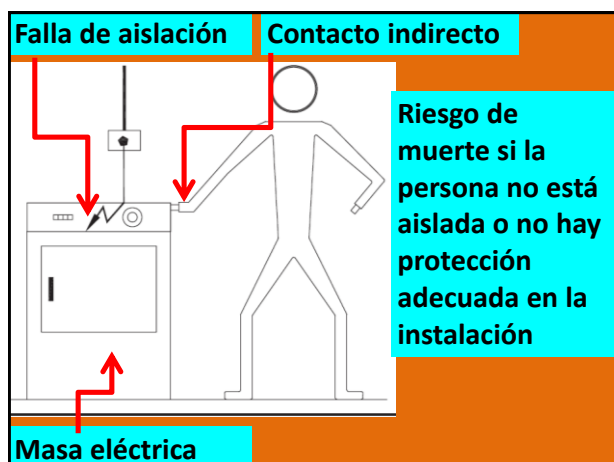
**¡YA LO EXIGÍA LA LEY DE
Higiene y Seguridad 19587/72
y los DR (p.ej. El DR 351/79)!**

¿QUIÉN SE OCUPABA DE
CONTROLAR HASTA ANTES
de la VIGENCIA de la R.900
de la PROTECCIÓN **CONTRA
los CONTACTOS INDIRECTOS
por el CORTE AUTOMÁTICO
de la ALIMENTACIÓN?**

¡PRÁCTICAMENTE NADIE!

**¿QUÉ ES UN CONTACTO
INDIRECTO?**

Es el **CONTACTO ELÉCTRICO** de las
personas o los animales domésticos
o de cría con **MASAS ELÉCTRICAS**
que se han puesto bajo tensión a
continuación y como consecuencia
de una falla de aislación.



¿CUALES SON LAS MEDIDAS de PROTECCIÓN CONTRA LOS **CONTACTOS INDIRECTOS (QUE ACTUALMENTE SE LLAMA PROTECCIÓN EN CASO DE FALLA)**?

HAY DOS MEDIDAS de PROTECCIÓN CONTRA LOS **CONTACTOS INDIRECTOS** QUE SON LAS MÁS IMPORTANTES O DE MAYOR EMPLEO Y QUE SON:

a) La Protección por Corte Automático de la Alimentación en equipos o instalaciones de *clase I*,  y

b) La Protección por el empleo de instalaciones o materiales de *clase II*  (doble aislación) o por una aislación equivalente (reforzada),

¿CUALES SON LAS OTRAS MEDIDAS de **PROTECCIÓN** CONTRA LOS **CONTACTOS INDIRECTOS**?

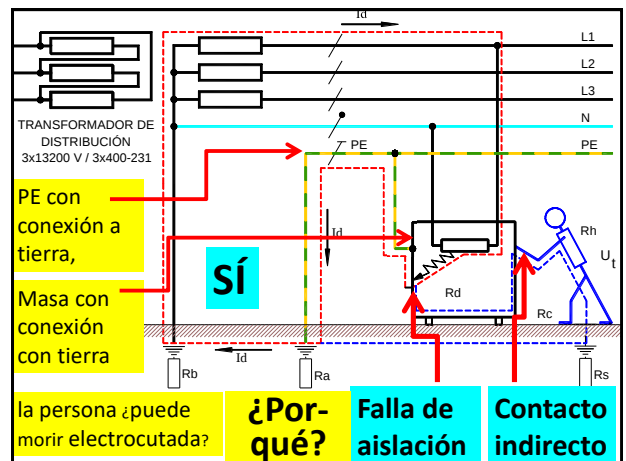
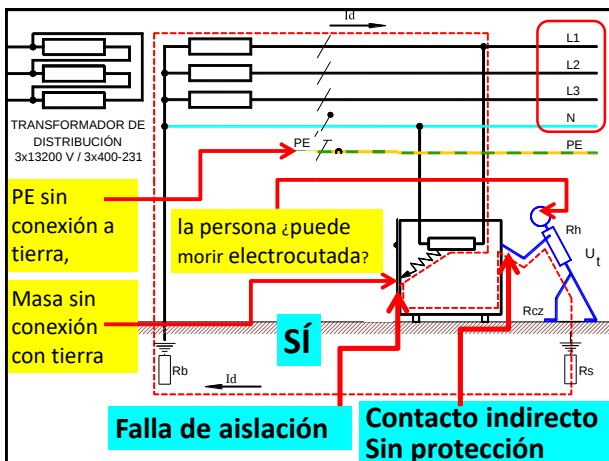
c) PROTECCIÓN POR SEPARACIÓN ELÉCTRICA de PROTECCIÓN,

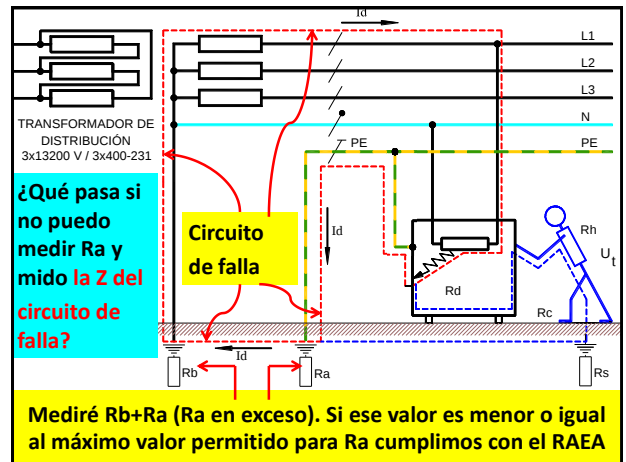
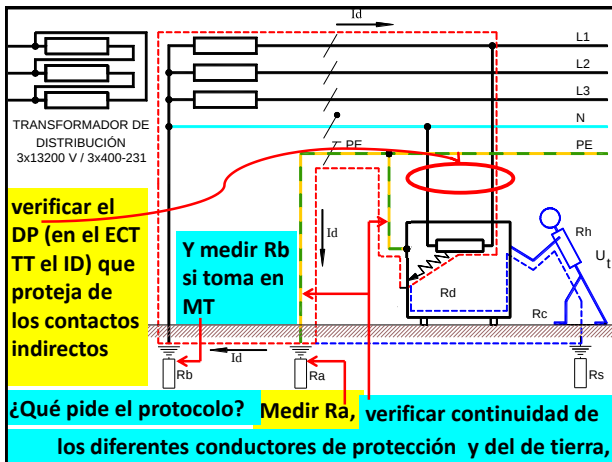
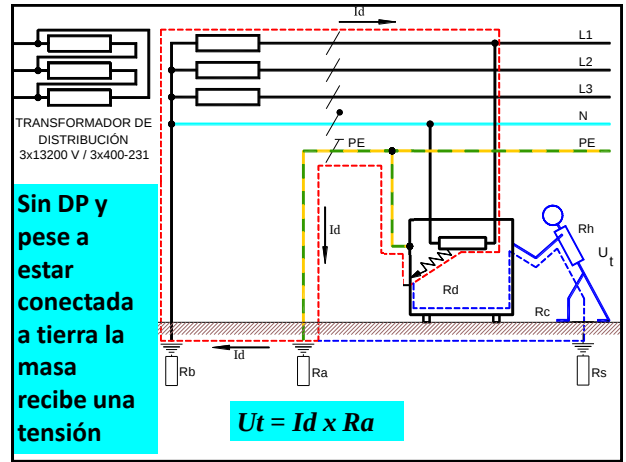
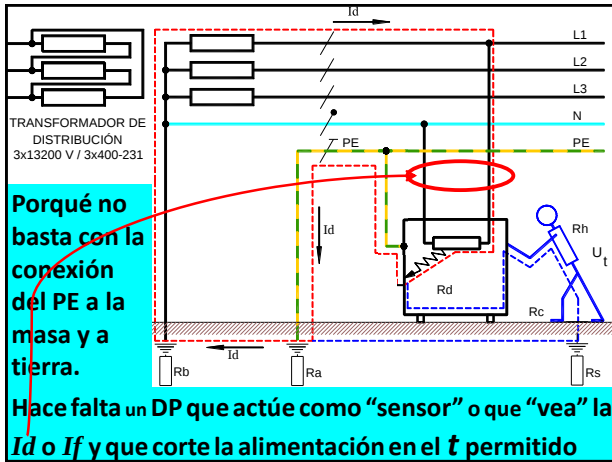
d) PROTECCIÓN POR INTERCONEXIONES EQUIPOTENCIALES LOCALES NO CONECTADAS A TIERRA,

e) PROTECCIÓN POR UBICACIÓN EN UN LOCAL NO CONDUCTOR,

INTRODUCCIÓN RÁPIDA A

LA PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS POR CORTE AUTOMÁTICO DE LA ALIMENTACIÓN



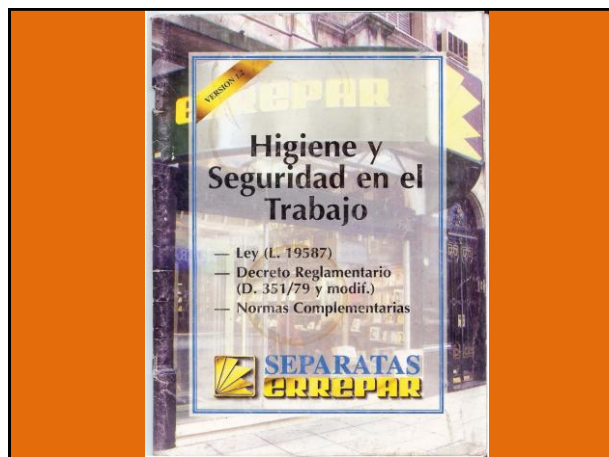


LA PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS ES UNA EXIGENCIA LEGAL Y REGLAMENTARIA (IGUAL QUE LA PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS)

LOS CONTACTOS DIRECTOS Y LOS INDIRECTOS FORMAN LOS LLAMADOS CHOQUES ELÉCTRICOS

¿PORQUÉ ES UNA EXIGENCIA LEGAL Y REGLAMENTARIA?

Porqué lo exige la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 y sus decretos reglamentarios 351/79, 911/96, 617/97, 249/07
Lo exigía la RAEA de 1987.
Lo exige en una forma mucho más clara la Reglamentación AEA 90364
“Para la ejecución de instalaciones eléctricas en Inmuebles” del 2006

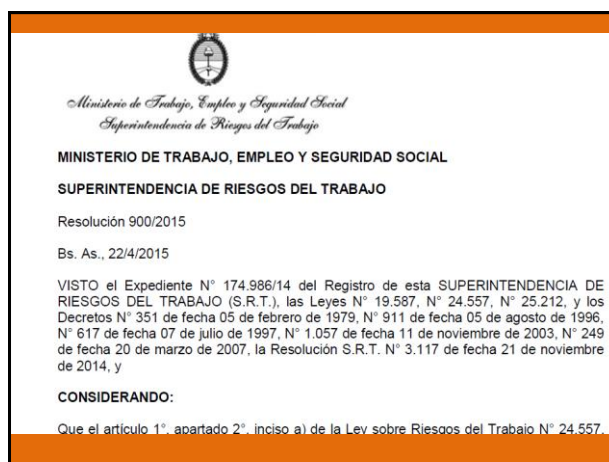
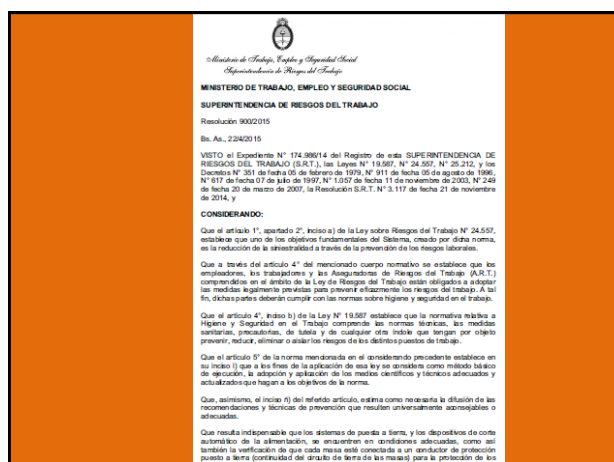


PROTOCOLO de MEDICIÓN DEL VALOR DE PUESTA A TIERRA Y LA VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LAS MASAS

RESOLUCIÓN SRT 900/2015
28-4-2015

<http://www.srt.gob.ar/index.php/protocolos/1171-protocolo-para-la-medicion-del-nivel-de-ruido-en-el-ambiente-laboral-4>

El 28 de abril de 2015 la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) publicó en el Boletín Oficial una nueva Resolución, la N°900 (Res. 900) denominada “Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral” (Protocolo de PaT).



SRT[®]
Supervisión de Riesgos de Trabajo

Guía Práctica de interpretación de la RESOLUCIÓN SRT. 900/2015

"PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA"

SRT[®]
Supervisión de Riesgos de Trabajo

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA

El 28 de abril de 2015 la Superintendencia de Riesgos de Trabajo (SRT) publicó en el Boletín Oficial una nueva Resolución, la N°900 (Res. SRT 900/2015) denominada "Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral" (Protocolo de PNT) con fecha de vigencia a los treinta días hábiles posteriores a la fecha de su publicación en el Boletín.

Es imprescindible que se cuente con mediciones confiables, claras y de fácil interpretación lo que hace necesaria la incorporación de un protocolo estandarizado de medición y verificación.

El objetivo de la Res. SRT 900/2015, es verificar el real cumplimiento de las condiciones de seguridad de las instalaciones eléctricas frente a los riesgos de contacto indirecto que pueden quedar expuestos los trabajadores.

La Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 15587 y sus cuatro Decretos Reglamentarios hacen obligatorio el empleo en todo el país, de la Regulación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA (Asociación Electrotrónica Argentina). En consecuencia es de aplicación la Regulación AEA 90364.

Los cuatro Decretos Reglamentarios a que se hace referencia en la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo 15587 son, al día de hoy: el Decreto 351/79, el Decreto 911/76, el Decreto 617/77 y el Decreto 249/07 en los cuales se menciona la aplicación obligatoria del Reglamento de la AEA.

En el Decreto 351/79, Capítulo 14 del Anexo VI, artículo 3.1. Características Constructivas.

"Se cumplimentará lo dispuesto en la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles, de la Asociación Argentina de Electrotrónica" actualmente denominada AEA.

"Para la instalación de líneas aéreas y subterráneas, se seguirán las directivas de las reglamentaciones para líneas eléctricas aéreas y exteriores en general de la citada asociación"

En el Decreto 911/76, Capítulo 6, Art. 86 Normas Generales Aplicables en Obra. Instalaciones Eléctricas.

Art. 86, dice: "Toda instalación deberá proyectarse e instalarse permanentemente, siguiendo las disposiciones de la AEA y en los lugares de almacenamiento de explosivos o inflamables, al igual que en locales húmedos o mojados o con sustancias corrosivas las medidas de seguridad adoptadas deberán respetar lo estipulado en el Reglamento de la AEA."

2

SRT[®]
Supervisión de Riesgos de Trabajo

En el Decreto 617/77 Título V Riesgos Eléctricos, Art. 18 dice "Las instalaciones eléctricas deben cumplir con la reglamentación de la Asociación Electrotrónica Argentina" Ser de aplicación superior a la normativa establecida por el ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD. Además en el Art.19 se indica que "Los equipos eléctricos deben contar con conexión a tierra, instalada conforme a la normativa aplicable según artículo anterior".

En el mismo Decreto se tratan en los Arts. 20 a 23 otros conceptos vinculados con la seguridad en instalaciones eléctricas.

En el Decreto 249/07 Capítulo 8 Electricidad – Instalaciones Eléctricas, Art. 99 expresa que "Las instalaciones eléctricas deben cumplir con la reglamentación de la Asociación Electrotrónica Argentina y con carácter superior, las emitidas por el ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD".

En el mismo Decreto se tratan en los Arts.100 a 110 otros conceptos vinculados con la seguridad en instalaciones eléctricas.

La Regulación AEA 90364 (RAEA) se aplica:

- a las viviendas, locales comerciales y oficinas (Sección 7-771).
- a los baños y vestuarios (sección 7-701).
- a los locales de uso hospitalario (Sección 7-710).
- a los locales de pública concurrencia (Sección 7-718)
- a las Canalizaciones e instalaciones en locales húmedos (Sección 7-771-8.1)
- a las Canalizaciones e instalaciones en locales mojados (Sección 7-771-8.2)
- a las Canalizaciones e instalaciones a la intemperie (Sección 7-771-8.3)
- a las Canalizaciones e instalaciones en locales con riesgo de corrosión (Sección 7-771-8.4)
- a las Canalizaciones e instalaciones en lugares o locales con riesgo de explosión (lugares o locales BE3) (Sección 7-771-8.5)
- a las instalaciones en locales donde existen baterías de acumuladores (Sección 7-771-8.6)
- a las instalaciones en lugares de construcción, obras, demoliciones, obradores y lugares análogos (Sección 7-771-8.7)
- a las instalaciones de iluminación exterior (Sección 7-771-8.8)
- a las Cercas electrificadas (Sección 7-771-8.9)
- a las Instalaciones Eléctricas de Automatización de Edificios (Sección 7-780)

Para el resto de las instalaciones no indicadas en el listado precedente se aplicarán las secciones de la reglamentación 90364, que corresponden de las partes 0 a 6. Las instalaciones industriales incorporarán las Partes 0 a 6 de la IAEA 90364, incluyendo en los casos necesarios las Secciones de la Parte 7 que correspondan.

3

SRT[®]
Supervisión de Riesgos de Trabajo

Interpretación de la Res. 900/2015.

Art. 1° "De carácter obligatorio a la medición de puesta a tierra y verificación de la continuidad de las masas en el ambiente laboral.

Art. 2° "Tendrán una validez de 12 meses los valores de la medición de PNT y verificación de la continuidad de las masas cuyos datos se manifiesten en el Protocolo aprobado por la Res. 900/15.

Art. 3° "Ante el incumplimiento de los valores de la Regulación AEA en referencia al protocolo para la medición del valor de Resistencia de PNT o falta de Continuidad de las masas, se deberá elaborar un plan de acción para adecuarse a lo especificado.

Art. 4° "Se debe controlar periódicamente el adecuado funcionamiento de los dispositivos contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación.

Se aconseja la prueba con frecuencia mensual de los dispositivos, para verificar su funcionamiento mecánico.

Conceptos para completar el Protocolo

Si bien en el instructivo adjunto a la Res. 900/2015, menciona detalles a tener en cuenta para cada celda que se deba completar, se mencionaron a continuación algunos puntos a tener en cuenta para su interpretación.

Distribución de Energía

Es importante señalar a grandes rasgos como se distribuye la energía eléctrica en nuestro país.

Las empresas distribuidoras de energía emplean transformadores trifásicos con primario en triángulo y secundario en estrella con su centro, llamado punto neutro o centro de estrella, conectado a tierra.

El primario es alimentado con tres conductores en 13200 V (a veces en 33000 V). Desde el secundario salen 4 conductores: tres conductores de línea y un conductor neutro. Entre cada uno de los conductores de línea hay 380 V y entre cada conductor de línea y el neutro hay 220 V.

La energía eléctrica por las redes públicas en la República Argentina se distribuye normalmente de la forma que se indica en los gráficos siguientes según sea que el establecimiento reciba el suministro en BT (Baja Tensión, 127 V ó 220 V), desde la red pública o la reciba en MT (Media Tensión, 13kV ó 33kV).

Cuando la empresa proveedora del suministro de energía entrega en BT, el transformador es propiedad de la distribuidora, y en ese caso el establecimiento debe emplear internamente, en su conexión con la red, el esquema de conexión a tierra (ECT) TT sin poder elegir ninguna otra alternativa.

Para algún proceso el establecimiento que recibe en TT tuviera la necesidad de utilizar el ECT TN-S o el TT, deberá instalar algún transformador BT/BT en cuyo secundario se puede adoptar el ECT deseado.

4

SRT[®]
Supervisión de Riesgos de Trabajo

SUMINISTRO EN BAJA TENSION

Transformador de la Distribuidora eléctrica

Suministro en Baja Tensión

En BT, a partir de un transformador de la distribuidora que recibe en mt (3x13200 v y a veces 3x33000 v) en el primario, conectado en triángulo con 3 conductores (sin conductor neutro) y entrega BT desde el secundario conectado en estrella con 4 conductores (3 de línea + 1 como neutro) 3x400/231 (3x380/220)

El centro de estrella o punto neutro del transformador se conecta a tierra

Esta puesta a tierra se llama pat de servicio

5

SRT[®]
Supervisión de Riesgos de Trabajo

SUMINISTRO EN MEDIA TENSION

Suministro en MT

Transformador(es) del usuario

En BT el secundario está generalmente conectado en estrella con 4 conductores (3 de línea + 1 como neutro) 3x400/231 (3x380/220)

El centro de estrella o punto neutro del transformador se conecta a tierra

Esquemas de Conexión a Tierra (ECT).

Punto 26 del protocolo "Indicar cuál es el esquema de conexión a tierra utilizado en el establecimiento, TT / TN-S / TN-C / IT"

En el caso en que el establecimiento adopte el ECT TT se está señalando:

La primera letra indica la situación de la alimentación con relación a tierra y la segunda letra indica la situación de las masas eléctricas de la instalación consumidora con relación a tierra, así:

TT = Un punto de la alimentación puesto a TIERRA/Masas puestas a TIERRA (tierras separadas).

El neutro del transformador, que puede ser del establecimiento (si el usuario compra en MT) o de la distribuidora (si el usuario compra en BT), que alimenta al establecimiento está puesto a tierra (esa puesta a tierra [Pnt]) es llamada puesta a tierra de servicio, primera T y se la designa Rb). La segunda T indica la

6

SRT*
Sociedad Registada
de Ingenieros de España

puesta a tierra que el usuario debe realizar en su instalación, a la cual se deben conectar todas las masas eléctricas mediante conductores de protección (PE), en derivación. A esa misma puesta a tierra se deben conectar todas las masas no eléctricas (barras masas enterradas mediante conductores equipotenciales). Esa puesta a tierra que se la designa R_a , se denomina puesta a tierra de protección o de seguridad y en el ECT TT no debe vincularse con la tierra de servicio R_b .

Este ECT TT es un esquema de cinco conductores.

El gráfico siguiente ilustra una instalación operando en ECT TT. En esta instalación R_b representa la puesta a tierra del neutro o de servicio mientras que R_a representa la puesta a tierra de protección.

ESQUEMA TT. CIRCUITO DE FALLA ANTES DEL CONTACTO (LÍNEA ROJA DE Trazos)

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
3x13200 V / 3x400-230 V

7

SRT*
Sociedad Registada
de Ingenieros de España

En este ECT TT la corriente de falla I_d es de bajo valor, típicamente 20 A ya que en este circuito o lazo de falla participan ambas Resistencias de Pat, R_a y R_b . Esos 20 A surgen de suponer que $R_b=1 \Omega$ y que $R_a=10 \Omega$ (valores típicos) y aplicando la ley de Ohm (despreciando las resistencias/impedancias del transformador y de los conductores) la I_d se puede calcular:

$$I_d = U_0 / (R_b + R_a) = 220 / (1+10) = 20 \text{ A}$$

Con esa corriente la caída de tensión en R_a es de 200 V (20 A x 10 Ω) y esa tensión es la tensión de contacto presentada U_t que resulta aplicada a la masa eléctrica. Si el circuito que alimenta a ese equipo eléctrico tiene el neutro puesto a tierra en el transformador, no tiene protección diferencial (la persona no tiene manos aisladas o pies aislados de tierra, y aunque la masa esté conectada al conductor de protección puesto a tierra, esa persona corre serio riesgo de morir electrocutada). El interruptor termomagnético (ITM) que debe estar instalado en el tablero para alimentar y proteger al circuito no actuará debido a la baja corriente de falla I_d . Por ejemplo un ITM de curva B de 20 A necesita para disparar en forma instantánea una corriente de entre 60 y 100 A, valores que no se logran en general en el ECT TT.

Si en cambio, la R_{PaT} tuviera el máximo valor permitido por la RAEA para el ECT TT que es 40 Ω (siempre que se emplee un interruptor diferencial que tenga una corriente diferencial $I_{\Delta n}$ que no supere los 300 mA) R_b sigue siendo de 1 Ω , la corriente de defecto o falla ahora es de 5,37 A = $220V / (1+40)$ y la tensión probable de contacto es de 214,6 V = $(5,37A \times 40\Omega)$.

En este ECT es necesario e importante conocer el valor de la R_{PaT} de protección R_a ya que la caída de tensión que se produce en esa resistencia de tierra, provocada por la corriente de falla I_d que la recorre, es la tensión de contacto presentada U_t que queda aplicada a la masa de la carga que presentó una falla de aislamiento.

La RAEA da algunas opciones para conocer el valor de R_a .

- Una de ellas es medir la R_{PaT} Ra por medio de un telurímetro (el método más común).
- La segunda opción es medir con transformador variable, resistencia variable, amperímetro y voltímetro (opción muy poco empleada).
- Una tercera opción que permite la RAEA es medir la resistencia (o impedancia) del circuito de falla, circuito que incluye a la resistencia R_b (del neutro o de servicio) y a la resistencia R_a (de protección o de seguridad). Además en el circuito de falla quedan incorporadas las resistencias de los conductores y del transformador, que, en el ECT TT, se las desprecia por su bajo valor relativo. Esa medición se a arreglar un valor mayor que el de R_a (ya que en la medición se incluyó a R_b) pero si ese mayor valor medido es inferior a la R_a máxima permitida la resistencia de tierra R_a es correcta y en la planilla se informará por ejemplo $R_a < 40 \Omega$ o $R_a < 20 \Omega$ o $R_a < 10 \Omega$ o el valor que resulte según el caso.

8

SRT*
Sociedad Registada
de Ingenieros de España

Los valores máximos de Resistencia de Pat de protección en el ECT TT están indicados en la tabla 771.3.1 del Reglamento de la AEA siguiente:

Corriente diferencial máxima admisible del dispositivo diferencial	Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la línea de tierra de la masa eléctrica Ra (para $I_{\Delta n}$ 30 V)	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la línea de tierra de la masa eléctrica Ra (para $I_{\Delta n}$ 10 V)	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la línea de tierra de la masa eléctrica Ra (para $I_{\Delta n}$ 10 V)
$I_{\Delta n}$	2,5	3,2	6,3
10 A	5	2,4	1,2
3 A	10	4,8	2,4
1 A	50	24	12
100 mA	100	48	24
30 mA	167	80	40
100 mA	500	240	40
Resistencia alta	Hasta 1666	800	40

La tabla 771.3.1 indica para diferentes valores de corriente diferencial de disparo $I_{\Delta n}$ de los interruptores diferenciales (ID), el valor máximo de R_a de las masas para que el potencial de las masas puestas a tierra no sea superior a 24 V (columna 2) para cumplir con la tensión convencional límite de contacto. Los Decretos mencionan Tensión de Seguridad, concepto que actualmente se adopta como Tensión Límite Convencional de Contacto.

Como en la práctica, los valores para la toma de tierra deben ser menores para tomar las diferentes variaciones ocasionales, se establecen como máximos los de la columna 3 (con lo cual se garantiza el margen seguro de un Dispositivo Diferencial como máximo de 300 mA con un adecuado margen de seguridad. Estos valores deben ser respetados para completar los puntos 27 y 28 del protocolo).

A título informativo en la columna 1 se han volcado los valores de la $I_{\Delta n}$ y los valores máximos de R_a cuando se adoptan 50 V CA como tensión convencional límite de contacto en ambientes secos o húmedos, tal como la hacen las normas internacionales IEC.

Cuando el establecimiento compare en MT o transformador empleado para rebajar la tensión a 3x380/220 V, es propiedad del usuario y el ECT puede ser elegido por el establecimiento según su propio análisis.

9

SRT*
Sociedad Registada
de Ingenieros de España

técnico pudiendo en ese caso adoptar el ECT TT, TN-S o el IT.

El ECT TN-C está prohibido en las instalaciones en inmuebles salvo en situaciones excepcionales. (ver excepciones en AEA 90364-3, cláusula 312.2.1.1).

Otros esquemas de conexión:

ECT-TN-S: Cuando se habla del ECT TN-S se está indicando que el neutro del transformador que alimenta al establecimiento está puesto a tierra (puesta a tierra de servicio, primera T). La segunda letra, que es la N, indica que las masas eléctricas están conectadas al punto Neutro del transformador pero a través de un conductor de protección PE que se tiene desde el punto neutro, como conductor separado del neutro; de allí la letra S. Es un esquema de alimentación de cinco conductores.

ESQUEMA TN-S. CIRCUITO DE FALLA ANTES DEL CONTACTO

10

SRT*
Sociedad Registada
de Ingenieros de España

En el ECT TN-S de la figura el único electrodo de puesta a tierra que existe es el que pone a tierra el centro de estrella del transformador o punto neutro, electrodo por el cual no circula la corriente I_d provocada por una falla de aislamiento en la instalación de BT. Ese electrodo tiene una R_{PaT} R_b (tierra de servicio).

En el ECT TN-S la corriente de falla I_d puede alcanzar altos valores en relación al ECT TT ya que en este circuito o lazo de falla no participan las R_{PaT} R_a y R_b (que limitaban el valor de I_d en el TT) y la corriente de falla solo recorre los conductores de línea y de protección (baldos conductores metálicos) que tienen muy baja resistencia. Esos más elevados niveles de corriente permiten en general el disparo de los ITM (interruptor termomagnético) o la fusión de los fusibles si están bien seleccionados, no siendo en estos ECT obligatorio el empleo de los ID para la protección de los contactos indirectos, siempre que las protecciones indicadas reaccionen ante la corriente de falla y acción dentro de los tiempos indicados en la Tabla 41.5, o 771.1.8.1 de la RAEA y en los dos párrafos a) y b) que siguen a la tabla.

En el ECT TN-S la tensión de contacto presunta que aparecerá sobre la masa sería del orden de los 100 a 110 V.

Si el conductor de línea tuviera la misma sección y longitud que el PE y ambos fueran del mismo material se puede aceptar que los 220 V de la alimentación se reparten en partes iguales entre el conductor de línea y el conductor de protección PE: 110 V en cada tramo.

Por eso se acepta que la U_t (tensión de contacto presunta) en el TN-S está en el orden de los 100 V cuando ambos conductores tienen la misma resistencia (igual sección, igual longitud e igual material conductor). Si por el contrario la sección del PE fuera la mitad que el conductor de línea (como se permite cuando la sección del conductor de línea supera los 16 mm²), la U_t vale aproximadamente 146 V.

TN-C: Cuando se habla del ECT TN-C se está indicando que el neutro del transformador que alimenta al establecimiento está puesto a tierra (puesta a tierra de servicio, primera T). La segunda letra, que es la N, indica que las masas eléctricas están conectadas al conductor Neutro que también actúa como conductor de protección PE. A ese cuarto conductor que Combina los dos funciones, la función de Neutro N y la función de conductor de protección PE se lo denomina PEN. Es un esquema de alimentación de cuatro conductores.

11

SRT*
Sociedad Registada
de Ingenieros de España

ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA TN-C

Este ECT TN-C está prohibido en las instalaciones eléctricas en inmuebles alimentados desde la red pública de distribución (ver excepciones en AEA 90364-3, cláusula 312.2.1.1).

TN-C-S: Cuando se habla del ECT TN-C-S se está indicando que, hasta un punto de la instalación, las funciones de neutro N y de protección PE se combinan en un solo conductor (PEN), puesto a tierra en la alimentación (actuando esa parte de la instalación como TN-C) y que aguas abajo de ese punto, dicho conductor PEN se desdobla en un conductor neutro N y en un conductor de protección PE. O sea que es una combinación de los dos esquemas anteriores y que en una parte la instalación responde al esquema

12

SRT*
Asociación de Registros de Tensión

TN-C y en la otra al TN-S. En una parte de la instalación es un esquema de cuatro conductores y en la que a partir de un cierto punto (ver abajo) es de cinco conductores.

El esquema TN-C-S, está prohibido para las instalaciones internas de los inmuebles, con la excepción que se indica AEA 90364-3, cláusula 312.2.1.1.

ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA TN-C-S

ECT: IT = Cuando se habla del ECT IT se está indicando que el neutro del transformador que alimenta al establecimiento no está puesto a tierra sino que está aislado (isolated in inglés) de tierra, primera letra I. La segunda letra, que en la T indica la puesta a tierra que el usuario debe realizar en su instalación, a la cual se deben conectar todas las masas eléctricas mediante conductores de protección (PE), en derivación. Esa puesta a tierra que se la designa Ra, se denomina puesta a tierra de protección o de seguridad.

13

SRT*
Asociación de Registros de Tensión

ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA IT

TRANSFORMADOR DE LA DISTRIBUCIÓN
p.ej. 3x120/0 V / 3x400-230 V

Para más información consultar la cláusula 312.2 de la Parte 3 de AEA 90364 o las cláusulas 771.3 de la AEA 90364 Parte 7- Sección 771.

Para el punto 30 del protocolo: "Indicar si el circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada."

Con esto se está indicando que el conductor de PEN, (que va desde el electrodo de tierra hasta la barra de tierra del tablero) y que todos los conductores de protección (denominados PE y que van desde la barra de tierra del tablero hasta cada masa) deben tener la sección adecuada para conducir la corriente de falla. Esto es para evitar que la temperatura que tome el conductor de tierra y los conductores de protección dañen la aislación y/o las conexiones. Para ello el Reglamento AEA muestra una tabla de selección en función de la sección del conductor de protección PE o del conductor de tierra pueden seleccionarse en función de la sección del conductor de línea.

14

SRT*
Asociación de Registros de Tensión

aislado con color verde-amarillo en toda la instalación, con la excepción del caso en que se emplee en bandeja portables, en cuyo caso podrá ser desnudo.

Para el punto 32 del protocolo: "Indicar si el dispositivo de protección empleado en la protección contra los contactos indirectos está en condiciones de desconectar en forma automática el circuito, dentro de los tiempos máximos establecidos por la Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina." (Para UT (tenso) de contacto presunta) 24 V en Ca y una tensión de fase Uo= 220 Vca).

Cualquiera sea el ECT adoptado, la protección contra los contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación en circuitos terminales de iluminación y tomacorrientes de hasta 32 A, debe realizarse en los tiempos máximos indicados en la Tabla siguiente 41.3.

(Los valores adoptados consideran una tensión máxima de contacto presunta de 24 V ca y para una tensión de fase=220 Vca)

Tabla 41.3 o 771.18.1 de la RAEA-Tiempos máximos de desconexión para la protección contra contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación en circuitos terminales para Uo=24 V

Esquema	10 V < Uo ≤ 120 V		120 V < Uo ≤ 230 V		230 V < Uo ≤ 400 V	
	CA	CC	CA	CC	CA	CC
TN	0,4 s	a)	0,2 s	5 s	0,06 s	0,2 s
TT	0,2 s		0,06 s	0,2 s	0,01 s	0,01 s
IT	Ver 413.1.5					

Uo es la tensión simple en ca o cc o tensión entre línea y tierra

a) La desconexión puede ser requerida por razones distintas a la de la protección contra los choques eléctricos.

b) Cuando se emplea protección diferencial no se considerará el tiempo de apertura a Uo, sino a Uo.

16

SRT*
Asociación de Registros de Tensión

a) En los ECT TN-S, se admiten tiempos de desconexión que no excedan a 2 s para circuitos Seccionales y para los circuitos no cubiertos por la tabla 41.3 aunque si la selectividad de las protecciones lo requiere, ese tiempo podrá ser extendido hasta un máximo de 5 s.

b) En los ECT TT, se admiten tiempos de desconexión que no excedan de 1 s para circuitos Seccionales y para los circuitos no cubiertos por la tabla 41.3.

Cuando se empleen interruptores diferenciales en la protección contra los contactos indirectos los mismos deberán ser ensayados para verificar que cumplen con los tiempos de disparo y con las corrientes de no actuación y actuación que fija la Norma IEC 61008.

Otros conceptos de seguridad eléctrica.

La Reglamentación para instalaciones eléctricas en inmuebles vigente de la AEA (versión 2006), dice que (cualquiera sea el ECT) los circuitos terminales de iluminación y tomacorrientes de hasta 32 A deben protegerse adicionalmente contra los contactos directos, por medio de interruptores diferenciales de corriente diferencial asignada IΔn ≤ 30 mA.

Esta medida obligatoria complementa las medidas básicas de protección contra los contactos directos (aislación, envoltorios o barreras). El empleo de estos ID protegen a la vez del riesgo de contacto indirecto (debe existir una adecuada instalación de tierra) y del riesgo de incendio por fallas a tierra y por fugas a tierra.

Cualquiera sea el tipo de local (vivienda unifamiliar, multifamiliar, local comercial, local industrial, local para oficina) en el tablero principal deberá existir siempre un interruptor automático bipolar o tetrapolar, según que el suministro sea monofásico o trifásico con neutro. Ese interruptor automático deberá ser con relés termomagnéticos o con relés electrónicos, con protección en todos los polos.

Adicionalmente en ese tablero deberá existir, en el ECT TT, protección diferencial si se da alguna o más de una de las siguientes situaciones:

- Que el gabinete del tablero principal sea metálico o
- Que la canalización que vincule ambos tableros sea de aislación clase I (metálica).

17

SRT*
Asociación de Registros de Tensión

En el Dec. 351/79 se menciona en 1.1.2 el concepto de Tensión de Seguridad diciendo que "En los ambientes secos y húmedos se considerará como tensión de seguridad hasta 24 V respecto a tierra."

La Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, a través de sus Decretos Reglamentarios, establece el concepto de Tensión de Seguridad. A este concepto la RAEA le da dos significados:

a) La RAEA entiende como Tensión de Seguridad una Tensión de Alimentación segura es decir es una tensión tal que un contacto con ese potencial no produce ningún efecto fisiopatológico en la persona que entra en contacto con ella. Se obtiene a través de fuentes de seguridad como las que se emplean en los circuitos con MBTS (que en la RAEA se definió como Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra, y en otros países como España y Francia como Muy Baja Tensión de Seguridad)

b) La RAEA define el concepto de Tensión Convencional Límite de Contacto UT como "el Valor máximo de la tensión de contacto presunta Uo que se puede mantener indefinidamente en condiciones de influencias externas especificadas", concepto que se aplica exclusivamente en el análisis de los contactos indirectos. Para ambas magnitudes la RAEA adoptó los 24 V que indican los Decretos Reglamentarios 351/79, 911/96, 611/97 y 249/07.

En el caso de instalaciones que operan con ECT TT el único dispositivo de protección permitido en la protección contra los contactos indirectos es la protección diferencial, debido al muy bajo valor de la corriente de falla tal que la no se logra la actuación de un interruptor termomagnético ni la fusión de un fusible.

Cualquiera sea el ECT, como medida complementaria o de refuerzo en la protección contra contactos directos para los circuitos que atienden artefactos de iluminación y tomacorrientes de hasta 32 A, se debe emplear un interruptor diferencial de IΔn ≤ 30 mA.

Los interruptores diferenciales de cualquier IΔn deben cumplir con los cinco ensayos que la Reglamentación AEA 90364 y la Norma IEC 61008 indican. Para ello se debe emplear un instrumento que cumpla con IEC 61557-6. Los ensayos deben certificar:

- que con la mitad de la corriente diferencial el ID no debe disparar
- que con una corriente diferencial igual a IΔn aplicada súbitamente el ID debe disparar en como máximo 300 ms.

18

SRT*
Asociación de Registros de Tensión

- que con una corriente diferencial igual a 2xIΔn aplicada súbitamente el ID debe disparar en como máximo 150 ms,

- que con una corriente diferencial igual a IΔn aplicada súbitamente el ID debe disparar en como máximo 40 ms,

- que aplicando una corriente diferencial que crezca en forma gradual el disparo se produzca con una IΔn comprendida entre 0,5IΔn y 1xIΔn y que el tiempo de actuación esté dentro de los 300 ms.

Continuidad de las masas

Se debe comprobar que queda una de las masas eléctricas (motores, tableros metálicos, caños eléctricos, luminarias metálicas, máquinas de aislación clase I, etc.) y cada una de las masas extrañas (caños de agua, caños de vapor, caños de aire comprimido, caños de gas, conductos de aire acondicionado, columnas metálicas de trapeadores parabólicos, armarios de hornos armados, etc.) estén conectados a la puesta a tierra de la instalación (a la puesta a tierra Ra de protección en el ECT TT, y al borne Neutro de la instalación puesta a tierra en el ECT TN-S). Además se debe verificar que el borne de tierra de todos y cada uno de los tomacorrientes estén conectados también a la puesta a tierra de la instalación. Estas comprobaciones no son otra cosa que verificar la continuidad de los conductores de protección y de los conductores de equipotencialidad. Para medir esas continuidades el reglamento de la AEA establece que se deben emplear instrumentos que cumplan con la Norma IEC 61557-4 adecuados a ese efecto, que entreguen 200 mΩ como mínimo y una tensión a circuito abierto, continua o alterna, que no sea inferior a 4 V y no supere los 24 V.

Concepto de Toma de tierra lejana o Independiente.

La jaulina de puesta a tierra de las masas (puesta a tierra de protección) debería ser una sola. No obstante, de existir varios electrodos dispersos en el establecimiento los mismos deben estar vinculados entre sí (equipotencializados) y conectados a la barra principal de tierra.

Para conformar un esquema TT, la toma de tierra de la instalación interna deberá tener características de "tierra lejana o tierra independiente" frente a la toma de tierra de servicio de la red de alimentación.

19

SRT*
de Seguridad del Trabajo



La Toma de tierra independiente se define en IEC 60050 "International Electrotechnical Vocabulary" o sea el Vocabulario Electro-técnico Internacional (VEI) en 395-02-02 como: "Toma de tierra suficientemente alejada de otras tomas de tierra, de forma tal que su potencial eléctrico no sea sensiblemente afectado por las corrientes eléctricas entre la Tierra y los otros electrodos de tierra".

Tratándose de jabalinas cilíndricas RAM 2309 y 2310, para cumplir con la característica de "tierra lejana", la toma de tierra de la instalación deberá situarse a una distancia, medida en cualquier dirección, mayor a diez (10) veces el radio equivalente de la jabalina de mayor longitud. La Tabla 771.3.II establece radios equivalentes para diferentes electrodos o jabalinas cilíndricas.

El radio equivalente es una distancia que indica una zona de influencia electromagnética del electrodo de puesta a tierra. Depende de la forma y dimensiones del electrodo. Para las jabalinas cilíndricas el radio

$$Re \cong \frac{l}{\ln\left(\frac{l}{d}\right)}$$

equivalente en metros puede calcularse aproximadamente por medio de la siguiente expresión:

donde:
 Re [m] = radio equivalente
 l [m] = longitud de la jabalina
 d [m] = diámetro de la jabalina

20

SRT*
de Seguridad del Trabajo

Tabla 771.3.II - Radios equivalentes para electrodos RAM 2309 y 2310

Designación comercial	Diámetro exterior (mm)	Longitud (m)	3D Re (m)
1/2"	12,6	1,5	3,2
		2,0	4,6
		3,0	5,4
		4,5	7,6
		6,0	9,8
5/8"	14,6	1,5	3,2
		2,0	4,6
		3,0	5,4
		4,5	7,8
		6,0	10,0
3/4"	16,2	1,5	3,4
		2,0	4,4
		3,0	5,8
		4,5	8,0
		6,0	10,2

21

SRT*
de Seguridad del Trabajo

Puesta a tierra de sistemas de protección contra descargas atmosféricas.

Cuando exista un sistema de protección contra descargas atmosféricas el mismo deberá contar con su propia instalación de puesta a tierra para los pararrayos.

Esa puesta a tierra debe ser específica para esa aplicación y en los normos que tratan las instalaciones de protección contra las descargas atmosféricas que son la IEC 62305 y la AEA 92305 (cuya lectura se aconseja) se recomienda (no se exige) que la resistencia de puesta a tierra del sistema de protección contra las descargas atmosféricas medida con un telurímetro de baja frecuencia, no supere los 10 Ω.

Se indica en forma clara que más importante que la RPAI de protección contra las descargas atmosféricas es obtener una muy buena y adecuada equipotencialidad entre todas las masas eléctricas y todas las masas extrañas y equipotencialidad con la puesta a tierra del sistema eléctrico.

De todas maneras esas normas recomiendan un bajo valor para las puestas a tierra de protección contra las descargas atmosféricas, de ser posible inferiores a 10 Ω.

La RAEA exige que las tierras para los pararrayos se vinculen o interconecten a la tierra de protección de la instalación eléctrica para obtener equipotencialidad. Esa vinculación equipotencial NO HACE DEPENDIENTE a la puesta a tierra de protección contra los rayos, de la puesta a tierra de protección de las masas ya que en caso que se interrumpa la vinculación, la puesta a tierra de los pararrayos sigue cumpliendo con su función pero a costo de PÉDOR EQUIPOTENCIALIDAD.

En todas las instalaciones donde exista un sistema de protección contra descargas atmosféricas o en las zonas donde exista un nivel climático de 25 o más tormentas eléctricas por año y cuando se reciba alimentación mediante línea aérea, la instalación deberá contar con dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS). Se recomienda la aplicación de la tabla 771.3.II – condiciones de instalación de los DPS de la reglamentación AEA 90364-7-771.

El profesional que se ocupe de aplicar la Resolución 900/2015 en una instalación con ECT TT debe controlar:

- Si el establecimiento posee grupo electrógeno o su propio transformador se debe verificar que el neutro de su transformador o de su grupo electrógeno estén realmente conectados a tierra y que la tierra de

22

SRT*
de Seguridad del Trabajo



neutro del tablero principal esté realmente conectado con el neutro. Esa verificación será tanto para el TT como para el TNS. De no colocar el neutro a tierra estaremos frente a un ECT IT que requiere dispositivos especiales de control y monitoreo (por ejemplo Monitores de aislación).

- Deberá verificar mediante medición la resistencia de la puesta a tierra de protección, ya sea con telurímetro o con medición de la resistencia del circuito de falla.
- Deberá verificar que cada masa eléctrica (y el borne de tierra de cada tomacorriente) esté conectada a la barra de tierra del tablero comprobando la continuidad de cada conductor de protección.
- Deberá verificar que todas las masas extrañas (no eléctricas, por ej. bandeja portacables, caños de vapor, caños de agua, caños de gas etc.) estén conectadas a la barra de equipotencialidad principal (o a la barra de tierra del tablero principal si la de equipotencialidad no existiera), verificando la continuidad de los conductores de equipotencialidad entre cada masa extraña y las barras antes mencionadas.
- Deberá verificar que todos los circuitos terminales y seccionales posean protección diferencial.
- Deberá verificar el correcto funcionamiento de cada protección diferencial en corriente diferencial de disparo y en tiempo de actuación.

El profesional que se ocupe de aplicar la Resolución 900/2015 en una instalación con ECT TN-S debe controlar:

- Que el neutro de su transformador o de su grupo electrógeno esté realmente conectado a tierra y que la barra de tierra del tablero principal esté conectada con el neutro o con la barra de neutro en el tablero principal.
- Deberá verificar el valor de la RPAI del neutro (puesta a tierra de servicio Rb) y comprobar que su valor esté comprendido dentro de lo indicado en los valores límites, $\leq 2 \Omega$ (ohm).
- Deberá verificar que cada masa eléctrica (y el borne de tierra de cada tomacorriente) esté conectada a la barra de tierra del tablero comprobando la continuidad de cada conductor de protección.
- Deberá verificar que todas las masas extrañas (no eléctricas) estén conectadas a la barra de equipotencialidad principal (o a la barra de tierra del tablero principal si la de equipotencialidad no existiera), verificando la continuidad de los conductores de equipotencialidad entre cada masa extraña y las barras antes mencionadas.
- Deberá verificar cuál es el dispositivo de protección previsto para la desconexión automática de la alimentación que proteja los contactos indirectos.
- Si la protección adoptada en el circuito es un interruptor diferencial o un interruptor automático con protección diferencial incorporada bastará, sólo comprobar el correcto funcionamiento de la protección diferencial.

23

SRT*
de Seguridad del Trabajo

- Si la protección contra los contactos indirectos se realiza mediante interruptores automáticos que cumplen con IEC 60947-2 y no por protecciones diferenciales, se deberá verificar por medición o por cálculo la corriente de falla entre el conductor de línea y el PE en cada masa que se pretende proteger. Para validar el funcionamiento de la protección ese valor debe ser en 25 % mayor que el valor ajustado frente al cortocircuito en el interruptor automático, para tener en cuenta la tolerancia de éste en el disparo, tolerancia establecida en la Norma IEC mencionada.
- Si la protección contra los contactos indirectos se realiza mediante pequeños interruptores automáticos (PIA) que cumplen con IEC 60898 y no por protecciones diferenciales, se deberá verificar por medición o por cálculo la corriente de falla entre el conductor de línea y el PE en cada masa que se pretende proteger. Para validar el funcionamiento de la protección ese valor debe ser mayor que el máximo valor de disparo del PIA (sólo en un PIA B, 10In en un PIA C y 20In en un PIA D).
- Si la protección contra los contactos indirectos se realiza mediante fusibles que cumplen con IEC 60269 y no mediante protecciones diferenciales, se deberá verificar por medición o por cálculo la corriente de falla entre el conductor de línea y el PE en cada masa que se pretende proteger. La protección será efectiva si se verifica que los corrientes de falla medidas o calculadas logran fundir los respectivos fusibles en como máximo 5 segundos para lo cual se deberá emplear las curvas de los fusibles según Norma IEC 60269-2-1.

ASPECTOS ADICIONALES APLICABLES AL ECT TN-S

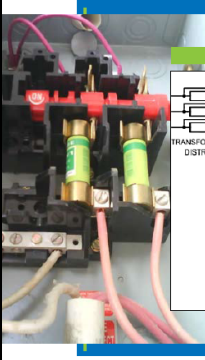
En el caso del ECT TN-S no existe LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Ra que en cambio si existe en el TT. Por esta razón en el TNS no hay ninguna resistencia de puesta a tierra que forme parte del circuito de falla y que haya que medir con ese objeto.

En el lado de BT del ECT TN-S el único sistema de puesta a tierra que existe es el que pone a tierra al centro de estrella del transformador o punto neutro, electrodo llamado de puesta a tierra de servicio, por el cual no circula la corriente de defecto I provocada por una falla de aislación en la instalación de BT. Ese electrodo, tiene una RpaI Rb.

Sin embargo por ese electrodo con RpaI Rb puede circular otra corriente de falla provocada por una situación que debe ser considerada y que se produce cuando un conductor de línea hace contacto con la tierra o con una masa extraña no equipotencializada (ver figura siguiente).

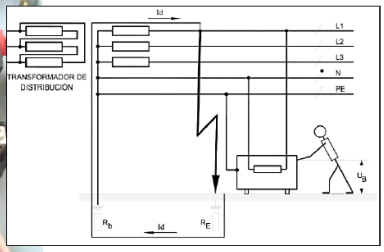
24

SRT*
de Seguridad del Trabajo



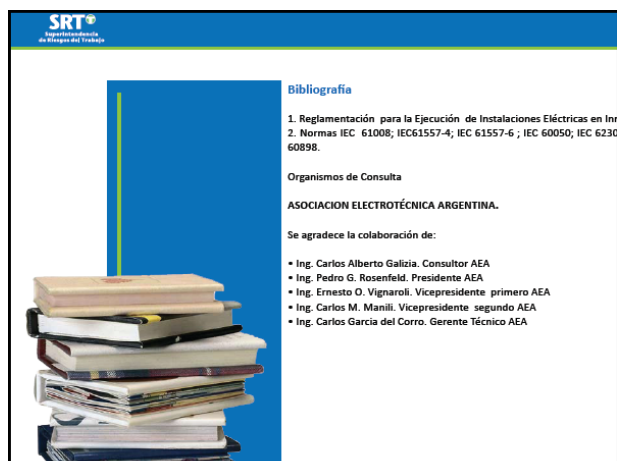
Este punto se trata en la Reglamentación AEA 90364 en el Anexo F del Capítulo 41. Allí se indica que ocurre cuando un conductor de línea hace contacto con la tierra o con una masa extraña no equipotencializada. Por lo expuesto se puede aceptar como correcto para Rb un valor menor o igual a 2 Ω, y si fuere posible menor o igual a 1 Ω.

FALLA DIRECTA A TIERRA EN UN ESQUEMA TN-S



En el caso que deba adquirirse energía en MT se recomienda consultar con RAEA 90364 Capítulo 442 parte 4 sobre aspectos relacionados a la vinculación de instalaciones de media y baja tensión.

25



Con este **Protocolo** se corrigen muchos de los errores que se venían cometiendo en este segmento de la seguridad en las instalaciones eléctricas

Pero lo que hay que preguntarse ahora es ¿cuál ha sido el objetivo de la SRT para elaborar un protocolo de medición de puesta a tierra?

En principio, el objetivo ha sido uniformizar las presentaciones.

Esto ya lo llevó a la práctica la **SRT** en otras mediciones como son las de **ruido (Resolución 85/2012 - Protocolo de Ruido)**, la de **iluminación (Resolución 84/2012 - Protocolo de Iluminación)** y varias más.

Pero un 2° objetivo de la **R.900, QUE SUBYACE EN SU REDACCIÓN**, es **verificar el real cumplimiento de las condiciones de seguridad....**

..de las instalaciones eléctricas **frente a los riesgos de contacto indirecto** a que pueden quedar expuestos los trabajadores, o sea **VELAR por la SEGURIDAD de las PERSONAS FRENTE al CONTACTO INDIRECTO**, situación que **Bajo Ningún concepto se alcanzaba con la simple medición de la Rpat** tal como se venía haciendo hasta estos días pese a que en el DR 351 ...

..... en **3.3.1. Puesta a tierra de las masas** se indica algo muy importante sobre este tema: ***“Los valores de las Rpat de las masas, deberán estar de acuerdo con el umbral de tensión de seguridad y los dispositivos de corte elegidos, de modo de evitar llevar o mantener las masas a un potencial peligroso en relación a la tierra o a otra masa vecina.”***

Ese artículo 3.3.1. Puesta a tierra de las masas dice además: ***“Las masas deberán estar unidas eléctricamente a una toma a tierra o a un conjunto de tomas a tierra interconectadas”***

¿QUÉ DIJO LA SRT CUANDO PRESENTÓ ESTA RESOLUCIÓN PÚBLICAMENTE?

DIJO: Esta Resolución se origina con el trabajo y consenso de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, Profesionales con distinguidas capacidades en el tema eléctrico y con la colaboración y observación de distintas entidades relacionadas con el tema de higiene y seguridad, como universidades, Colegios Profesionales y otras.

Resulta indispensable que los sistemas de pat y los dispositivos de corte automático de la alimentación, se encuentren en condiciones adecuadas. Se debe verificar que cada masa esté conectada a un conductor PE puesto a tierra (continuidad del circuito de tierra de las masas) p/ la protección de los **TRABAJADORES** contra riesgos de contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión (riesgo de contacto Indirecto).

Para la mejora real y constante de la situación de los trabajadores, es imprescindible que se cuente con mediciones confiables, claras y de fácil interpretación lo que hizo necesaria la incorporación del uso de un protocolo estandarizado de medición y verificación.

El protocolo resuelve todos los problemas que se venían manifestando con los procedimientos que regían antes de la Res.900

El protocolo tal como se ha planteado, abarca todos los temas que hasta ahora no se venían exigiendo, ya que hasta que entró en vigencia la Res.900 se suponía **ERRÓNEAMENTE...**

....que con la **tradicional medición de la Rpat se resolvían los problemas de seguridad frente a los contactos indirectos** lo cual es **TOTALMENTE FALSO**

El protocolo derriba un mito de muy antigua data y que todavía subsiste.

Ese mito nos hizo creer que con conectar a tierra una masa eléctrica se protegía contra los contactos indirectos a las personas que tocaban esas masas, ya que se nos había hecho pensar que la tensión de contacto presunta (U_t) sería nula o muy baja:

ESO ERA y ES ABSOLUTAMENTE FALSO

Vamos a demostrar que la existencia de la **pat** y la medición de la **Rpat** **no genera seguridad por sí sola:**

debe ir acompañada de un **DP** (dispositivo de protección) que actúe como un “**sensor**” o que “**vea**” la **Id** (corriente de defecto o de falla de aislación) y...

...que actúe antes que la persona toque la masa eléctrica que quedó bajo tensión y a la que se conectó el **PE** para que por el **PE** circule la corriente de falla de retorno hasta la fuente (en el **ECT TN-S**) o para que por el **PE** y por la tierra circule la corriente de falla a tierra de retorno hasta la fuente (en el **ECT TT**)

Esto que acabamos de comentar es uno de los tantos errores existentes entre **los especialistas que hoy miden pat**, entre **los que solicitan la medición** y entre **quienes reciben los informes de los especialistas que midieron**

214

214

No se puede seguir pensando que con **Poner a Tierra** una masa eléctrica habremos protegido a las personas y a los animales domésticos y de cría del riesgo de contacto indirecto. **ESO ES TOTALMENTE INCORRECTO**

Lo que realmente va a salvar a esa persona (o animal de cría) de la muerte es **la desconexión automática de la alimentación** antes que la tensión de contacto tome valores peligrosos

Y eso requiere dos tareas:

- la conexión (por derivación) del conductor de protección **PE** (que estará conectado a tierra) con las **masas**,
- y la coordinación del **PE** con un **DP** que detecte la corriente de falla de aislación y abra el circuito

217

217

¿Qué pasaba en mi niñez y en la de muchos de los presentes, cuando en nuestras casas había fusibles para la protección de los circuitos? En esos años no había ITM, ni ID, ni conductores de protección, ni puestas a tierra en los inmuebles

218

218

¿Qué nos decían los mayores? Que conectáramos el “chassis” o gabinete o la estructura metálica de la heladera a la canilla del lavadero (o de la cocina) con un tramo de conductor “de tierra” acompañando al cable de conexión por fuera de dicho cable TPR.

Nos habían hecho creer que conectando el chassis a la canilla le dábamos tierra y eso nos salvaba.

Pero, otra vez, eso era **FALSO**.

220

220

¿Qué se buscaba realmente? Debido a que la cañería de agua del inmueble era metálica y se conectaba a la red de agua corriente de la calle también metálica, enterrada y de gran extensión, la heladera quedaba conectada a una instalación de tierra de muy baja resistencia

Esta muy baja resistencia de esa gran red de tierra permitía que ante una falla de aislación en la heladera, la corriente que circulaba por el conductor de línea y por el llamado conductor de tierra, hoy conductor de protección, fuera tan elevada que fundía el fusible

Eso era lo buscado:
la **protección contra los contactos indirectos por “la desconexión o corte automático de la alimentación”**

223

223

<http://www.srt.gob.ar/index.php/protocolos>

o

<http://www.srt.gob.ar/index.php/protocolos/1171-protocolo-para-la-medicion-del-nivel-de-ruido-en-el-ambiente-laboral-4>


Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
Superintendencia de Riesgos del Trabajo

MINISTERIO DE TRABAJO, EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL

SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO

Resolución 900/2015

Bs. As., 22/4/2015

VISTO el Expediente N° 174.986/14 del Registro de esta SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO (S.R.T.), las Leyes N° 19.587, N° 24.557, N° 25.212, y los Decretos N° 351 de fecha 05 de febrero de 1979, N° 911 de fecha 05 de agosto de 1996, N° 617 de fecha 07 de julio de 1997, N° 1.057 de fecha 11 de noviembre de 2003, N° 249 de fecha 20 de marzo de 2007, la Resolución S.R.T. N° 3.117 de fecha 21 de noviembre de 2014, y

CONSIDERANDO:

Que el artículo 1° apartado 2°, inciso a) de la Ley sobre Riesgos del Trabajo N° 24.557, establece que uno de los objetivos fundamentales del Sistema, creado por dicha norma, es la reducción de la siniestralidad a través de la prevención de los riesgos laborales.

Que a través del artículo 4° del mencionado cuerpo normativo se establece que los empleadores, los trabajadores y los Representantes de Riesgos del Trabajo (A.R.T.) comprendidos en el ámbito de la Ley de Riesgos del Trabajo están obligados a adoptar las medidas legítimamente previstas para prevenir eficazmente los riesgos del trabajo. A tal fin, dichas partes deberán cumplir con las normas sobre higiene y seguridad en el trabajo.

Que el artículo 4°, inciso b) de la Ley N° 19.587 establece que la normativa relativa a Higiene y Seguridad en el Trabajo comprende las normas técnicas, las medidas sanitarias, preventivas, de salud y de cualquier otra índole que tengan por objeto prevenir, reducir, eliminar o asistir los riesgos de los distintos puestos de trabajo.

Que el artículo 5° de la norma mencionada en el considerando precedente establece en su inciso f) que a los fines de la aplicación de esta ley se entenderá como método hábil de ejecución, la adopción y aplicación de los medios científicos y técnicos adecuados y actualizados que hagan a los objetivos de la norma.

Que, asimismo, el inciso f) del referido artículo, estima como necesaria la difusión de las recomendaciones y técnicas de prevención que resulten universalmente reconocibles o efectivas.

Que resulta indispensable que los sistemas de puesta a tierra, y los dispositivos de corte automático de la alimentación, se empueren en condiciones adecuadas, como así también la verificación de que cada masa está conectada a un conductor de protección puesto a tierra (continuidad del circuito de tierra de las masas) para la protección de los


Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
Superintendencia de Riesgos del Trabajo

trabajadores contra riesgos de contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión (riesgo de contacto indirecto).

Que para la mejora real y constante de la situación de los trabajadores, es imprescindible que se cuente con mediciones confiables, claras y de fácil interpretación, lo que hace necesaria la incorporación del uso de un protocolo estandarizado de medición y verificación.

Que la Gerencia de Asuntos Legales de esta SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO (S.R.T.) ha tomado intervención que le corresponde.

Que la presente se dicta en ejercicio de las facultades conferidas por el artículo 36, apartado 1°, inciso a) de la Ley N° 24.557, el artículo 2° del Decreto N° 351 de fecha 05 de febrero de 1979, el artículo 3° del Decreto N° 911 de fecha 05 de agosto de 1996 y el artículo 2° del Decreto N° 617 de fecha 07 de julio de 1997 —conforme modificaciones dispuestas por los artículos 1°, 4° y 5° del Decreto N° 1.057 de fecha 11 de noviembre de 2003—, y el artículo 2° del Decreto N° 249 de fecha 20 de marzo de 2007.

Por ello,

EL SUPERINTENDENTE DE RIESGOS DEL TRABAJO

RESUELVE:

ARTÍCULO 1° — Apruébese el Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral, que como Anexo forma parte integrante de la presente resolución, y que será de uso obligatorio para todos aquellos que deban medir el valor de la puesta a tierra y verificar la continuidad de las masas conforme las previsiones de la Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y normas reglamentarias.

ARTÍCULO 2° — Establécense que los valores de la medición de la puesta a tierra, la verificación de la continuidad del circuito de tierra de las masas en el ambiente laboral, cuyo dato esté contenido en el protocolo aprobado en el artículo 1° de la presente resolución, tendrán una validez de DOCE (12) meses.

ARTÍCULO 3° — Establécense que cuando las mediciones arrojen valores que no cumplan con la Reglamentación de la ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA (A.E.A.) para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles y/o cuando se verifique falta de vinculación con tierra de alguna de las masas (falta de continuidad del circuito de tierra de las masas) se debe realizar un plan de acción para lograr adecuar el ambiente de trabajo.


Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
Superintendencia de Riesgos del Trabajo

ARTÍCULO 4° — Establécense que se debe controlar periódicamente el adecuado funcionamiento de los dispositivos de protección contra contactos indirectos por corte automático de la alimentación.

ARTÍCULO 5° — Determinarse que a los efectos de realizar la medición a la que se hace referencia en el artículo 1° de la presente resolución podrá consultarse una guía práctica que se publicará en la página web de la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO (S.R.T.): www.srt.gob.ar.

ARTÍCULO 6° — Facúltase a la Gerencia de Prevención de esta S.R.T. a modificar y determinar plazos, condiciones y requisitos establecidos en la presente resolución, así como a dictar normas complementarias.

ARTÍCULO 7° — Determinarse que la presente resolución entrará en vigencia a los TREINTA (30) días contados a partir del día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial de la REPÚBLICA ARGENTINA.

ARTÍCULO 8° — Comuníquese, publíquese, dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. — Dr. JUAN H. GONZÁLEZ GAVIOLA, Superintendente de Riesgos del Trabajo.

ANEXO 1

PROTOKOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS	
1) Razon Social:	
2) Dirección:	
3) Localidad:	
4) Provincia:	
5) CP:	6) CUIT:


Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
Superintendencia de Riesgos del Trabajo

MINISTERIO DE TRABAJO, EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL

SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO

Resolución 900/2015

Bs. As., 22/4/2015

VISTO el Expediente N° 174.986/14 del Registro de esta SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO (S.R.T.), las Leyes N° 19.587, N° 24.557, N° 25.212, y los Decretos N° 351 de fecha 05 de febrero de 1979, N° 911 de fecha 05 de agosto de 1996, N° 617 de fecha 07 de julio de 1997, N° 1.057 de fecha 11 de noviembre de 2003, N° 249 de fecha 20 de marzo de 2007, la Resolución S.R.T. N° 3.117 de fecha 21 de noviembre de 2014, y

CONSIDERANDO:

Que el artículo 1°, apartado 2°, inciso a) de la Ley sobre Riesgos del Trabajo N° 24.557, establece que uno de los objetivos fundamentales del Sistema, creado por dicha norma, es la reducción de la siniestralidad a través de la prevención de los riesgos laborales.

Que a través del artículo 4° del mencionado cuerpo normativo se establece que los empleadores, los trabajadores y las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo (A.R.T.) comprendidos en el ámbito de la Ley de Riesgos del Trabajo están obligados a adoptar las medidas legalmente previstas para prevenir eficazmente los riesgos del trabajo. A tal fin, dichas partes deberán cumplir con las normas sobre higiene y seguridad en el trabajo.

Que el artículo 4°, inciso b) de la Ley N° 19.587 establece que la normativa relativa a Higiene y Seguridad en el Trabajo comprende las normas técnicas, las medidas sanitarias, precautorias, de tutela y de cualquier otra índole que tengan por objeto prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos puestos de trabajo.

Que el artículo 5° de la norma mencionada en el considerando precedente establece en su inciso l) que a los fines de la aplicación de esa ley se considera como método básico de ejecución, la adopción y aplicación de los medios científicos y técnicos adecuados y actualizados que hagan a los objetivos de la norma.

Que, asimismo, el inciso ñ) del referido artículo, estima como necesaria la difusión de las recomendaciones y técnicas de prevención que resulten universalmente aconsejables o adecuadas.

Que resulta indispensable que los sistemas de puesta a tierra, y los dispositivos de corte automático de la alimentación, se encuentren en condiciones adecuadas, como así también la verificación de que cada masa esté conectada a un conductor de protección puesto a tierra (continuidad del circuito de tierra de las masas) para la protección de los


Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
Superintendencia de Riesgos del Trabajo

trabajadores contra riesgos de contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión (riesgo de contacto indirecto).

Que para la mejora real y constante de la situación de los trabajadores, es imprescindible que se cuente con mediciones confiables, claras y de fácil interpretación, lo que hace necesaria la incorporación del uso de un protocolo estandarizado de medición y verificación.

Que la Gerencia de Asuntos Legales de esta SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO (S.R.T.) ha tomado intervención que le corresponde.

Que la presente se dicta en ejercicio de las facultades conferidas por el artículo 36, apartado 1°, inciso a) de la Ley N° 24.557, el artículo 2° del Decreto N° 351 de fecha 05 de febrero de 1979, el artículo 3° del Decreto N° 911 de fecha 05 de agosto de 1996 y el artículo 2° del Decreto N° 617 de fecha 07 de julio de 1997 —conforme modificaciones dispuestas por los artículos 1°, 4° y 5° del Decreto N° 1.057 de fecha 11 de noviembre de 2003—, y el artículo 2° del Decreto N° 249 de fecha 20 de marzo de 2007.

Por ello,

EL SUPERINTENDENTE DE RIESGOS DEL TRABAJO

RESUELVE:

ARTICULO 1° — Apruébase el Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral, que como Anexo forma parte integrante de la presente resolución, y que será de uso obligatorio para todos aquellos que deban medir el valor de la puesta a tierra y verificar la continuidad de las masas conforme las previsiones de la Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y normas reglamentarias.

ARTICULO 2° — Establécese que los valores de la medición de la puesta a tierra, la verificación de la continuidad del circuito de tierra de las masas en el ambiente laboral, cuyos datos estarán contenidos en el protocolo aprobado en el artículo 1° de la presente resolución, tendrán una validez de DOCE (12) meses.

ARTICULO 3° — Estipúlase que cuando las mediciones arrojen valores que no cumplan con la Reglamentación de la ASOCIACION ELECTROTECNICA ARGENTINA (A.E.A.) para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles y/o cuando se verifique falta de vinculación con tierra de alguna de las masas (falta de continuidad del circuito de tierra de las masas) se debe realizar un plan de acción para lograr adecuar el ambiente de trabajo.


Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
Superintendencia de Riesgos del Trabajo

Verificar ID y controlar ajustes y curvas de los IA y fusibles

VER SITIO WEB

ARTICULO 4° — Establécese que se debe controlar periódicamente el adecuado funcionamiento del/los dispositivos de protección contra contactos indirectos por corte automático de la alimentación.

ARTICULO 5° — Determinase que a los efectos de realizar la medición a la que se hace referencia en el artículo 1° de la presente resolución podrá consultarse una guía práctica que se publicará en la página web de la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO (S.R.T.): www.srt.gob.ar.

ARTICULO 6° — Facúltase a la Gerencia de Prevención de esta S.R.T. a modificar y determinar plazos, condiciones y requisitos establecidos en la presente resolución, así como a dictar normas complementarias.

ARTICULO 7° — Determinase que la presente resolución entrará en vigencia a los TREINTA (30) días contados a partir del día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial de la REPUBLICA ARGENTINA.

ARTICULO 8° — Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. — Dr. JUAN H. GONZALEZ GAVIOLA, Superintendente de Riesgos del Trabajo.


S.R.T.
Superintendencia de Riesgos del Trabajo

Guía Práctica de interpretación de la RESOLUCIÓN SRT. 900/2015

“PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA”


Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
Superintendencia de Riesgos del Trabajo

Datos para medición

1) Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado:

2) Fecha de Calibración del Instrumental utilizado:

3) Fecha de la medición: 4) Hora de inicio: 5) Hora finalización:

6) Metodología utilizada

7) Observaciones:

Documentación que se Adjuntará a la Medición

8) Certificado de Calibración.

9) Foto o croquis.

Hoja 1/3

Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
Plano, Actualización y Registro del Profesional Inscribirse

PROTOCOLO DE MEDICIÓN		
(16) Razón Social:		
(18) Dirección:		
(19)		
(22)	(23)	(24)
Número de toma de tierra	Sector	Descripción de la condición del terreno al momento de la medición Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso / Lluvias recientes / Arenoso seco o húmedo / Otro

MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS		
Localidad:		(20) CP:
Datos de la Medición		
(25)	(26)	(27)
Uso de la puesta a tierra Toma de Tierra del neutro de Transformador / Toma de Tierra de Seguridad de las Masas / De Protección de equipos Electrónicos / De Informática / De Iluminación / De Pararrayos /Otros.	Esquema de conexión a tierra utilizado: TT / TN-S/ TN-C / TN-C-S / IT	Medición Valor obtenido en ohm

Medición de la puesta a tierra y Continuidad de las masas			
Medición de la puesta a tierra		Continuidad de las masas	
(28)	(29)	(30)	(31)
Valor obtenido en la medición expresado en ohm (Ω)	cumple SI / NO	El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente SI / NO	El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada SI / NO

Continuidad de las masas		(32)
(33)	El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada SI / NO	Para la protección contra contactos indirectos se utiliza: dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusible (Fus).

(31)	(32)
Para la protección contra contactos indirectos se utiliza: dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusible (Fus).	El dispositivo de protección empleado ¿puede desconectar en forma automática la alimentación para lograr la protección contra los contactos indirectos? SI / NO

(22)	(23)	(24)
Número de toma de tierra	Sector	Descripción de la condición del terreno al momento de la medición Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso recientes / Arenoso seco o húmedo
(35) Información adicional:		

ANEXO

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS			
Razón Social:		C.U.I.T.:	
Dirección:	Localidad:	C.P.:	Provincia:
Análisis de los Datos y Medidas a Realizar			
Conclusiones:		Recomendaciones para la adecuación a la legislación vigente:	

Hoja 1/1


 Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
 Superintendencia de Riesgos del Trabajo

INSTRUCTIVO PARA COMPLETAR EL PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS

- 1) Identificación del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición (razón social completa).
- 2) Domicilio real del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 3) Localidad del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 4) Provincia en la cual se encuentra radicado el establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 5) Código Postal del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.

- 6) C.U.I.T. de la empresa o institución.
- 7) Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado en la medición.
- 8) Fecha de la última calibración realizada al instrumento empleado en la medición.
- 9) Fecha de la medición, o indicar en el caso de que el estudio lleve más de un día la fecha de la primera y de la última medición.
- 10) Hora de inicio de la primera medición.
- 11) Hora de finalización de la última medición.
- 12) Nombre de la metodología o método utilizado.
- 13) Espacio para agregar información adicional de importancia.
- 14) Adjuntar el certificado de calibración del equipo, expedido por el laboratorio (copia).
- 15) Adjuntar plano o croquis del establecimiento, indicando los puntos en los que se realizaron las mediciones (número de toma a tierra). El croquis deberá contar como mínimo, con sectores o sección.
- 16) Identificación del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición (razón social completa).
- 17) C.U.I.T. de la empresa o institución.

- 18) Domicilio real del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 19) Localidad del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 20) Código Postal del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 21) Provincia en la cual se encuentra radicado el establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 22) Número de toma de tierra, indicar mediante un número la toma a tierra donde realiza la medición, el cual deberá coincidir con el del plano o croquis que se adjunta a la medición.
- 23) Indicar el sector o la sección dentro de la empresa donde se realiza la medición.
- 24) Indicar o describir la condición del terreno al momento de la medición, lecho seco, arenoso seco o húmedo, lluvias recientes, turba, limo, pantanoso, etc.
- 25) Indicar el uso habitual de la misma, toma de tierra del neutro de transformador, toma de tierra de seguridad de las masas, de protección de equipos electrónicos, de informática, de iluminación, de pararrayos, otros.
- 26) Indicar cuál es el esquema de conexión a tierra utilizado en el establecimiento, TT / TN-S / TN-C / TN-C-S / IT.

- 27) Indicar el valor obtenido en la medición de resistencia de puesta a tierra de las masas, expresado en Ohm.
- 28) Indicar si el resultado de la medición cumple o no con lo expresado en la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles de la Asociación Argentina de Electrotécnicos, requerido legalmente.
- 29) Indicar si el circuito de puesta a tierra es continuo y permanente.
- 30) Indicar si el circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada.
- 31) Indicar cuál es la protección que se utiliza en el establecimiento contra contactos indirectos, dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA), fusible (Fus).
- 32) Indicar si el dispositivo de protección empleado en la protección contra los contactos indirectos está en condiciones de desconectar en forma automática el circuito, dentro de los tiempos máximos establecidos por la Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina.
- 33) Espacio para agregar información adicional de importancia.
- 34) Identificación del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición de puesta a tierra (razón social completa).
- 35) C.U.I.T. de la empresa o institución.

- 36) Domicilio real del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 37) Localidad del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 38) Código Postal del establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 39) Provincia en la cual se encuentra radicado el establecimiento, explotación o centro de trabajo donde se realiza la medición.
- 40) Indicar las conclusiones, a las que se arribó, una vez analizados los resultados obtenidos en las mediciones.
- 41) Indicar las recomendaciones, después de analizar las conclusiones.

¿QUÉ SE VENÍA HACIENDO
HASTA ANTES DE LA
RESOLUCIÓN 900/2015 DE LA
SRT EN LOS TEMAS
VINCULADOS CON LA
SEGURIDAD ELÉCTRICA?

COMO YA SE DIJO
PRÁCTICAMENTE LO ÚNICO
QUE SE EXIGÍA ERA LA
MEDICIÓN DE LA(S)
RESISTENCIA(S) DE PUESTA A
TIERRA
Rpat

PREGUNTAMOS ANTES SI
CUANDO SE HA REALIZADO LA
MEDICIÓN ¿SE GARANTIZABA
QUE UNA PERSONA NO
ESTUVIERA EXPUESTA A UN
CHOQUE ELÉCTRICO
PROVOCADO POR UN
CONTACTO INDIRECTO?

YA RESPONDIMOS QUE NO.
EN ABSOLUTO.
NO GARANTIZABA NADA
NI GARANTIZA NADA

ACEPTAR ESO ERA ACEPTAR Y
CONVALIDAR UN UN ENORME
ERROR QUE DEMOSTRABA UN
TOTAL DESCONOCIMIENTO
ENTRE QUIENES SE OCUPABAN
DE ESTE TEMA

COMO YA DIJIMOS, POR ESTA
RAZÓN, Y POR OTRAS ES QUE
RESULTA TAN IMPORTANTE LA
NUEVA RESOLUCIÓN 900 DE LA
SRT

YA DIJIMOS TAMBIÉN CUÁL ES EL OBJETIVO DE SEGURIDAD QUE SE PERSIGUE O QUE SE BUSCA CON LA NUEVA RESOLUCIÓN 900 DE LA SRT

ASEGURARSE QUE EN CASO DE UNA FALLA DE AISLACIÓN EN CUALQUIER EQUIPO ELÉCTRICO SUS MASAS NO PRESENTEN TENSIONES DE CONTACTO PELIGROSAS o

o SI LA TENSIÓN ES PELIGROSA, SE PRODUZCA LA DESCONEXIÓN AUTOMÁTICA DE LA ALIMENTACIÓN EN UN TIEMPO MUY CORTO QUE FIJA LA RAEA EN FUNCIÓN DE LOS ESTUDIOS DE LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE EN EL CUERPO HUMANO (IEC 60479)

¿Y CÓMO SE PRODUCE LA DESCONEXIÓN AUTOMÁTICA DE LA ALIMENTACIÓN?

COORDINANDO LA ACTUACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CON LA INSTALACIÓN DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN CONECTADOS A TIERRA

HASTA AHORA

¿Se tenía en cuenta **que no debían existir varios electrodos** de Puesta a Tierra dispersos en la instalación?

PRÁCTICAMENTE NUNCA

HASTA AHORA ¿Se tenía en cuenta que si existían **debían estar interconectados entre ellos y a tierra** (equipotencializados a tierra)?

PRÁCTICAMENTE NUNCA

HASTA AHORA

¿SE TENÍA EN CUENTA EL ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA QUE LA INSTALACIÓN EMPLEABA?

PRÁCTICAMENTE NUNCA

POR ESO, EN LA RESOLUCIÓN 900 UNA DE LAS PRIMERAS PREGUNTAS QUE SE HACE ES

¿CUÁL ES EL USO DE LA PUESTA A TIERRA?

A) En la celda (25) de la planilla llamada “**Datos de la Medición**” se indica o se pregunta “**Cuál es el uso habitual de la puesta a tierra**” y allí se dan una serie de opciones:

Toma de Tierra del neutro de Transformador / Toma de Tierra de Seguridad de las Masas / De Protección / De protección de equipos electrónicos / De informática / De iluminación / De Pararrayos / Otros

OTRA DE LAS PRIMERAS PREGUNTAS QUE SE HACE ES

¿QUÉ ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA SE ESTÁ EMPLEANDO?

B) En la celda (26) de la planilla “**se pregunta por el Esquema de Conexión a Tierra (ECT) utilizado y se indican como opciones a responder TT, TN-S, TN-C, TN-C-S, IT**”

Datos de la Medición		
(25) Uso de la puesta a tierra Toma de Tierra del neutro de Transformador / Toma de Tierra de Seguridad de las Masas / De Protección de equipos Electrónicos / De Informática / De Iluminación / De Pararrayos /Otros.	(26) Esquema de conexión a tierra utilizado: TT / TN-S/ TN-C / TN-C-S / IT	Medición (27) Valor obtenido la medición expresado en Ω

(25) Uso de la pat Toma de Tierra del neutro de Transformador/ Toma de Tierra de Seguridad de las Masas/ De Protección de Equipos Electrónicos/ De Informática / De Iluminación / De Pararrayos / Otros.	(26) Esquema de conexión a tierra utilizado: TT / TN-S / TN-C / TN-C-S / IT	M Va en e

OTRAS DE LAS PREGUNTAS QUE SE HACEN CON RELACIÓN A LA “Medición de la puesta a tierra” SON

¿“Valor obtenido en la medición expresado en Ω ”?

“Cumple (SI/NO)”.

LAS RESPUESTAS OBTENIDAS A ESTAS PREGUNTAS GENERALMENTE SON INCORRECTAS

C) En las celdas (27) y (28) vinculadas con la “Medición de la puesta a tierra” se pregunta en (27) cuál es el “Valor obtenido en la medición expresado en Ω ” y en (28) si ese valor “Cumple (SI/NO)”.

	Medición de la puesta a tierra		Cont
	(27)	(28)	(29)
Medición a do: C / TN	Valor obtenido en la medición expresado en ohm (Ω)	cumple SI / NO	El circuito d puesta a tier es continuo permanente SI / NO

OTRAS DE LAS PREGUNTAS QUE REALIZA LA RES.900 ES

¿SE VERIFICA LA CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN?
¿SE VERIFICA SI SU SECCIÓN ES LA ADECUADA?

LAS RESPUESTAS A ESTAS PREGUNTAS ES QUE PRÁCTICAMENTE NUNCA SE VERIFICAN

D) En las celdas (29) y (30) vinculadas con la “Continuidad de las masas” se pregunta en

(29) si “El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente (SI/NO)” y en

(30) se pregunta “Si el circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada (SI/NO)”

	Continuidad de las masas		(31)
	(29)	(30)	
a	El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente SI / NO	El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada SI / NO	Para contacto disposi interrup

Conductores de protección		
TABLA 54.3 Sección mínima de los conductores de protección		
Sección de los conductores de línea de la instalación (mm²)	S mínima del conductor de protección en mm²	
	Si el PE es del mismo material que el conductor de línea	Si (k2) del PE no es del mismo material (k1) que el conductor de línea
$S \leq 16$	S	$S \times k1/k2$
$16 < S \leq 35$	16	$16 \times k1/k2$
$S > 35$	$S/2$	$S/2 \times k1/k2$
En el ECT TT no se requeriría una S superior a 25 mm2 de Cu o 35 mm2 de Al		

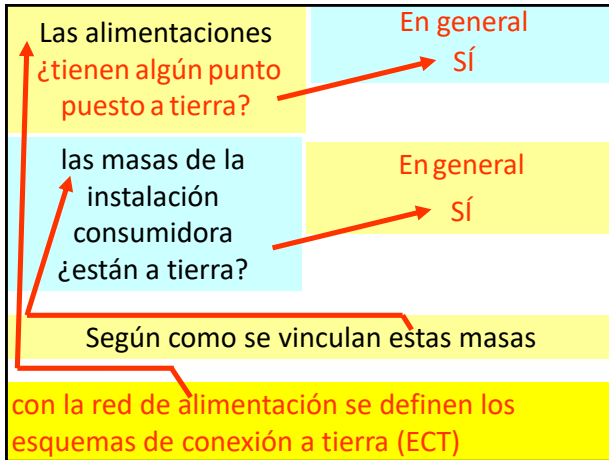
FINALMENTE LA RES.900 REALIZA DOS PREGUNTAS DE ENORME IMPORTANCIA
E) En la celda (31) se pregunta si “Para la protección contra contactos indirectos se utiliza dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusibles (Fus)”.
F) En la celda (32) se pregunta si “El dispositivo de protección empleado ¿puede desconectar en forma automática la alimentación para lograr la protección contra los contactos indirectos? (SI/NO)”

(31)	(32)
Para la protección contra contactos indirectos se utiliza: dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusible (Fus).	El dispositivo de protección empleado ¿puede desconectar en forma automática la alimentación para lograr la protección contra los contactos indirectos?

ESTOS DOS TEMAS, Y TAL COMO SE VENÍA TRABAJANDO HASTA EL MOMENTO, PRÁCTICAMENTE NUNCA HAN SIDO EVALUADOS
--

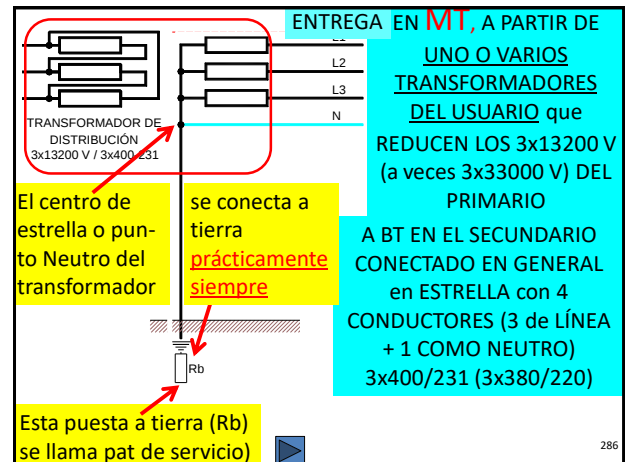
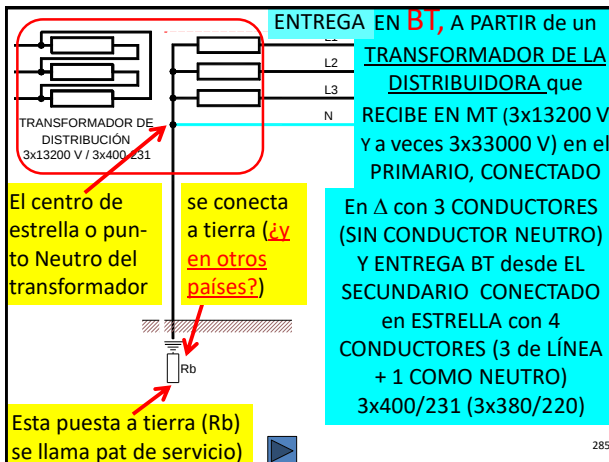
PARA COMPRENDER MEJOR TODOS ESTOS CONCEPTOS Y VER CUÁL ES LA VERDADERA IMPORTANCIA DEL VALOR DE LA Rpat y CUÁLES SON LAS CORRIENTES DE FALLA Y LAS TENSIONES DE CONTACTO RESULTANTES
--

...NOS TENEMOS QUE PREGUNTAR:
a) ¿CÓMO SE ALIMENTAN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS?;
b) ¿QUÉ SON LOS ESQUEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA (ECT)?
c) ¿CÓMO SE VINCULAN LAS pat de la RED con las pat de las INSTALACIONES ELÉCTRICAS?



ESO NOS OBLIGA A COMPRENDER PREVIAMENTE CÓMO SE DISTRIBUYE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN NUESTRO PAÍS

LA ENERGÍA ELÉCTRICA POR LAS REDES PÚBLICAS EN LA REPÚBLICA ARGENTINA SE DISTRIBUYE, EN GENERAL EN MT Y SE ENTREGA EN BT O EN MT, DE LA SIGUIENTE FORMA



ESQUEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA (ECT)

287

287

LOS ECT NOS INDICAN COMO SE RELACIONAN

LAS TIERRAS DE LAS REDES DE ALIMENTACIÓN Y LAS TIERRAS DE LAS INSTALACIONES CONSUMIDORAS

En GENERAL, las REDES de ALIMENTACIÓN PONEN a TIERRA el NEUTRO, y esa pat se LLAMA **PUESTA A TIERRA DE SERVICIO** Y EN GENERAL, LAS MASAS ELÉCTRICAS SE PONEN A TIERRA POR RAZONES DE SEGURIDAD y esa pat es LLAMADA **PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN**

288

288

LOS ESQUEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA (ECT)

SON BÁSICAMENTE TRES

ESQUEMA TT

ESQUEMA TN (Con 3 variantes),

ESQUEMA IT (Con variantes),

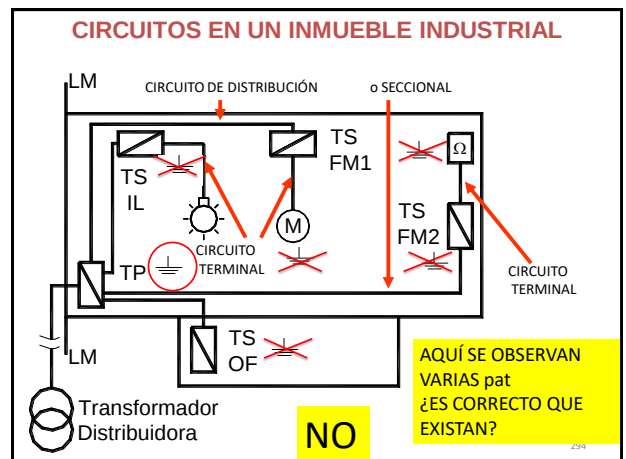
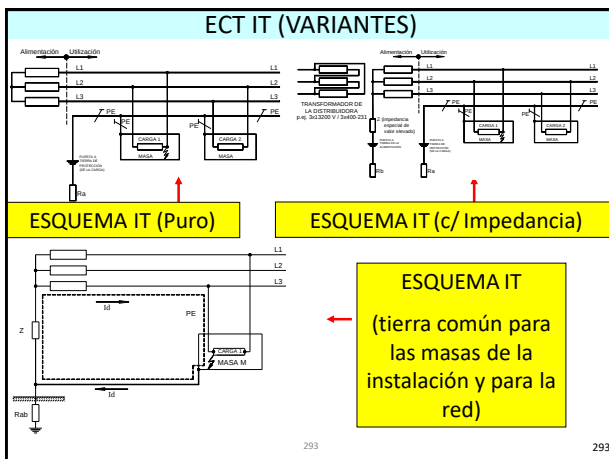
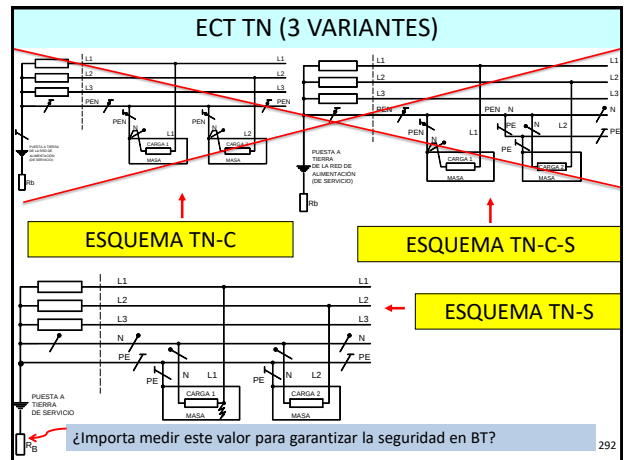
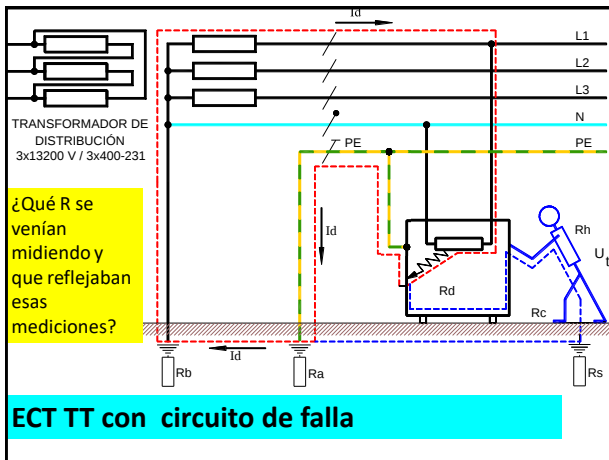
EL CONOCIMIENTO DEL *ECT EMPLEADO*

NOS PERMITE DETERMINAR

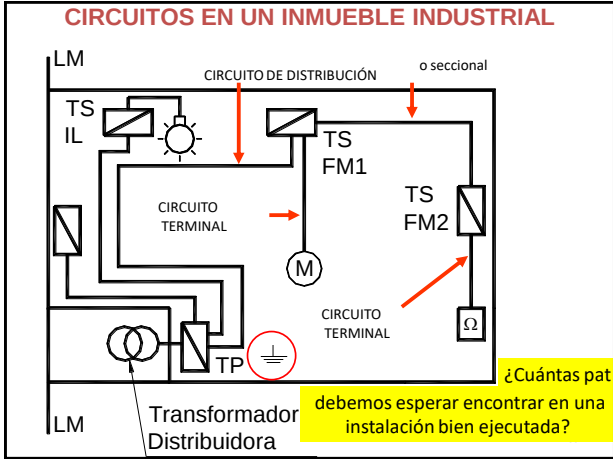
➤ CUÁLES SON LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PERMITIDOS CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS,

➤ CUÁLES SON LAS TENSIONES DE CONTACTO ESPERABLES y

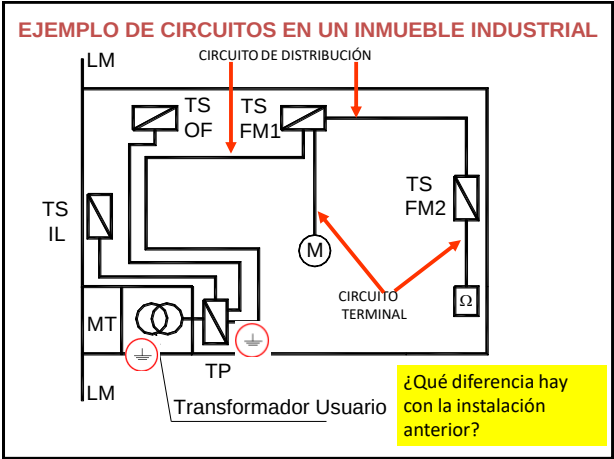
➤ CUÁLES SON LOS TIEMPOS MÁXIMOS TOLERABLES PARA LA DESCONEXIÓN



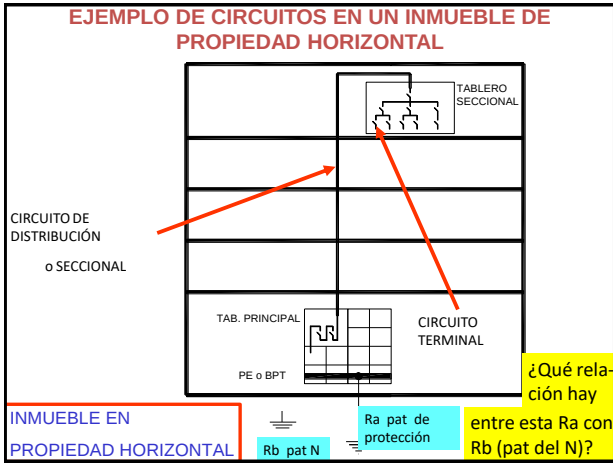
CIRCUITOS EN UN INMUEBLE INDUSTRIAL



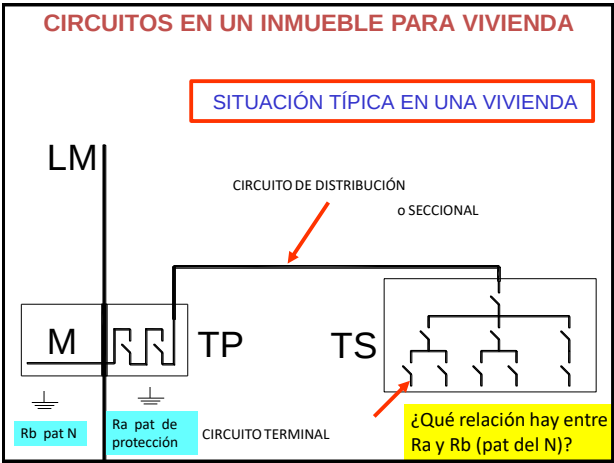
EJEMPLO DE CIRCUITOS EN UN INMUEBLE INDUSTRIAL



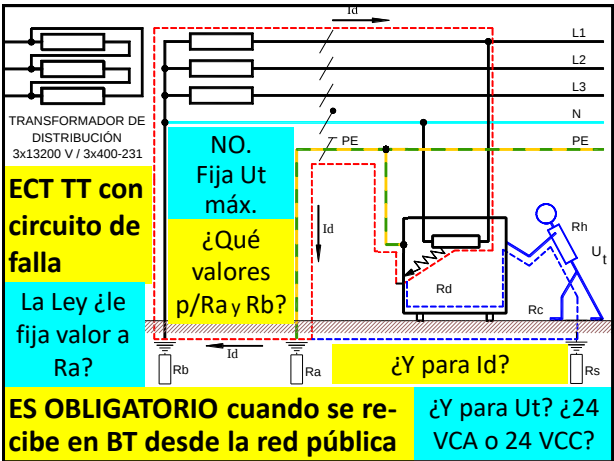
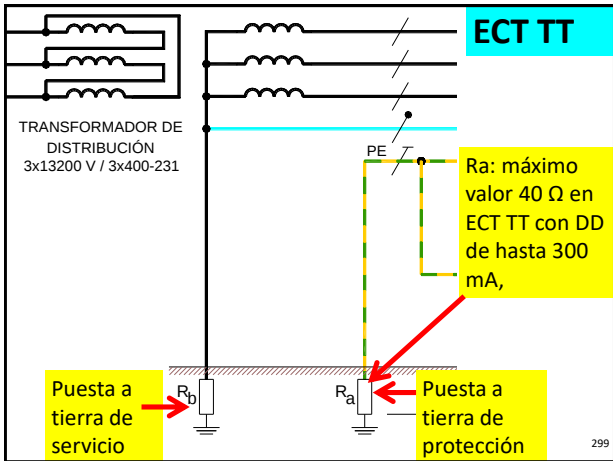
EJEMPLO DE CIRCUITOS EN UN INMUEBLE DE PROPIEDAD HORIZONTAL

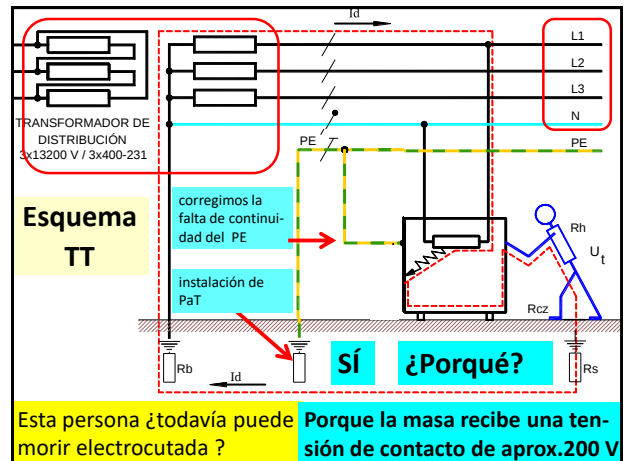
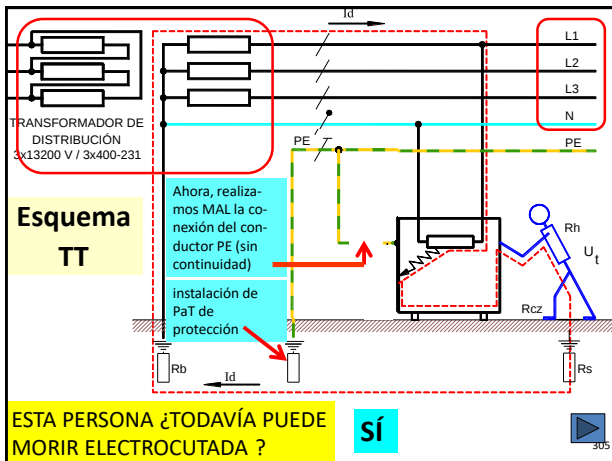
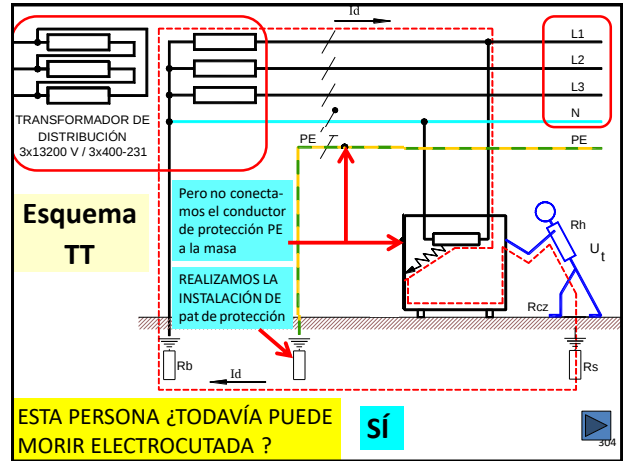
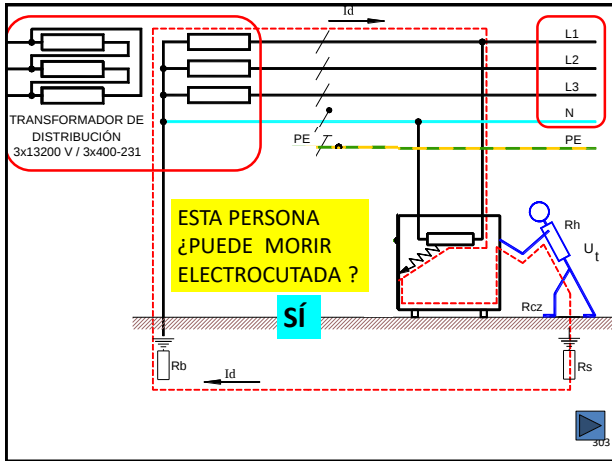
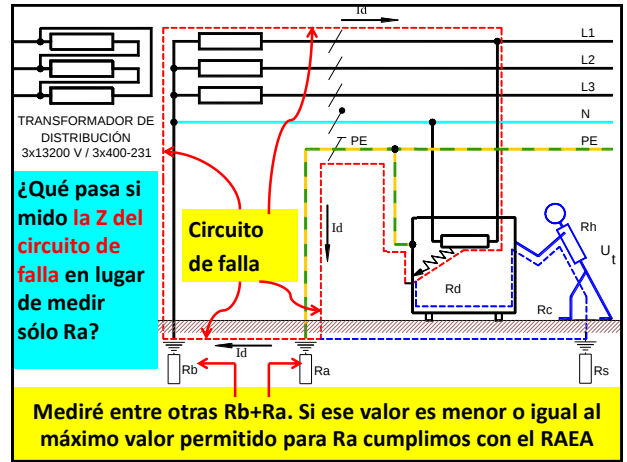
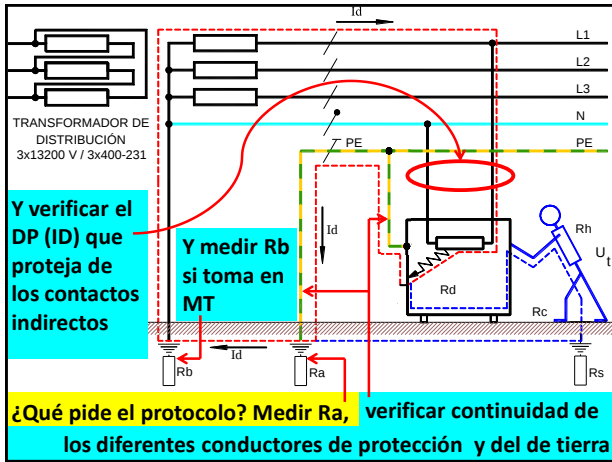


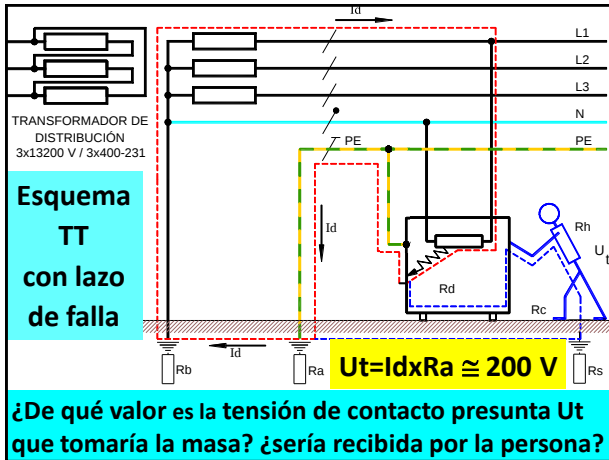
CIRCUITOS EN UN INMUEBLE PARA VIVIENDA



ECT TT







La corriente de defecto o falla surge de aplicar la ley de ohm al circuito de falla, es decir:

$$I_d = \frac{U_0}{Z_T + Z_{L1} + R_d + R_{PE} + R_a + R_b}$$

Se desprecian los 4 primeros términos del divisor por ser muy bajos y queda

$$I_d = \frac{U_0}{R_a + R_b}$$

SIMPLIFICANDO DESPRECIAMOS

Suponemos $R_b = 1 \Omega$ y $R_a = 10 \Omega$

$$I_d = \frac{U_0}{R_a + R_b} = \frac{220}{10 + 1} = 20 \text{ A}$$

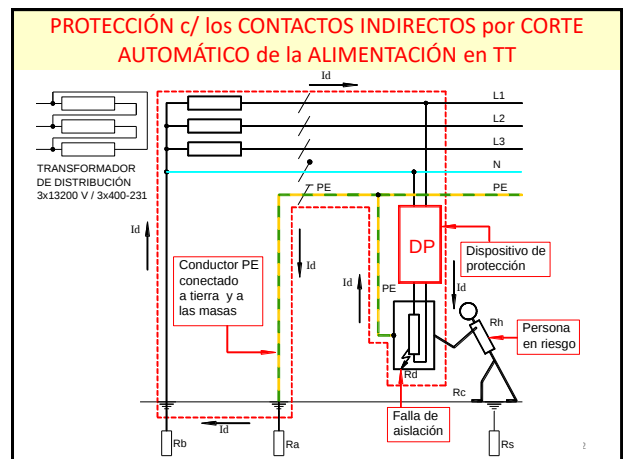
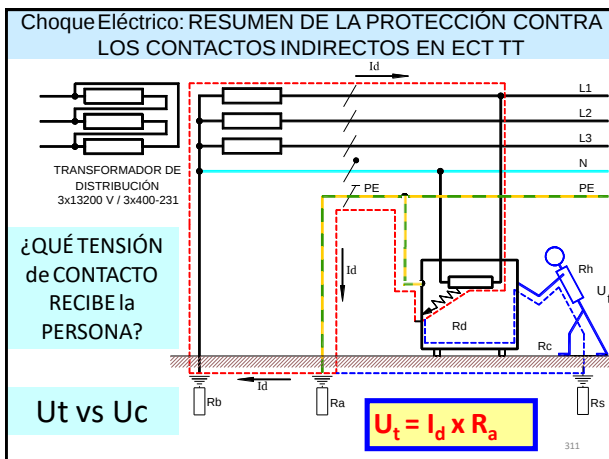
$$U_t = I_d \times R_a = 20 \times 10 = 200 \text{ Vca}$$

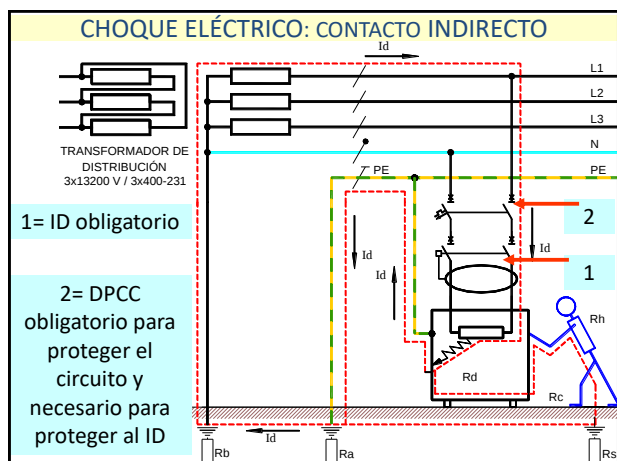
SIMPLIFICANDO DESPRECIAMOS

Si ahora suponemos $R_b = 1 \Omega$ y $R_a = 40 \Omega$

$$I_d = \frac{U_0}{R_a + R_b} = \frac{220}{40 + 1} = 5,37 \text{ A}$$

$$U_t = I_d \times R_a = 5,37 \times 40 = 215 \text{ Vca}$$





CONCLUSIÓN PARA EL ECT TT

- 1) NO ALCANZA CON MEDIR LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA AUNQUE SU VALOR ESTÉ DENTRO DEL MÁXIMO PERMITIDO (40Ω CON I_D DE 300 mA). **LA MEDICIÓN NO GARANTIZA NADA**
- 2) NO ALCANZA con COMPROBAR la CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN ENTRE LAS MASAS Y LA **pat** PARA GARANTIZAR SEGURIDAD.
- 3) SE DEBE VERIFICAR **QUE EXISTA** INSTALADO UN INTERRUPTOR o DISPOSITIVO DIFERENCIAL

CONCLUSIÓN PARA EL ECT TT

- 1) ¿Porqué en el ECT TT no se pueden proteger los contactos indirectos con un PIA o un ITM o con un fusible?
- 2) Porqué la corriente de falla a tierra (por falla de aislación) no es lo suficientemente alta como para lograr la operación de aquellos DP
- 3) ¿Qué valores de corriente de falla se requieren para obtener la actuación de aquellas protecciones?

¡¡¡ATENCIÓN!!!

¿Qué se debe medir en los ID de riel DIN?

Que no dispare con **$0,5 \times I_{\Delta n}$**

Si dispara como máximo en 300 ms con **$1 \times I_{\Delta n}$**

Si dispara como máximo en 150 ms con **$2 \times I_{\Delta n}$**

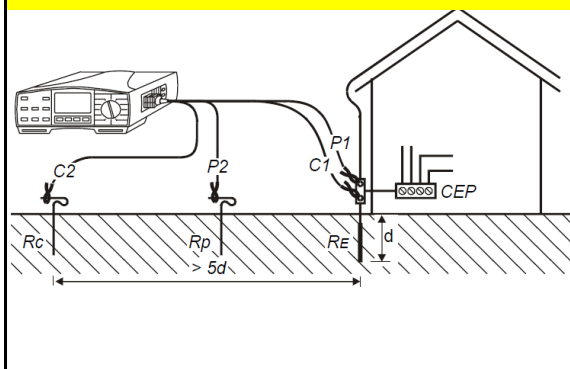
Si dispara como máximo en 40 ms con **$5 \times I_{\Delta n}$**

Y finalmente se verifica con que valor de **I_{Δ}** dispara y en que tiempo cuando se aumenta gradualmente la **I_{Δ}**

¡¡¡ATENCIÓN!!!

En el ECT TT es tan importante medir la **Rpat** como la **continuidad del PE**, entre los bornes de tierra de c/ tomacorriente y la barra principal de tierra como también medir la **continuidad del PE** entre los bornes de tierra de c/ masa eléctrica (tablero, motor, luminaria) y la barra principal de tierra, y además la continuidad de los **CEP** entre c/ masa extraña (columna estructural, caño de agua, caño de vapor, de aire comprimido, bandeja de cables, etc.) y la barra equipotencial principal, o barra de tierra.

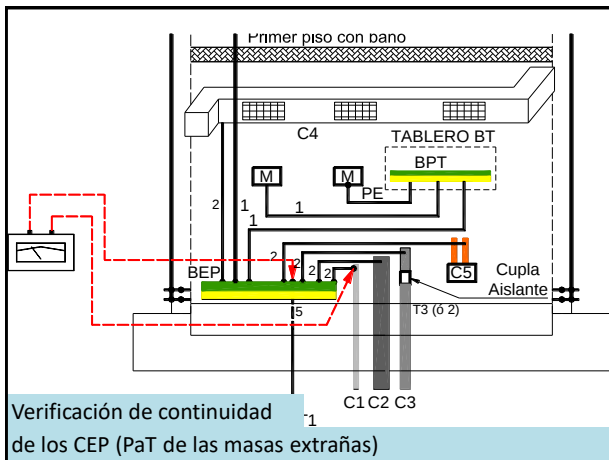
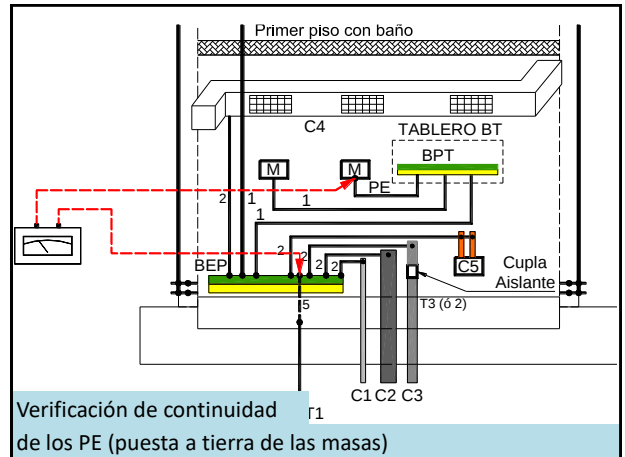
Medición tradicional de la Rpat con telurímetro



¡¡¡ATENCIÓN!!!

La continuidad **DEBE** medirse con un instrumento que entregue al menos 0,2 A con una tensión de entre 4 y 24 V en CC o en CA (IEC 61557-4)

319

**¡¡¡ATENCIÓN!!!**

La medición de la **Rpat** se la puede medir con **telurímetro**.

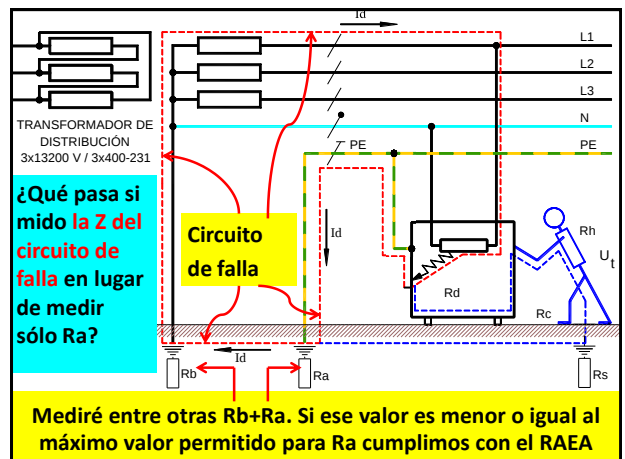
También puede medirse (como se ha indicado) la impedancia del circuito de falla que incluye la **Rpat** (da valores mayores pero nos ubica dentro del rango seguro)

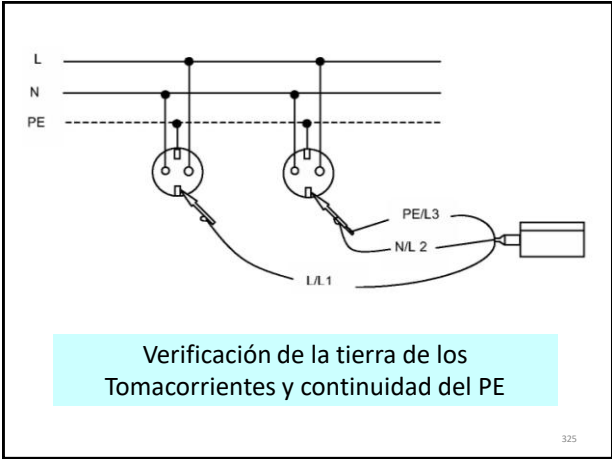
VER GRAFICO SUBSIGUIENTE

322

En el ECT TT la medición de la Rpat de protección en forma específica se puede obviar ya que con los instrumentos que hoy existen y que responden a la Norma IEC 61557 se puede medir la impedancia del lazo de falla que incluye la Rpat de servicio de la Distribuidora (Neutro) y la Rpat de protección, incluyendo los conductores.

Esta medición arroja valores mayores pero está permitido su empleo por la RAEA

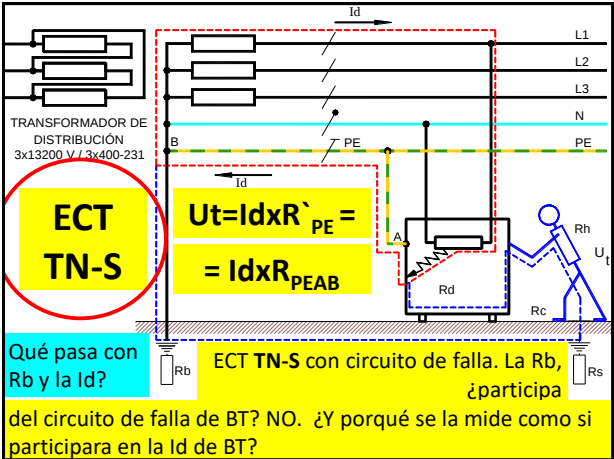
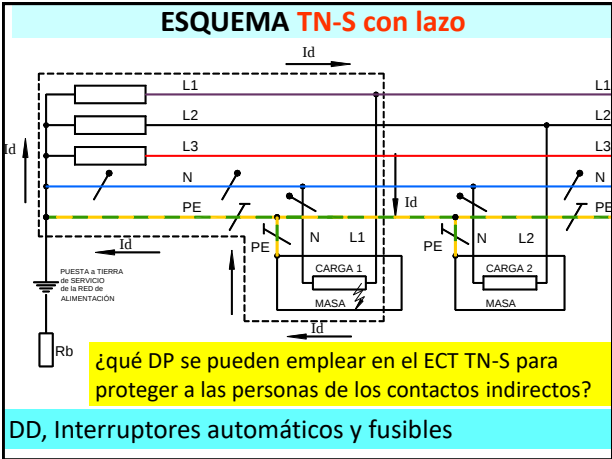
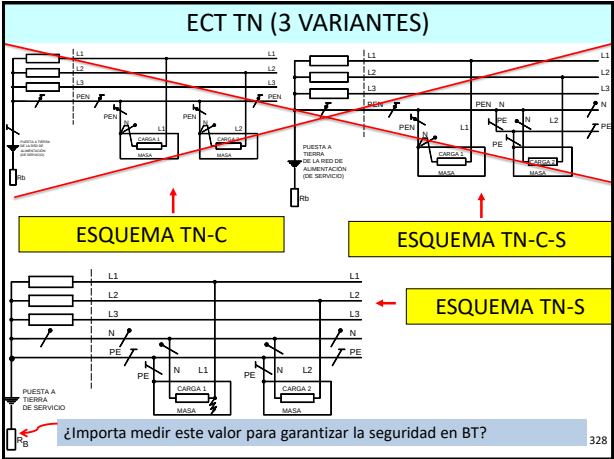


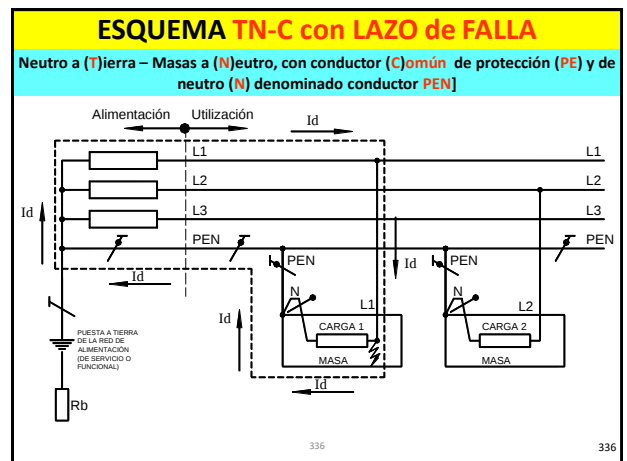
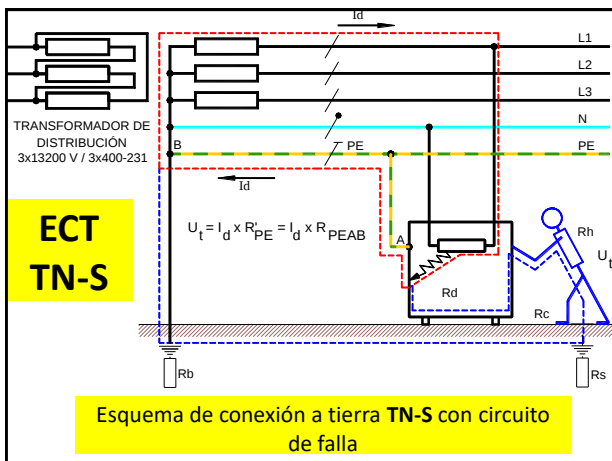
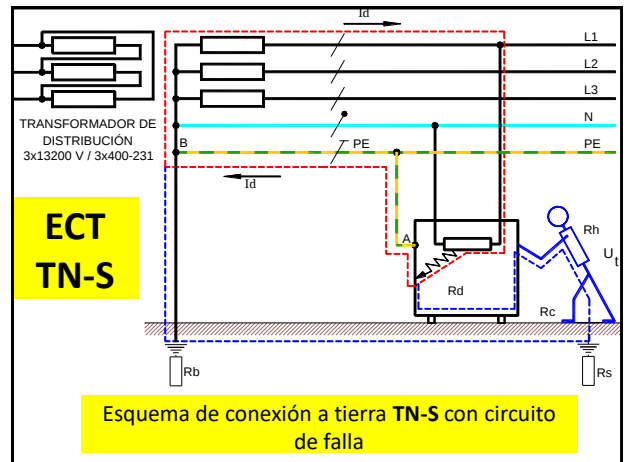
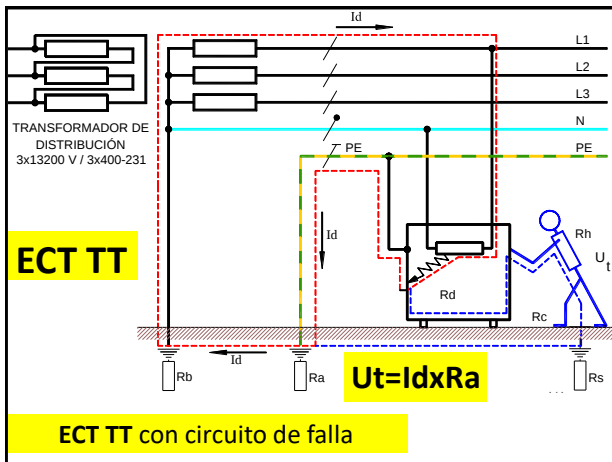
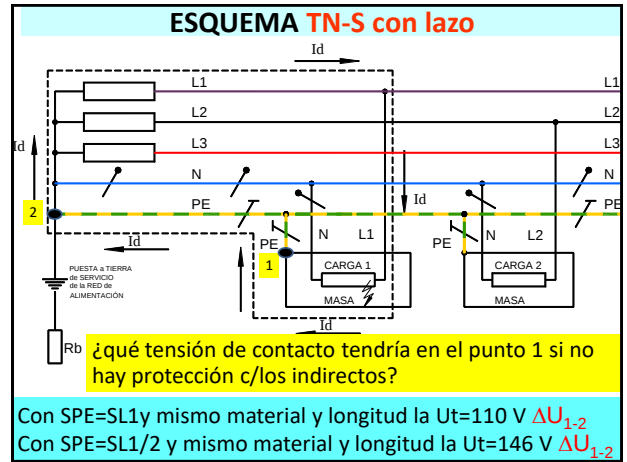
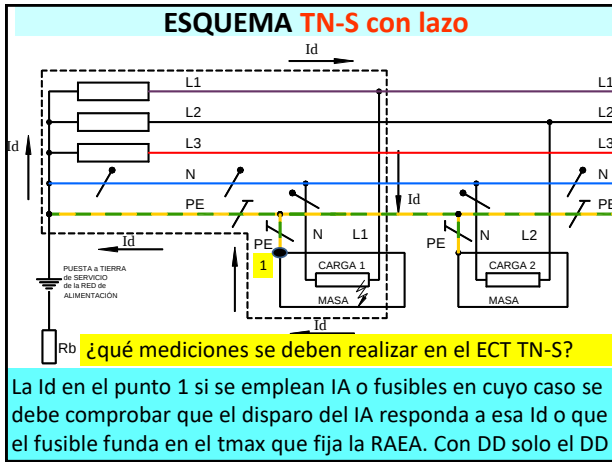


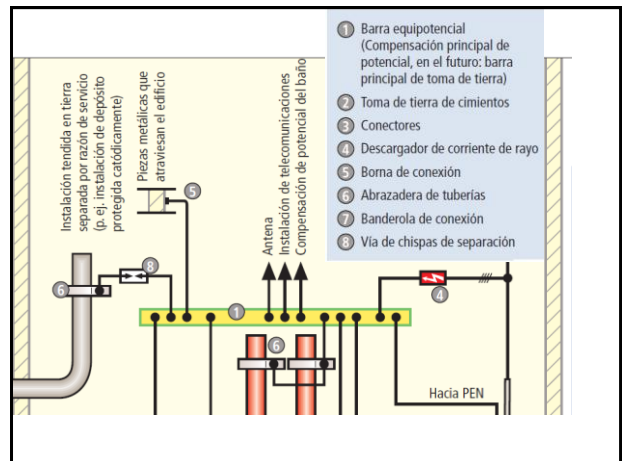
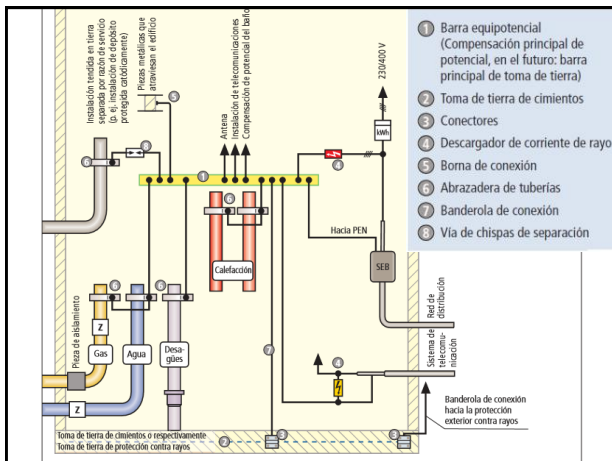
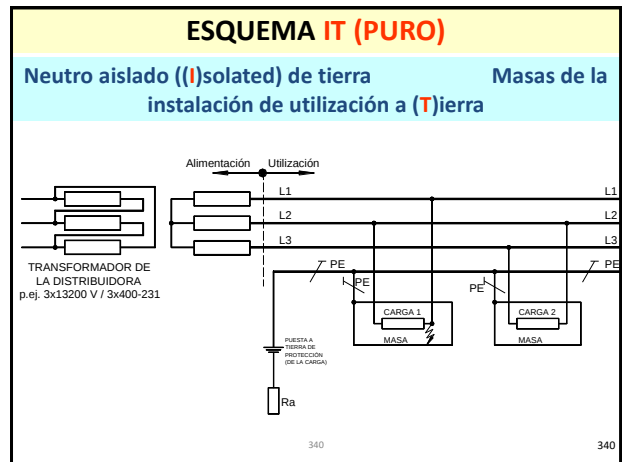
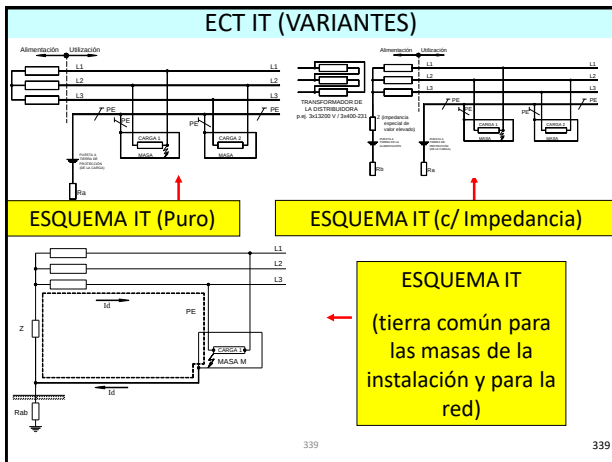
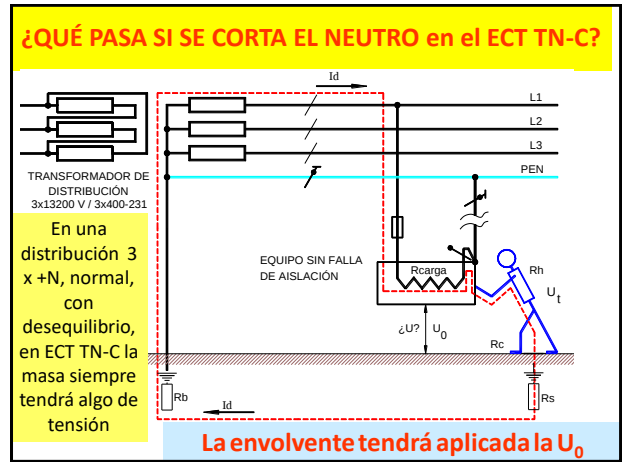
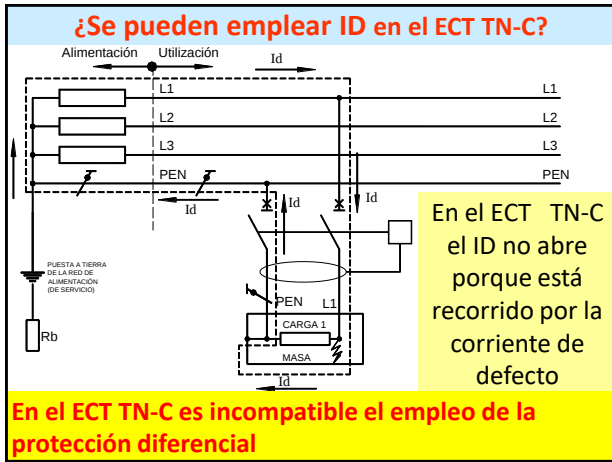
RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS ELÉCTRICAS en ECT TT Y SELECTIVIDAD

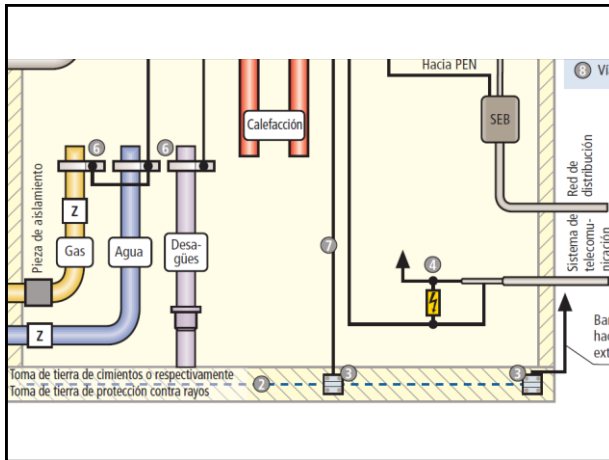
En la RAEA se indica en una tabla, la R_{pat} máxima permitida en el ECT TT para no superar **12 V** en lugar de **24 V** como tensión límite de contacto U_L para $I_{\Delta n}$ mayores (ver tabla siguiente)

Corriente diferencial máxima asignada del DD $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a) para $U_L = 50 \text{ V}$	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a) para $U_L = 24 \text{ V}$	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a)
Sensibilidad Baja	20 A	$R_a \leq 2,5 \Omega$	$R_a \leq 1,2 \Omega$	$R_a \leq 0,6 \Omega$
	10 A	$R_a \leq 5 \Omega$	$R_a \leq 2,4 \Omega$	$R_a \leq 1,2 \Omega$
	5 A	$R_a \leq 10 \Omega$	$R_a \leq 4,8 \Omega$	$R_a \leq 2,4 \Omega$
	3 A	$R_a \leq 17 \Omega$	$R_a \leq 8 \Omega$	$R_a \leq 4 \Omega$
Sensibilidad media	1 A	$R_a \leq 50 \Omega$	$R_a \leq 24 \Omega$	$R_a \leq 12 \Omega$
	500 mA	$R_a \leq 100 \Omega$	$R_a \leq 48 \Omega$	$R_a \leq 24 \Omega$
	300 mA	$R_a \leq 167 \Omega$	$R_a \leq 80 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$
Sensibilidad Alta	100 mA	$R_a \leq 500 \Omega$	$R_a \leq 240 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$
	Hasta 30 mA inclusive	$500 \Omega < R_a \leq 1666 \Omega$	$R_a \leq 800 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$



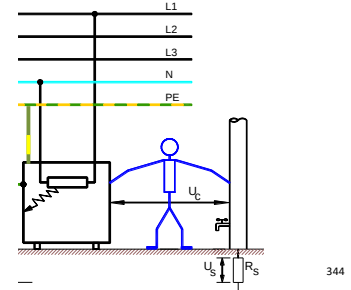






LA IMPORTANCIA DE LA EQUIPOTENCIALIDAD

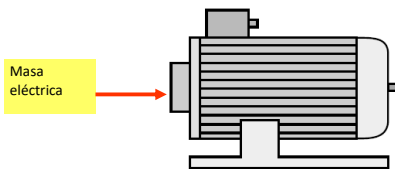
ES EVITAR QUE SE PUEDAN TOCAR SIMULTANEAMENTE DOS MASAS A DIFERENTE POTENCIAL



344

Masa Eléctrica (en una instalación); PARTE CONDUCTORA ACCESIBLE o EXPUESTA (VEI 195-06-10)

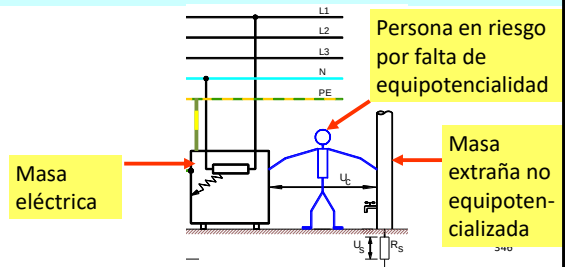
Parte Conductora de un equipo o material eléctrico, que puede ser tocada y que **Normalmente** no está con tensión, pero puede ponerse bajo tensión o hacerse activa **Cuando** la Aislación Básica Falla o Falta.



345

Masa Extraña (en una instalación); ELEMENTO CONDUCTOR EXTRAÑO (ajeno a la Inst. Eléctrica)

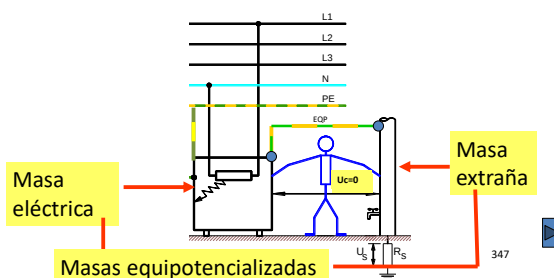
Parte Conductora que **no** forma parte de una instalación eléctrica y que puede introducir un potencial eléctrico, generalmente el potencial eléctrico de la tierra del lugar (tierra local).



346

¿Porqué es importante definir y diferenciar a las Masas Eléctricas y a las Masas Extrañas?

Por la necesidad de obtener equipotencialidad: si las dos masas de la figura se equipotencializan la $U_c=0$ y el peligro desaparece



347

A esta altura uno debe preguntarse ¿Qué valor aceptan o exigen como válido y como máximo, en el **ECT TT** para la resistencia de **pat** de protección, muchos especialistas en Higiene y Seguridad incluso muchos especialistas eléctricos? Muchos toman todavía como válido, un valor de **Rpat** de 10 Ω o preferentemente menor a 5 Ω valores que desde el 2006 no rigen más

Hay quienes invocan inclusive que la Ley de Higiene y Seguridad y sus Decretos Reglamentarios fijan el valor de $10\ \Omega$ como máximo valor permitido como **Rpat**.

FALSO. La Ley de Higiene y Seguridad y sus Decretos Reglamentarios no fijan (sabidamente) ningún valor para la **Rpat**.

Sólo indican que no se debe superar el valor de 24 V (como tensión de seguridad o como tensión de contacto presunta) en una masa ante la presencia de una falla de aislación.

La RAEA permite para el ECT TT una $R_{\text{máx}}$ de **pat** de protección de $40\ \Omega$ siempre que se emplee una protección diferencial de valor máximo 300 mA.

Para mayores corrientes diferenciales deberá reducirse proporcionalmente la **Rpat** de protección. Como información, se indica que en las viviendas de Francia se permiten **Rpat** de hasta $100\ \Omega$ con ID de hasta 500 mA y **Rpat** de hasta $500\ \Omega$ con ID de hasta 30 mA.

Los errores que se cometen en nuestro país en cuanto al valor a considerar para la **Rpat** en el **ECT TT** tienen en gran medida dos orígenes. Uno de ellos es no emplear el **RAEA** como respaldo técnico para los valores y para la medición, quizás por falta de conocimiento sobre dicho Reglamento por parte de los profesionales involucrados.

El otro origen del error es que muchas instituciones y empresas al desconocer la **RAEA**, invocan erróneamente a las Normas **IRAM 2281** de **pat** desconociendo que esa **IRAM** de **pat** y otras **IRAM** vinculadas con las instalaciones no tienen valor legal dentro de las instalaciones.

En las instalaciones eléctricas lo único exigible y obligatorio por ley es la **RAEA** 90364 exigencia establecida por la Ley 19587. Las Normas **IRAM** sólo son aplicables a los materiales (junto con las normas IEC) y a algunos aspectos conceptuales en los que debe también participar la AEA (por ejemplo los grados de protección IP)

En el caso del **ECT TN-S** no existe la **Ra** que en cambio sí existe en el **TT**. Por esta razón en el **TN-S** no hay ninguna resistencia de **pat** que forme parte del circuito de falla y que haya que medir con ese objetivo. En el lado de **BT** del **ECT TN-S** el único electrodo de **pat** que existe es el que pone a tierra al centro de estrella del transformador o punto neutro.

Por ese electrodo no circula la corriente de defecto **Id** provocada por una falla de aislación en la instalación de **BT**, como se puede observar en la figura correspondiente ubicada más atrás. Ese electrodo, tierra de servicio, tiene una **Rpat Rb**.

Sin embargo por ese electrodo con **Rpat Rb** puede circular otra corriente de falla provocada por una situación poco probable pero que debe ser considerada que se produce **cuando un conductor de línea hace contacto con la tierra o con una masa extraña no equipotencializada** (ver figura siguiente).

Por otra parte cuando el establecimiento tiene transformador propio el usuario, como corresponde, elige el **ECT** a emplear. Si decide emplear el **ECT TT**, en este caso pueden existir dos o tres **pat**.

Una es la **pat de servicio o del neutro del transformador**, la segunda es la **pat de protección o de seguridad (de las masas)** y la tercera que puede existir o no, es la **pat de las masas de MT** (13200 o 33000 V).

En este caso de **ECT TT SE EXIGE** que las **pat de servicio y de protección NO SE VINCULEN** (en este **ECT** se **acepta que no haya equipotencialidad entre ambos electrodos de pat**). Por ello se deberán declarar esas 2 o 3 **pat** y en la celda correspondiente de la planilla se indicarán sus valores en Ω (ohm).

Con relación a la tercera **pat que puede existir (o no)** y que es la que se emplea para poner a tierra las masas de las instalaciones de **MT** del **CT**, su vinculación o no con las otras **pat** requiere un estudio especializado, como se indica en la **Sección 442** de la **RAEA**.

Pueden existir **ECT TT** con las masas del **CT** conectadas a la **pat** del Neutro (a estas instalaciones se las denomina **TTN**); en esa instalación habrá dos **pat**.

Y pueden existir **ECT TT** con las masas del centro de transformación separadas o no conectadas a la **pat** del Neutro (a estas instalaciones se las denomina **TTS**); en esa instalación habrá tres **pat**.

Una variante de lo dicho antes se presenta cuando el establecimiento también tiene transformador propio pero el usuario decide emplear **TN-S**.

En estos casos **pueden** existir 2 **pat**. Si hay una sola **pat** a ella se conectarán el **N** del transformador y las masas de **MT**. Se la denomina **TNR**.

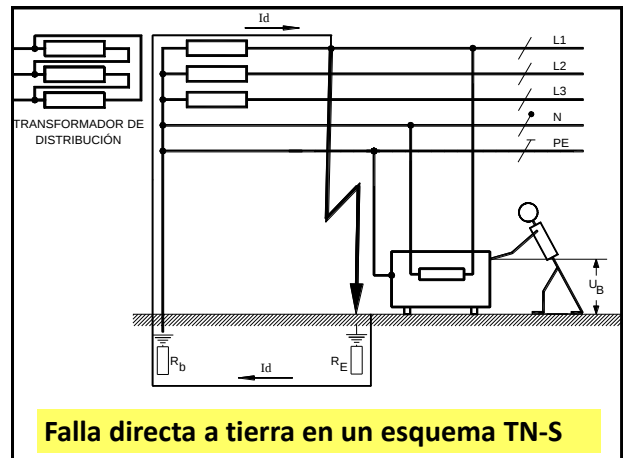
Si hay dos **pat**, a una se conectará el neutro del transformador y a la otra las masas de **MT** (13,2 o 33 kV). Se la denomina **TNS** (no confundir con **TN-S**).

Para evaluar correctamente tanto en el **TT** como en el **TN-S** como se deben vincular las masas del centro de transformación (**CT**) con la **pat** de servicio, se debe aplicar el artículo **442** de la **RAEA**.

De todas maneras se deberán declarar las **pat** de las masas del **CT** con la aclaración de que su equipotencialidad depende de estudios a ser realizados por el establecimiento.

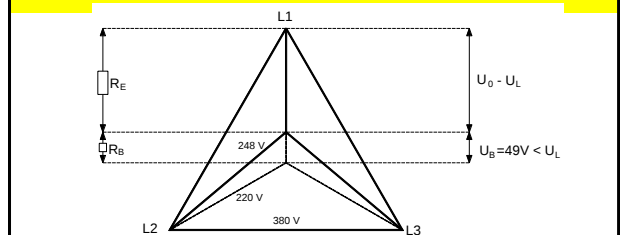
En el lado de **BT** del **ECT TN-S** el único electrodo de **pat** que existe es el que pone a tierra al centro de estrella del transformador o punto neutro, electrodo por el cual no circula la corriente de defecto **Id** provocada por una falla de aislación en la instalación de **BT**, como se puede observar en la figura correspondiente. Ese electrodo, tierra de servicio, tiene una **Rpat Rb**.

Sin embargo por ese electrodo con **Rpat Rb** puede circular otra corriente de falla provocada por una situación poco probable pero que debe ser considerada que se produce **cuando un conductor de línea hace contacto con la tierra o con una masa extraña no equipotencializada** (ver figura siguiente).



Esto se trata en la **RAEA** en el Anexo F del Cap. 41. Allí se indica que **cuando un conductor de línea hace contacto con la tierra o con una masa extraña no equipotencializada** y que si a ese contacto con tierra le asignamos (en forma empírica y supuesta)...

....una **Rpat RE = 7 Ω**, la **pat** del N o de servicio **Rb** debe ser $\leq 0,86 \Omega$ con el fin de que no se superen 24 V en el conductor **PE**.



En este circuito se tiene:

$$I_d = \frac{U_0}{R_b + R_E} \longrightarrow U_B = I_d \times R_b$$

$$U_B = \frac{U_0}{R_b + R_E} \times R_b \longrightarrow \frac{U_B}{R_b} = \frac{U_0}{R_b + R_E}$$

$$U_B \times R_E + U_B \times R_b = U_0 \times R_b \longrightarrow R_b = R_E \times \frac{U_B}{U_0 - U_B}$$

$$\text{Si } U_B \leq U_L \longrightarrow R_b \leq R_E \times \frac{U_L}{U_0 - U_L}$$

Para una tensión límite convencional de contacto U_L de 24 V, la expresión es:

$$\frac{R_b (\Omega)}{R_E (\Omega)} \leq \frac{24 V}{U_0 (V) - 24 V}$$

Si se exige (como indica la **IEC**), no superar los 50 V transferidos al **PE**, el máximo valor permitido para **Rb** es $\leq$ a 2 Ω .

Si en cambio se acepta que **R_E** = 10 Ω (como se dijo, este es un valor empírico y supuesto) debería ser **Rb** $\leq$ 2,94 Ω para no superar 50 V de tensión transferida al conductor **PE**, o debería ser **Rb** $\leq$ 1,22 Ω para no...

... superar 24 V de tensión transferida al conductor de protección. Por lo expuesto se puede aceptar como correcto para **Rb** un valor menor o igual a 2 Ω , y si fuera posible menor o igual a 1 Ω .

Además es necesario tener en cuenta lo indicado en el Capítulo 442 de la Parte 4 de la **RAEA**.

¿De que trata esa parte? Trata de lo relativo a las fallas de aislación entre la parte de **MT** del transformador y masa y entre la parte de **MT** y los arrollamientos de **BT** del transformador del usuario.

Por otra parte en el establecimiento puede existir un sistema de protección c/ descargas atmosféricas con su propia instalación de **pat** para los pararrayos. Esa **pat**, según la ley de HyS, debe ser específica para esa aplicación.

En las normas que tratan las instalaciones de protección contra los rayos (**spr**) que son la IEC 62305 y la AEA 92305 se **recomienda (no se exige)** que la **Rpat** del **spr** medida con un telurímetro normal **no supere los 10 Ω** .

En ambas normas se indica en forma clara que más importante que el valor de la **Rpat** de protección contra las descargas atmosféricas es obtener una completa equipotencialidad.

De todas maneras esas normas recomiendan un bajo valor para esas **Rpat**, de ser posible inferiores a 10 Ω . No obstante, se debe aclarar, que el valor medido con un telurímetro normal no refleja la resistencia verdadera para la corriente de rayo.

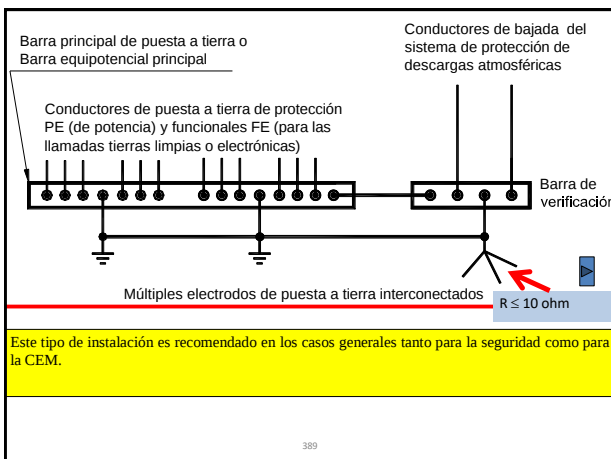
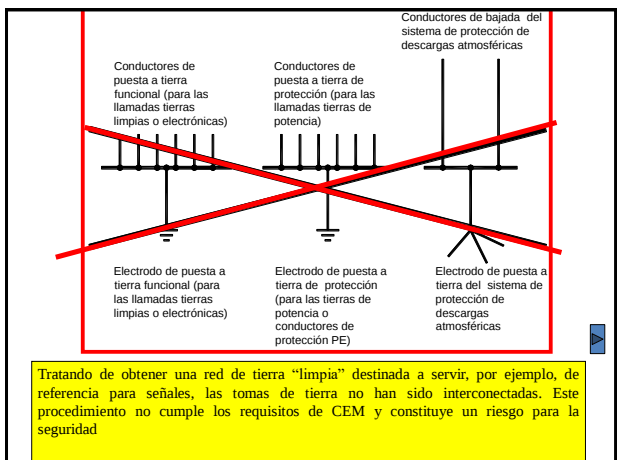
Eso se debe a que la corriente de rayo es una corriente impulsiva y los telurímetros normales no inyectan corrientes de impulso durante la medición. Para esta medición lo ideal es emplear telurímetros que inyecten corrientes con un formato similar a las corrientes de rayo.

O sea corrientes de impulso. Independientemente de lo anterior, la **RAEA** exige que las **pat** para pararrayos se **vinculen a la pat de protección de la instalación eléctrica para obtener equipotencialidad**.

Esa vinculación equipotencial no viola la independencia que la Ley establece ya que la vinculación **NO HACE DEPENDIENTE** a la **pat** de protección contra los rayos de la **pat** de protección eléctrica ya que en caso que se interrumpa la vinculación, la **pat** de los pararrayos sigue cumpliendo con su función.

Pero al costo de **Perder Equipotencialidad situación de extrema gravedad**. Esa es la razón por la que la **RAEA** exige la **equipotencialidad** entre esas **pat** al igual que lo exigen todas las normas internacionales. En la planilla se deberá informar tanto el valor de esa **Rpat**, como también si la misma fue equipotencializada.

De no estar equipotencializada se debe recomendar su vinculación con la **pat** principal del sistema eléctrico.



¿Qué se dice sobre estos temas en los **DR**? Con relación a la **pat**, se indica por ejemplo en el **DR 351** en **3.3.1. Puesta a tierra de las masas** lo siguiente: **"Las masas deberán estar unidas eléctricamente a una toma a tierra o a un conjunto de tomas a tierra interconectadas"**.

Aclaración 1: aquí queda claro que se obliga a tener todas las masas al mismo potencial de tierra, o sea equipotencializadas a tierra, lo que obliga a tener un único sistema de tierras integradas, y no permitiendo las puestas a tierra dispersas en la instalación.

Además hay que preguntarse ¿Cuántas veces se controla la existencia de múltiples electrodos de pat no equipotencializados (tierra de seguridad, tierra electrónica, tierra funcional, tierra de pararrayos, etc.) y se informa esa anormalidad?

Prácticamente nunca, con lo cual se viola la Ley y se tienen instalaciones peligrosas.

El DR 351 en 3.3.1. Pat de las masas también indica lo siguiente: **“Los valores de las Rpat de las masas, deberán estar de acuerdo con el umbral de tensión de seguridad y los dispositivos de corte elegidos, de modo de evitar llevar o mantener las masas a un potencial peligroso en relación a la tierra o a otra masa vecina.”**

Aclaración 2: En este párrafo se está indicando que las masas, ante una falla de aislación, no pueden adquirir una tensión de contacto presunta U_t superior a U_L (la tensión convencional límite de contacto como se la define en la RAEA), o tensión de seguridad como aparece en los DR.

La U_t que tomaría la masa con falla de aislación sería, en el ECTTT, $U_t = I_d \times R_a$ (corriente de falla por la Rpat de protección R_a). En el caso del ECT TN-S, donde no interviene la Rpat, la tensión de contacto sería el producto de la corriente de falla que circula por el PE por la resistencia o impedancia del tramo de PE

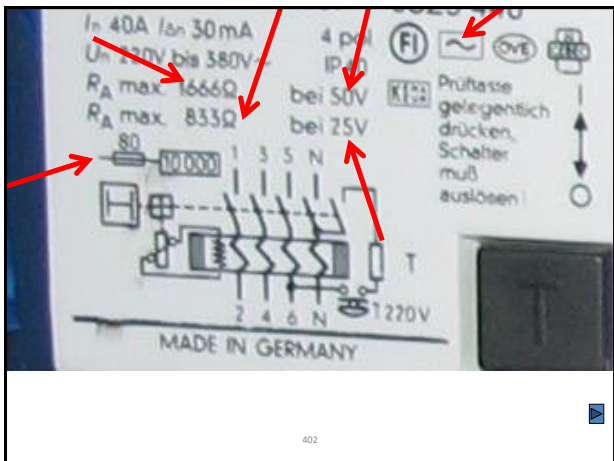
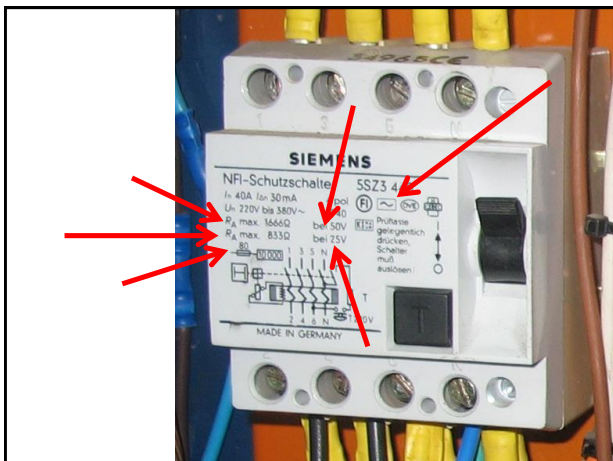
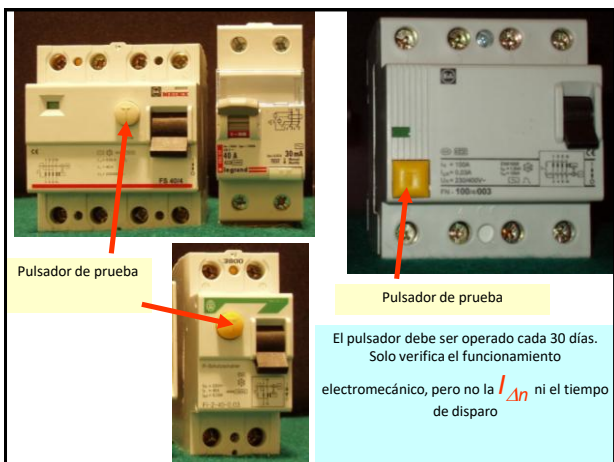
¿Qué tramo? El tramo de conductor de PE recorrido por la corriente de falla, que va desde la barra de tierra del tablero hasta el borne PE de la masa con falla de aislación. La tensión convencional límite de contacto es para nuestro país de 24 V con relación a tierra (alterna o continua).

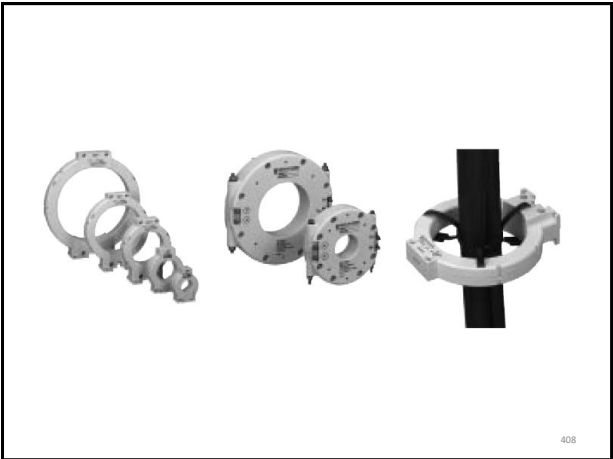
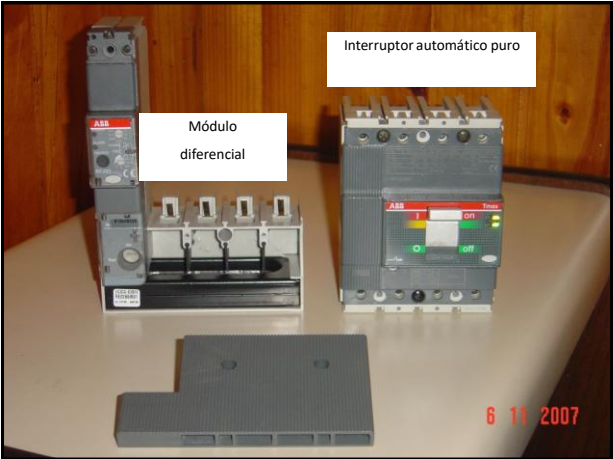
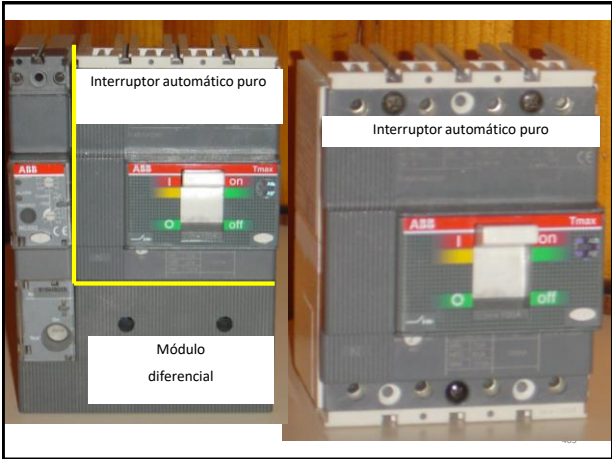
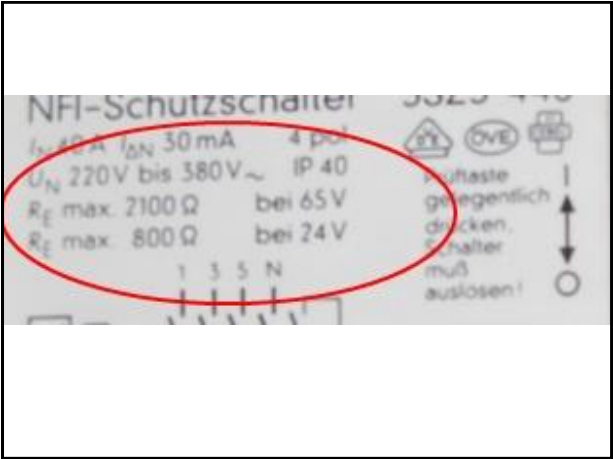
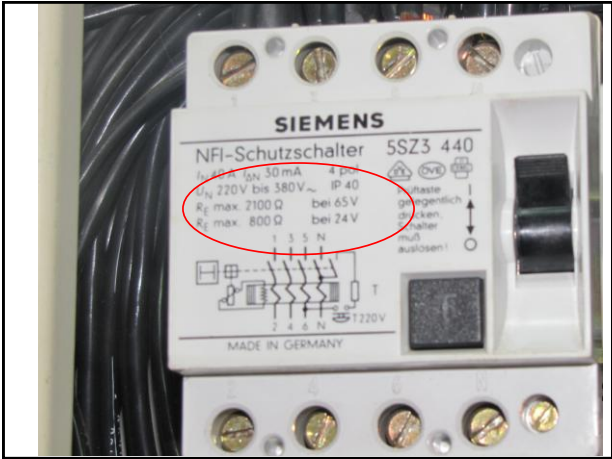
Ese mismo valor adoptó la RAEA. A nivel internacional prácticamente todos los países del mundo han adoptado para U_L 50 VCA y 120 VCC para ambientes secos y con humedad normal y 25 VCA y 60 VCC para ambientes mojados.

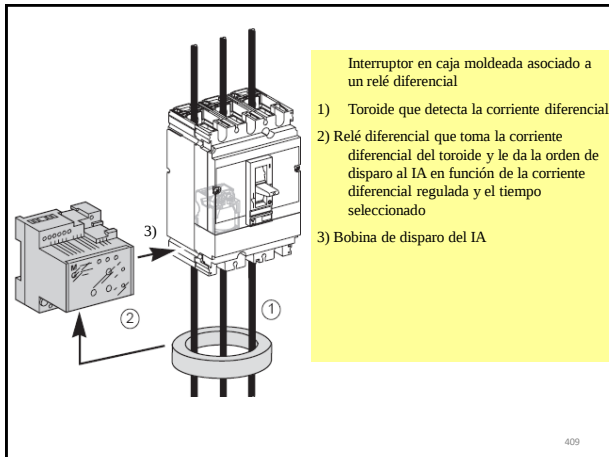
En nuestro país, cuando la tensión contacto presunta U_t resulta superior a 24 V, debe existir en el circuito un DP que desconecte automáticamente la alimentación para proteger a las personas (y a los animales domésticos) del riesgo de contacto indirecto.

Si la instalación está trabajando en el ECT TT el único DP permitido para esa función es la protección diferencial.

Si la instalación está trabajando en TN-S los DP para esa función de corte automático de la alimentación pueden ser los fusibles, los IA o los DD.





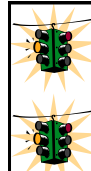


LA SEGURIDAD Y LA ADECUADA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Poner a tierra no alcanza



ALERTA :
dejar de pensar de que con la pat y
la medición de la Rpat alcanza



ALERTA 1: dejar de pensar de que con la
medición de la Rpat alcanza



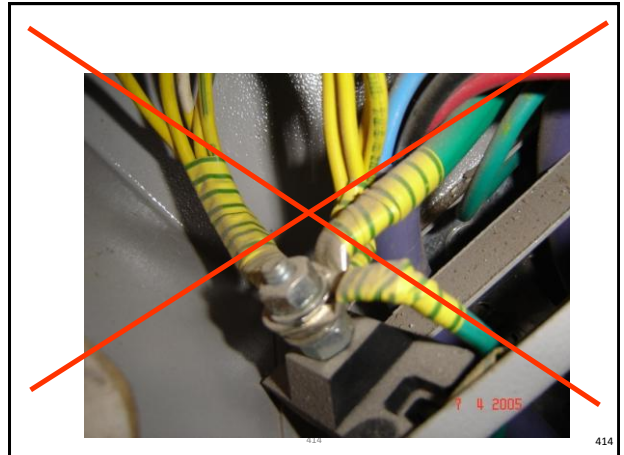
ALERTA 2: efectuar siempre en forma
cuidadosa la instalación de PaT, el
tendido y conexión de los
conductores PE y su conexión a todas
las masas y tomacorrientes (verificar
continuidad), el tendido y conexión de
los conductores de las conexiones
equipotenciales



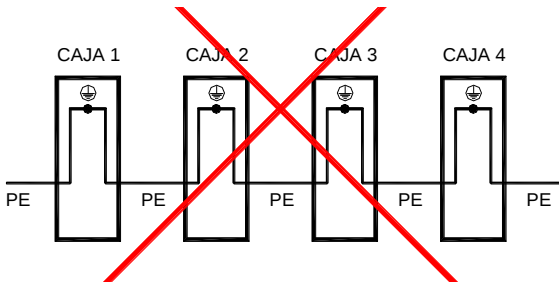
ALERTA 3: prohibición de la conexión del
conductor PE a cajas o tableros, en
GUARNALDA o en SERIE, que se corta
para entrar y salir. SIEMPRE CONECTAR
EL PE EN DERIVACIÓN



ALERTA 4: prohibición de efectuar más
de una conexión sobre un mismo borne.
O sea que bajo ningún concepto se
deben compartir bornes.

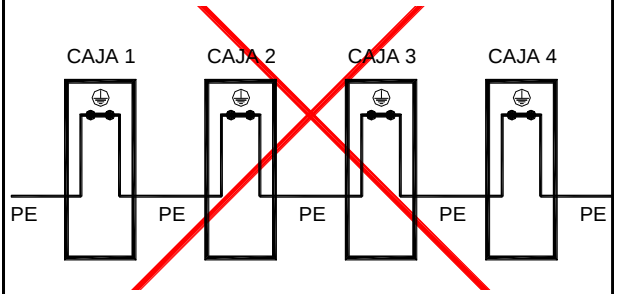


CONEXIÓN **PROHIBIDA** D/CONDUCTOR **PE A UNA CAJA** POR SER CONEXIÓN EN **GUIRNALDA** y TENER **2 CONEXIONES** SOBRE UN **MISMO BORNE**



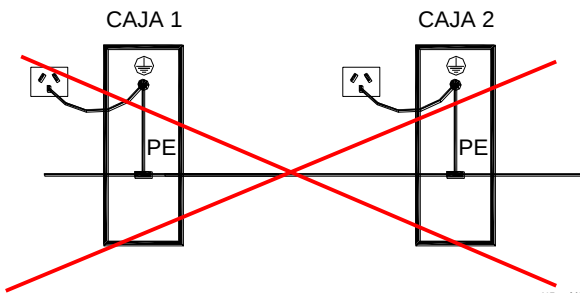
415 415

CONEXIÓN **PROHIBIDA** DEL CONDUCTOR **PE A UNA CAJA** POR SER CONEXIÓN EN **GUIRNALDA**



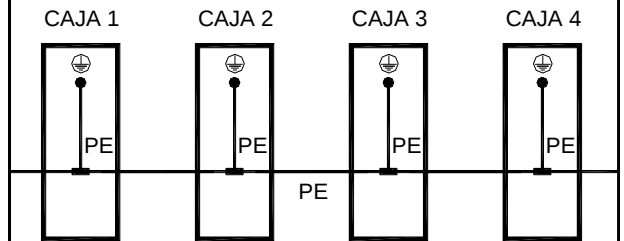
416 416

CONEXIÓN **NO PERMITIDA** DEL CONDUCTOR **PE DE UN TOMACORRIENTE A UNA CAJA**: NO SE PERMITE LA CONEXIÓN EN UN **MISMO BORNE**



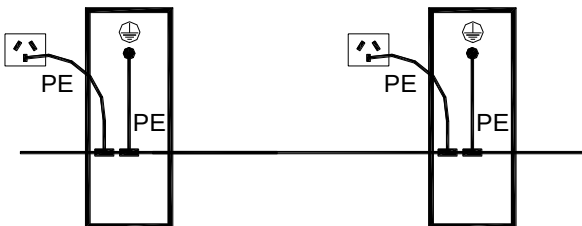
417 417

CONEXIÓN **PERMITIDA** DEL CONDUCTOR **PE A UNA CAJA O TABLERO**: CONEXIÓN EN **DERIVACIÓN**



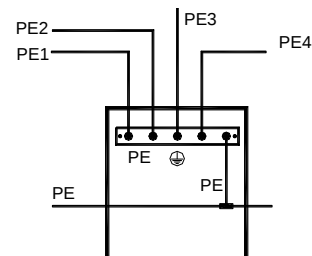
418 418

CONEXIÓN **PERMITIDA** DEL CONDUCTOR **PE EN UN TOMACORRIENTE**: SE **DEBE DERIVAR** DESDE EL **PE SIN CORTARLO**



419 419

CONEXIONES **PERMITIDAS** DE CONDUCTORES **PE EN UN TABLERO O CAJA**: **BARRA CON Ø ROSCADOS, BORNES DE TIERRA (PUENTE EN EL RIEL), ETC.**



420 420

LA SEGURIDAD Y
LA ADECUADA
EJECUCIÓN DE LAS
INSTALACIONES
DE PUESTA A TIERRA

421 421

Poner a tierra no alcanza



ALERTA :
dejar de pensar de que con la pat y
la medición de la Rpat alcanza

422 422

ALERTA 1: dejar de pensar de que con la
medición de la Rpat alcanza

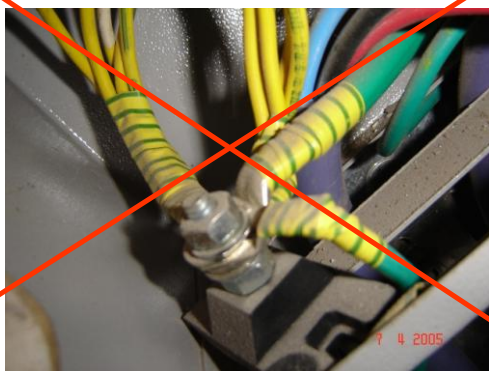
ALERTA 2: efectuar siempre en forma
cuidadosa la instalación de PaT, el
tendido y conexión de los
conductores PE y su conexión a todas
las masas y tomacorrientes (verificar
continuidad), el tendido y conexión de los conductores de las conexiones
equipotenciales

423 423

ALERTA 3: prohibición de la conexión del
conductor PE a cajas o tableros, en
GUARNALDA o en SERIE, que se corta
para entrar y salir. SIEMPRE CONECTAR
EL PE EN DERIVACIÓN

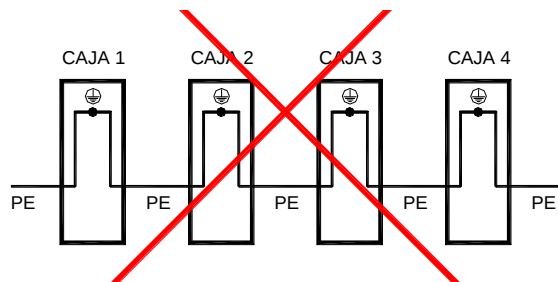
ALERTA 4: prohibición de efectuar más
de una conexión sobre un mismo borne.
O sea que bajo ningún concepto se
deben compartir bornes.

424 424



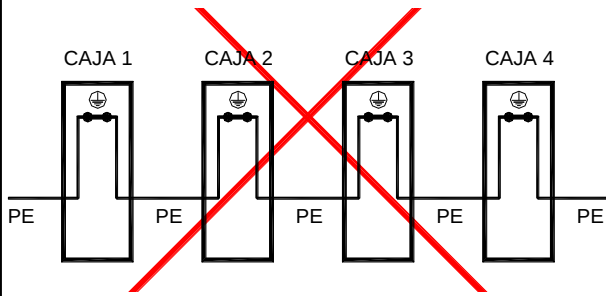
425

CONEXIÓN PROHIBIDA D/CONDUCTOR PE A
UNA CAJA POR SER CONEXIÓN EN GUARNALDA y
TENER 2 CONEXIONES SOBRE UN MISMO BORNE



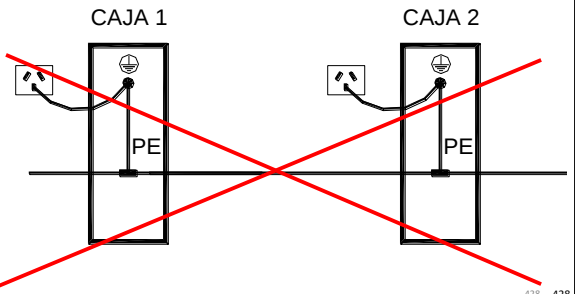
426 426

CONEXIÓN **PROHIBIDA** DEL CONDUCTOR **PE** A UNA CAJA POR SER CONEXIÓN EN GUIRNALDA



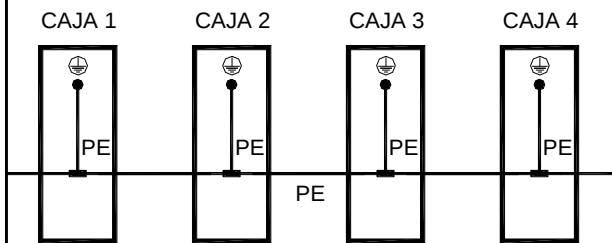
427 427

CONEXIÓN **NO PERMITIDA** DEL CONDUCTOR **PE** DE UN TOMACORRIENTE A UNA CAJA: NO SE PERMITE LA CONEXIÓN EN UN MISMO BORNE



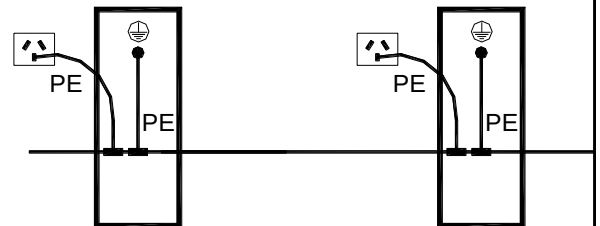
428 428

CONEXIÓN **PERMITIDA** DEL CONDUCTOR **PE** A UNA CAJA O TABLERO: CONEXIÓN EN DERIVACIÓN



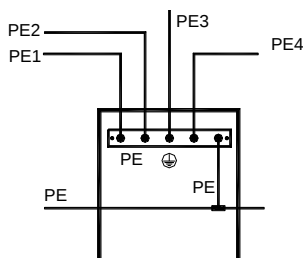
429 429

CONEXIÓN **PERMITIDA** DEL CONDUCTOR **PE** EN UN TOMACORRIENTE: SE DEBE DERIVAR DESDE EL **PE** SIN CORTARLO



430 430

CONEXIONES **PERMITIDAS** DE CONDUCTORES **PE** EN UN TABLERO O CAJA: BARRA CON Ø ROSCADOS, BORNES DE TIERRA (PUENTE EN EL RIEL), ETC.



431 431

¿De que se habla cuando hablamos del Reglamento de Inmuebles de la AEA en la Ley 19587 y en los DR?

PARTES 1 a 6

como partes generales incluyendo la guía de utilización llamada

PARTE 0

más la

PARTE 7

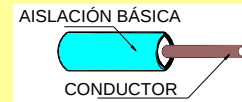
que incorpora las diferentes secciones donde existen influencias externas condicionantes (701, 710, 718, 771, etc.)

Dentro de los temas de seguridad que trata la Ley 19587 y sus 4 DR uno de los principales temas es la **PROTECCIÓN CONTRA LOS CHOQUES ELÉCTRICOS**

Hablar de la protección contra los choques eléctricos es hablar de la protección contra los contactos directos y de la protección contra los contactos indirectos

La protección contra los contactos directos se resuelve mediante alguna de las siguientes medidas (por lo menos una de esas medidas)

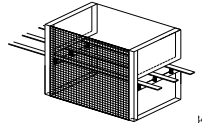
1) Por **AISLACIÓN DE LAS PARTES ACTIVAS PELIGROSAS**



2) Por colocación de las partes activas peligrosas dentro de **ENVOLVENTES DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA.**



3) Por colocación de las partes activas peligrosas detrás de **BARRERA DE PROTECCIÓN (ELÉCTRICA)**



14

A ESAS MEDIDAS HAY QUE AGREGARLE UNA CUARTA MEDIDA DE REFUERZO O COMPLEMENTARIA, OBLIGATORIA **SÓLO PARA CIERTOS CIRCUITOS**

435

435

ESA MEDIDA ES el empleo de los ID (interruptores diferenciales) de **$I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ (mal llamados disyuntores diferenciales)**

¿En qué circuitos es obligatorio el empleo de ID de **$I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$** ?

En circuitos de iluminación y tomacorrientes de hasta $I_n = 32 \text{ A}$

436

436

¿Para que fueron creados los interruptores diferenciales?

Para proteger los contactos indirectos.

Pero los ID de **$I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$** además de **proteger los contactos indirectos, protegen de los contactos directos y de los riesgos de incendio provocados por corrientes de falla a tierra y por corrientes de fuga a tierra**

437

437

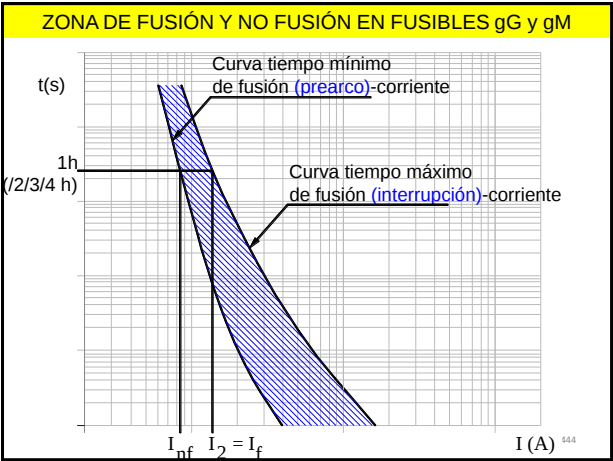
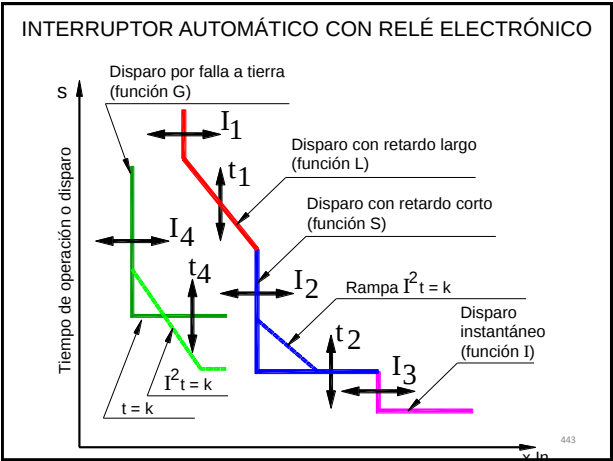
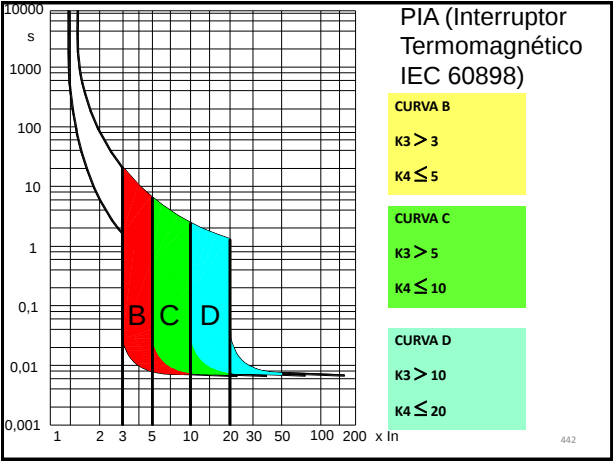
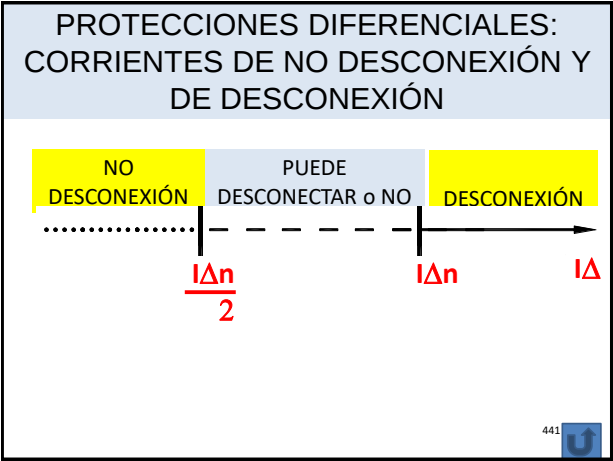
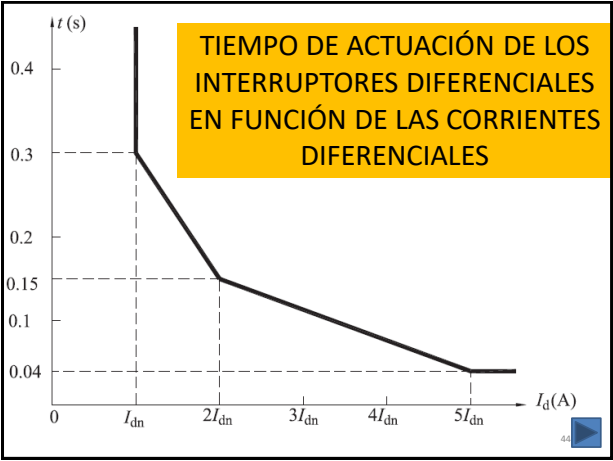
¿EN QUE TIEMPO DISPARAN LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES?

¿QUÉ ENSAYOS SE LE DEBEN REALIZAR?

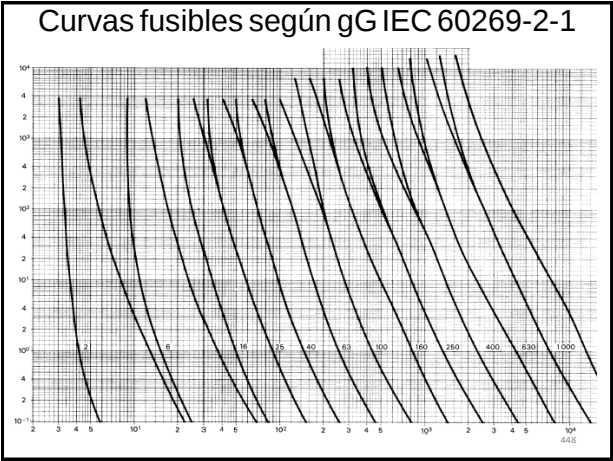
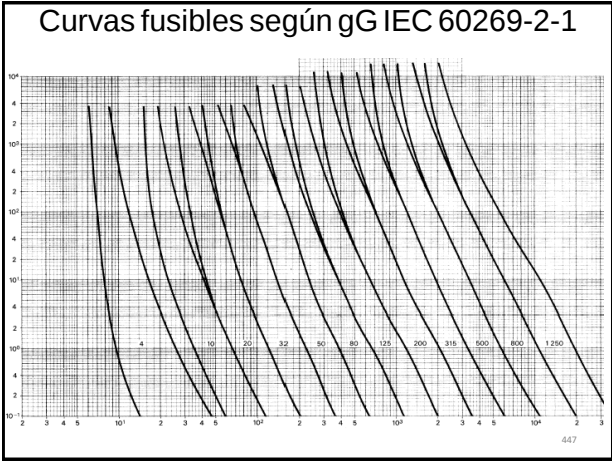
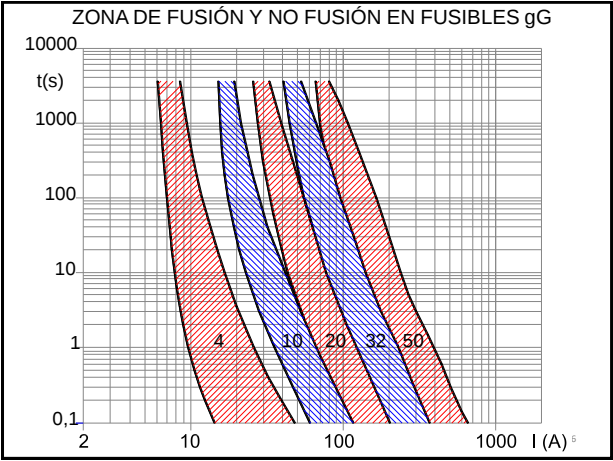
¿CON QUE CORRIENTES DEBEN DISPARAR?

Tipo	In (A)	IΔn (A)	Valores normalizados de tiempos de apertura y de no actuación en s en ID AC IEC 61008 IRAM 2301 para corrientes diferenciales igual a			
			IΔn	2 IΔn	5 IΔn	5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 A
General	≤125A	Todos los valores	0,3s	0,15 s	0,04 s	Tiempo máximo de apertura
S	> 25 A	>0,030 0,100 0,300 0,500	0,5s	0,2 s	0,15	Tiempo máximo de apertura
			0,13 s	0,06 s	0,05 s	Tiempo mínimo de no actuación

Para ID de tipo general con IΔn ≤ 0,03 A, en lugar de 5 IΔn puede emplearse c/ alternativa 0,25 A



T.6 CORRIENTES Y TIEMPOS CONVENCIONALES PARA FUSIBLES gG (ex gL) y gM			
CORRIENTES Y TIEMPOS CONVENCIONALES PARA FUSIBLES gG y gM			
CORRIENTE ASIGNADA I_n	CORRIENTE CONVENCIONAL DE NO FUSIÓN I_{nf}	CORRIENTE CONVENCIONAL DE FUSIÓN I_2	TIEMPO CONVENCIONAL (h)
$I_n \leq 4\text{ A}$	$1,5 \times I_n$	$2,10 \times I_n$	1
$4 < I_n \leq 16\text{ A}$	$1,5 \times I_n$	$1,9 \times I_n$	1
$16 < I_n \leq 63\text{ A}$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$	1
$63 < I_n \leq 160\text{ A}$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$	2
$160 < I_n \leq 400\text{ A}$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$	3
$400 < I_n$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$	4



Componente alterna de la Corriente presunta eficaz de cortocircuito (kA) = 20 kA

Corriente de pico limitada = 10 kA (con NH 100 A)

Corriente de pico presunta (no limitada) = 50 kA

Punto a) y 2 kA?

Esto quiere decir que el efecto limitador se presenta para cada I_n de los fusibles a partir de cierto nivel de corriente presunta de cortocircuito:

Por ejemplo en el dibujo **ilustrativo** anterior, el fusible de 100 A comienza su efecto de limitación con corrientes presuntas de cortocircuito superiores a los 2 kA; con corrientes menores no hay limitación. **Conclusión:** no en todas las instalaciones se obtienen beneficios de limitación de corriente.

Corrientes de actuación de fusibles: nos permite comparar con los PIA		
	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A) para 0,1s
Table III - Gates for specified pre-arcing and operating times of "gG" fuse-links IEC 60269-2-1	16	150
	20	200
	25	260
	32	350
	40	450
	50	610
	63	820
	80	1100
	100	1450
	125	1910

Table III - Gates for specified pre-arcing and operating times of "gG" fuse-links IEC 60269-2-1

In A	Imáx (5 s) A	Imáx (0,4 s) A	Imáx (0,2 s) A	Imáx (0,1s) A
2	9,2	16	19	23
4	18,5	32	38	47
6	28	46	55	72
10	46,5	80	90	110
12	55,2	90	110	140,4
224	1450	2800	3200	3980

451

Table III - Gates for specified pre-arcing and operating times of "gG" fuse-links IEC 60269-2-1

In A	Imáx (5 s) A	Imáx (0,2 s) A	Imáx (0,1s) A
160	950	2100	2590
200	1250	2800	3420
250	1650	3800	4500
315	2200	4700	6000
400	2840	6200	8060
500	3800	8000	10600
630	5100	11000	14140
800	7000	14000	19000
1000	9500	20000	24000
1250	13000	27000	35000

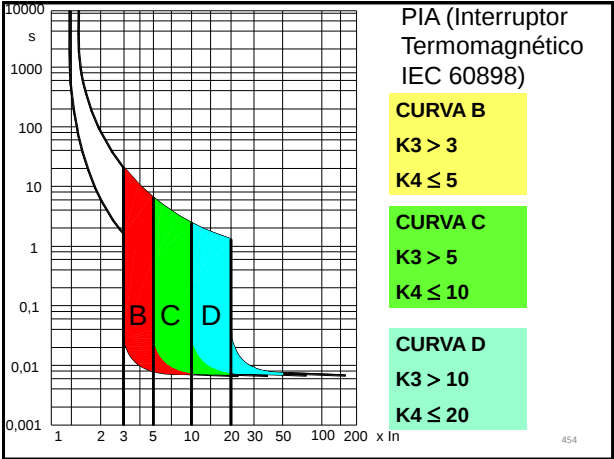
452

CLASIFICACIÓN DE LOS PIA
POR LA CURVA DE DISPARO INSTANTÁNEO

Según la intensidad de disparo instantáneo están normalizados en los siguientes tipos de curva

- **curva B**, el disparo instantáneo se debe producir con una corriente $> 3I_n$ y $\leq 5I_n$.
- **curva C**, el disparo instantáneo se debe producir con una corriente $> 5I_n$ y $\leq 10I_n$.
- **curva D**, el disparo instantáneo se debe producir con una corriente $> 10I_n$ y $\leq 20I_n$.

La curva térmica es la misma en todos los casos. En el pasado no era así.



CORRIENTE CONVENCIONAL DE ACTUACIÓN, DISPARO, OPERACIÓN O FUNCIONAMIENTO I_2 (en sobrecarga) DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN (826-05-09)

Valor especificado de corriente que provoca la actuación de un dispositivo de protección dentro de un tiempo normalizado, denominado tiempo convencional.

455

CORRIENTE CONVENCIONAL DE ACTUACIÓN, DISPARO (I_2)

La I_2 , corriente convencional de operación, es mayor que la I_n o I_r del dispositivo y el tiempo convencional **varía** de acuerdo al tipo y a la I_n del dispositivo de protección (PIA, IA o FUSIBLE).

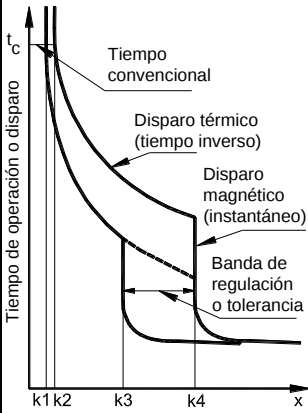
456

CORRIENTE CONVENCIONAL DE ACTUACIÓN o DISPARO (I_2)

Para los **todos los Interruptores Automáticos** esta corriente es llamada: **CORRIENTE CONVENCIONAL DE OPERACIÓN O FUNCIONAMIENTO.**
Para los **Fusibles** esta corriente es llamada **CORRIENTE CONVENCIONAL DE FUSIÓN.**

457

Característica corriente-tiempo en un PIA 60898



Corriente convencional de no disparo $I_{nt} = k_1 I_n = 1,13 I_n$
Corriente convencional de disparo (sobrecargas) $I_2 = k_2 I_n = 1,45 I_n$

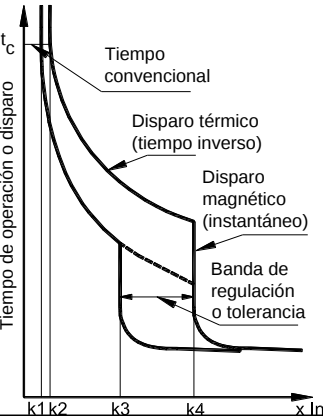
CURVA B $K3 > 3$ $K4 \leq 5$

CURVA C $K3 > 5$ $K4 \leq 10$

CURVA D $K3 > 10$ $K4 \leq 20$

TEMPERATURA DE REFERENCIA POR NORMA
 $T^\circ = 30^\circ\text{C}$

Característica corriente-tiempo en un IA 60947-2



Corriente convencional de no disparo $I_{nt} = k_1 I_n = 1,05 I_n$

Corriente convencional de disparo (sobrecargas) $I_2 = k_2 I_n = 1,30 I_n$

LA NORMA 60947-2 NO ESTABLECE NI CURVAS NI TIEMPOS DE DISPARO PARA EL INSTANTÁNEO Y DEJA LA INICIATIVA AL FABRICANTE: LA NORMA SÓLO LE EXIGE QUE LOS VALORES ESTÉN DENTRO DEL $\pm 20\%$. FIJA $T=40^\circ\text{C}$

IEC 60898 T.11 P.I.A. Característica Tiempo-Corriente (zona de sobrecarga, disparo térmico o tiempo inverso)

Ti-po	Corr. De Ensayo	Condiciones Iniciales	Duración (límites) de tiempo de disparo y de no disparo	Resultados a obtener	Observaciones
B C D	$I_1 = 1,13 I_n$	Estado Frío (s/ carga previa y a la T° de ajuste de referencia 30°C)	$t \leq 1 \text{ h}$ (para $I_n \leq 63 \text{ A}$) $t \leq 2 \text{ h}$ (para $I_n > 63 \text{ A}$)	No disparo	
B C D	$I_2 = 1,45 I_n$	Inmediatamente después del ensayo a)	$t < 1 \text{ h}$ (para $I_n \leq 63 \text{ A}$) $t < 2 \text{ h}$ (para $I_n > 63 \text{ A}$)	Disparo	Aumento progresivo de la corriente dentro de los 5s
B C D	$I_3 = 2,55 I_n$	Estado Frío (s/ carga previa y a la T° de ajuste de referencia)	$1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$ ($I_n \leq 32 \text{ A}$) $1 \text{ s} < t < 120 \text{ s}$ ($I_n > 32 \text{ A}$)	Disparo	

Seguridad Eléctrica Módulo 3 "Sobrecargas y Cortocircuitos" Docente: Ing. Carlos A. Galliza

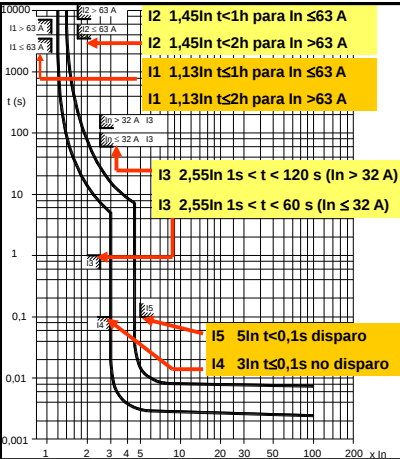
460

IEC 60898 T.11 P.I.A. Característica Tiempo-Corriente (zona cortocircuito, disparo magnético o instantáneo)

Ti-po	I Ensayo	Condiciones Iniciales	Duración (límites) de tiempo de disparo y de no disp.	Res.	Observaciones
B C D	$I_4 = 3 I_n$ $I_4 = 5 I_n$ $I_4 = 10 I_n$	Estado frío (sin carga previa y a la temperatura de ajuste de referencia)	$t \leq 0,1 \text{ s}$	No Disparo	Corriente obtenida por el cierre de un interruptor auxiliar
B C D	$I_5 = 5 I_n$ $I_5 = 10 I_n$ $I_5 = 20 I_n$	Estado Frío (sin carga previa y a la temperatura de ajuste de referencia)	$t < 0,1 \text{ s}$	Disparo	Corriente obtenida por el cierre de un interruptor auxiliar

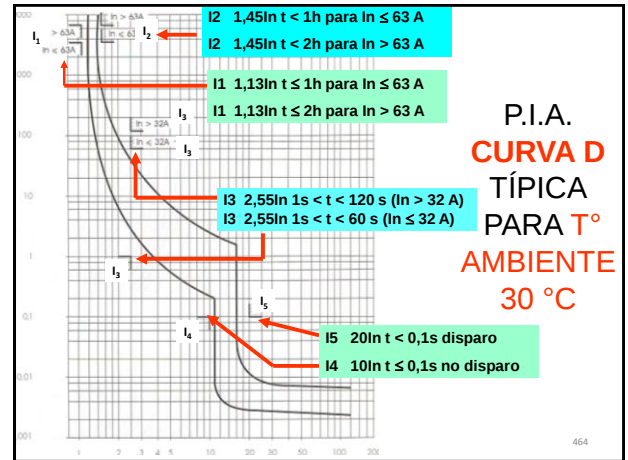
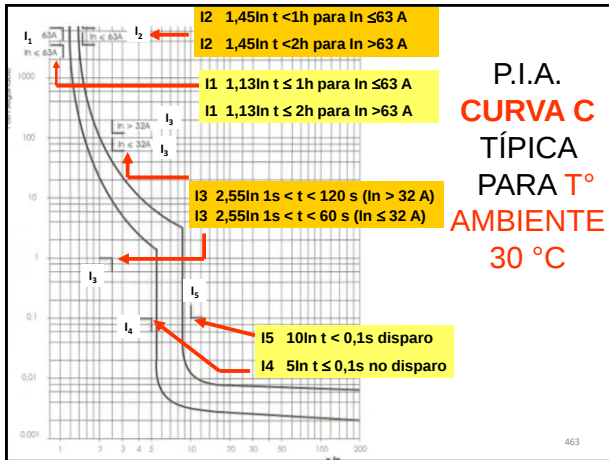
Seguridad Eléctrica Módulo 3 "Sobrecargas y Cortocircuitos" Docente: Ing. Carlos A. Galliza

461



P.I.A. CURVA B TÍPICA PARA T° AMBIENTE 30°C

462



La **CURVA B** se recomienda en la protección de:

- a) **CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES** en viviendas, oficinas y comercios.
- b) **CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN** en viviendas, oficinas, comercios e industrias, en los que no se encienden simultáneamente lámparas incandescentes o de descarga compensadas, que consuman en conjunto corrientes muy cercanas a la I_n del P.I.A. De no ser así, la sobrecorriente de conexión podría ser mayor que $5I_n$, provocando el disparo del TM.

La **CURVA B** se recomienda además en la protección de:

- c) **CIRCUITOS DE GRAN LONGITUD**, ya que en esos casos la alta impedancia de esos circuitos producen bajas corrientes de cortocircuito lo que puede hacer inviables a las curvas C y D.
- d) cuando se desee **MEJORAR LA SELECTIVIDAD** (amperométrica) con relación a otros dispositivos de protección instalados aguas arriba (hacia el lado de la alimentación).

La **CURVA C** se recomienda en la protección de:

- a) **CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES** en viviendas, oficinas y comercios cuando sean esperables corrientes de conexión algo elevadas, como las corrientes de arranque de motores.
- b) **CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN** en viviendas, oficinas, comercios e industrias, en los que se encienden simultáneamente grupos de lámparas incandescentes o de descarga compensadas.
- c) Se recomienda además para que **ELEGIDAS ADECUADAMENTE JUNTO** con las de **curva B**, e instaladas aguas arriba de éstas, pueden colaborar en la solución de ciertos **PROBLEMAS DE SELECTIVIDAD** (selectividad amperométrica).

La **CURVA D** se recomienda en la protección de:

- a) Circuitos con altas corrientes de conexión, como las que se producen en la conexión de: transformadores, corriente de inrush (8 a $25I_n$), capacitores, corriente de conexión $9I_n$, electroválvulas, motores con arranque prolongado o con gran frecuencia de maniobras o en circuitos con corrientes transitorias muy elevadas.
- b) elegidas **ADECUADAMENTE** junto con las de **CURVA B y C**, e instaladas aguas arriba de éstas, pueden colaborar en la solución de ciertos problemas de **SELECTIVIDAD** (selectividad amperométrica).

IA 60947-2
MAGNITUDES MÁS
IMPORTANTES

469

IA 60947-2 MAGNITUDES MÁS IMPORTANTES

- 1. Corriente asignada I_n (marcación visible)
- 2. Aptitud para el seccionamiento (marcación visible)
- 3. Indicación de apertura y cierre **O** y **|** si se marca por símbolos (marcación visible)
- 4. Categoría de empleo **A** o **B** (puede ser marcación no visible)
- 5. Tensión asignada de empleo U_e (puede ser marcación no visible)

470

IA 60947-2 MAGNITUDES MÁS IMPORTANTES

- 6. $PdC I_{cs}$ a la U_e (puede ser marcación no visible)
- 7. $PdC I_{cu}$ a la U_e (puede ser marcación no visible)
- 8. PdC Cierre en corto I_{cm} a la U_e (puede ser marcación no visible o dato de catálogo)
- 9. Corriente asignada de corta duración I_{cw} (categoría **B**) y tiempo correspondiente (puede ser marcación no visible)

471

IA 60947-2 MAGNITUDES MÁS IMPORTANTES

- 10. Tensión asignada de aislación U_i si es superior a U_e (puede ser marcación no visible o dato de catálogo)
- 11. Tensión asignada soportada al impulso U_{imp} si es superior a U_e (puede ser marcación no visible o dato de catálogo)
- 12. Corriente térmica convencional bajo envolvente si es $\neq I_n$ (puede ser marcación no visible o dato de catálogo)

472

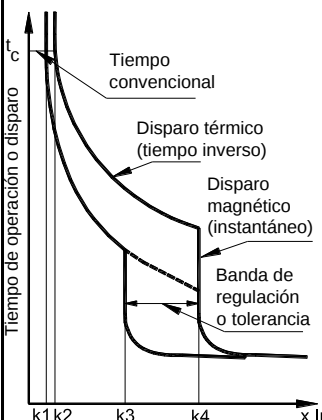
Clasificación de los IA IEC 60947-2

Son aptos para circuitos, donde la tensión asignada sea ≤ 1000 V en CA o 1500 V en CC.

Estos aparatos se clasifican entre otras características:

- a) Según la Categoría de empleo, A o B.
- b) Según el medio de corte: corte en el aire, en vacío o en un gas $\neq$ al aire.
- c) Según la construcción: abierta o en caja moldeada.
- d) Según el modo de comando del mecanismo de maniobra.
- e) Según el modo de instalación: interruptores automáticos fijos, extraíbles, enchufables.

Característica corriente-tiempo en un IA 60947-2



Corriente convencional de no disparo
 $I_{nt} = k_1 I_n = 1,05 x I_n$

Corriente convencional de disparo
 $I_2 = k_2 I_n = 1,30 x I_n$

LA NORMA 60947-2 NO ESTABLECE NI CURVAS NI TIEMPOS DE DISPARO PARA EL INSTANTÁNEO Y DEJA LA INICIATIVA AL FABRICANTE: LA NORMA SÓLO LE EXIGE QUE LOS VALORES ESTÉN DENTRO DEL $\pm 20\%$. FIJA $T=40^\circ C$

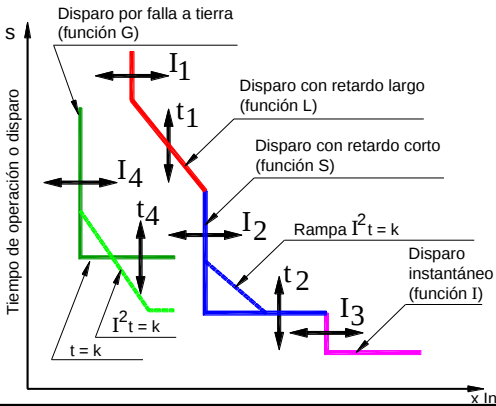
INTERRUPTOR AUTOMÁTICO IEC 60947-2
CARACTERÍSTICAS TIEMPO-CORRIENTE

Los valores convencionales de funcionamiento a tiempo inverso son los siguientes:

Todos los polos cargados		Tiempo convencional en horas
Intensidad convencional de no desconexión	Intensidad convencional de desconexión	
1,05 veces la intensidad de regulación (Ir)	1,30 veces la intensidad de regulación (Ir)	2 *
* 1 h para $I_n \leq 63$ A		

475

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON RELÉ ELECTRÓNICO



476

ALGUNAS DIFERENCIAS ENTRE LOS
PIA 60898 Y LOS IA 60947-2

	<i>PIA 60898</i>	<i>IA 60947-2</i>
Tensión U_n	≤ 440 V	≤ 1000 V
Corriente I_n	$I_n \leq 125$ A	No se establecen límites
Protección Térmica	1,13 a 1,45	1,05 a 1,3
Protección Magnética	Curva B 3-5 Curva C 5-10 Curva D 10-20	Límites fijados por el fabricante $\pm 20\%$

477

ALGUNAS DIFERENCIAS ENTRE LOS
PIA 60898 Y LOS IA 60947-2

	<i>PIA 60898</i>	<i>IA 60947-2</i>
Regulación Térmica	No	SI
Regulación magnética	No	Algunos fijos y otros regulables
Protección electrónica	No	Sí

478

ALGUNAS DIFERENCIAS ENTRE LOS
PIA 60898 Y LOS IA 60947-2

	<i>PIA 60898</i>	<i>IA 60947-2</i>
PdC	<i>PdC asignado</i> I_{cn} = <i>PdC último (no se marca con I_{cu})</i>	<i>PdC último</i> I_{cu}
	<i>PdC de servicio I_{cs}</i>	<i>PdC de servicio I_{cs}</i>
Seccionamiento	Sí	Sí

479

PdC NORMALIZADOS EN LOS *IA IEC 60947-2*

(I_{cu}) Poder de corte último en cortocircuito

(I_{cs}) Poder de corte de servicio en cortocircuito

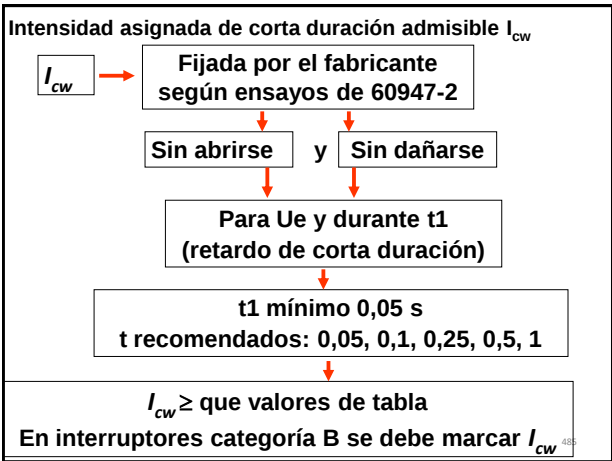
480

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO IEC 60947-2	
Categorías de empleo de los Interruptores Automáticos	
Categ.de empleo	Aplicación en cuanto a la selectividad
A	Interruptores automáticos no previstos específicamente para la selectividad en condición de cortocircuito,.
B	Interruptores automáticos previstos específicamente para la selectividad en condición de cortocircuito,.

IA 60947-2: Relación normalizada entre I_{cs} e I_{cu}	
IA con Categoría de empleo A (%de I_{cu})	IA con Categoría de empleo B (%de I_{cu})
25	
50	50
75	75
100	100
Categorías de empleo. La categoría de empleo de un IA debe fijarse en función del hecho de que esté o no previsto específicamente para la selectividad por una temporización intencionada respecto a los demás IA montados en serie aguas abajo, en condiciones de cortocircuito.	

Categorías de empleo de los Interruptores Automáticos	
Cat. empleo	Aplicación en cuanto a la selectividad
A	IA no previstos específicamente para la selectividad en condición de cortocircuito, en relación con otros DPCC instalados en serie aguas abajo, es decir sin retardo intencional de corta duración previsto para la selectividad en condición de cortocircuito, y consecuentemente sin intensidad asignada de corta duración admisible (I_{cw}) según la definición dada para I_{cw} .

Categorías de empleo de los Interruptores Automáticos	
Cat. empleo	Aplicación en cuanto a la selectividad
B	IA previstos específicamente para la selectividad en condición de cortocircuito, en relación a otros DPCC instalados en serie aguas abajo, es decir con un retardo intencional de corta duración (que puede ser regulable) y destinados a la selectividad en condición de cortocircuito. Estos IA tienen una corriente asignada de corta duración admisible (I_{cw}) de acuerdo con la definición dada para I_{cw} .



INTERRUPTOR AUTOMÁTICO IEC 60947-2	
VALORES MÍNIMOS DE INTENSIDAD ASIGNADA DE CORTA DURACIÓN ADMISIBLE I_{cw}	
La I_{cw} (intensidad asignada de corta duración admisible) debe indicarse expresamente cuando el interruptor sea clasificado de categoría de empleo B y no debe tener un valor inferior a los valores que figuran en la tabla siguiente (Norma IEC 60947-2).	
Tabla 3 de la Norma IEC 60947-2 Valores mínimos de intensidad asignada de corta duración admisible	
Intensidad asignada I_n (A)	Intensidad asignada de corta duración admisible I_{cw} Valores mínimos (kA)
$I_n \leq 2500$	El mayor de los 2 valores, $12 I_n$, o 5 kA
$I_n > 2500$	30 kA