

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

Dictado en San Juan

por el Ing. Carlos Galizia

con el auspicio de Trielec y

Electroinstalador

y 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 y de la UADE

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**

EN GENERAL

**¿QUÉ MEDICIÓN SE VENÍA SOLICITANDO
EN LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO
PÚBLICO, EN LAS PLANTAS INDUSTRIALES,
EN TALLERES, EN LOS LOCALES
COMERCIALES Y EN TODO LUGAR DONDE
HUBIERA ACTIVIDAD LABORAL Y
PARTICIPARA UNA ART, CON RELACIÓN A
LA SEGURIDAD ELÉCTRICA Y EN
PARTICULAR FRENTE AL RIESGO DE
CONTACTO INDIRECTO?**

**SÓLO SE SOLICITABA LA MEDICIÓN DE
LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**

¿Y ESO SERVÍA?

**¿ALCANZABA PARA DEFINIR QUE UNA
INSTALACIÓN ERA SEGURA FRENTE A
LOS CONTACTOS INDIRECTOS?**

PARA NADA

**¿Y PORQUÉ SE ACEPTABA ESTA
MEDICIÓN Y SE LA VALIDABA COMO
“LA MEDIDA DE SEGURIDAD A
CUMPLIR”?**

**POR EL DESCONOCIMIENTO O POR LA
DESAPRENSIÓN DE LOS
PROFESIONALES INVOLUCRADOS EN
EL TEMA**

**¿LA LEY NACIONAL DE HIGIENE Y
SEGURIDAD EN EL TRABAJO 19587 Y SUS
DECRETOS REGLAMENTARIOS
RESPALDABAN ESE PROCEDIMIENTO?**

¡¡¡EN ABSOLUTO!!!

**LA LEY Y SUS DR PESE A QUE ESTÁN
PLAGADOS DE ERRORES EN LO ELÉCTRICO,
EN LO RELACIONADO CON LA
PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS
INDIRECTOS SE APROXIMAN BASTANTE A
LO CORRECTO**

¿CÓMO SE RESOLVIERON ESTOS
DESACIERTOS QUE LO ÚNICO QUE
LOGRABAN ERA HACERLE CREER
(FALSAMENTE) A LOS USUARIOS QUE
TENÍAN INSTALACIONES SEGURAS FRENTE
A ESE RIESGO (CONTACTOS INDIRECTOS)?

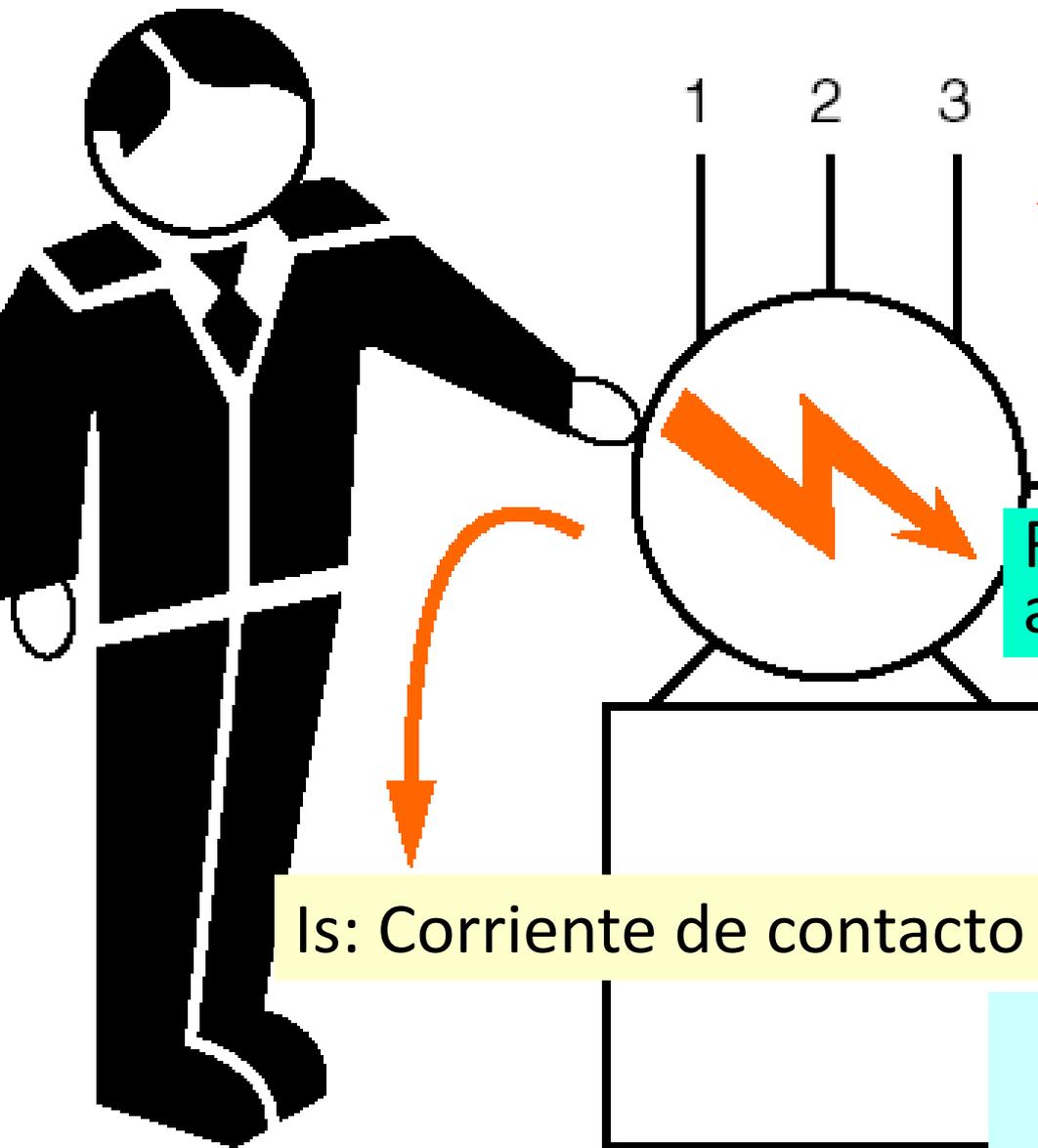
¡¡¡CON LA RESOLUCIÓN 900!!!

LA RESOLUCIÓN 900 ¿ES PERFECTA?

¡¡NO!! ES MEJORABLE

**PERO ES INFINITAMENTE MEJOR QUE LO
QUE SE HACÍA HASTA ABRIL 2015**

Contacto indirecto



¿Hay Riesgo?

I_d : Corriente de falla a tierra (por falla de aislación)

Falla de aislación

Hay riesgo porque estamos

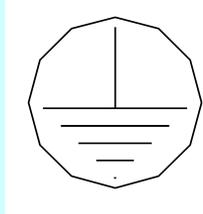
suponiendo que el N de la fuente está a tierra

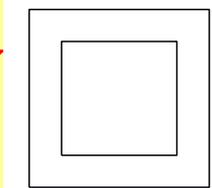
I_s : Corriente de contacto

¿Y cuales son las medidas de protección?

¿CUALES SON LAS MEDIDAS de
PROTECCIÓN CONTRA LOS
CONTACTOS INDIRECTOS
(ACTUALMENTE LLAMADA
PROTECCIÓN EN CASO DE FALLA)?

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

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

b) La Protección por el empleo de instalaciones o materiales de aislación *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**,

¿QUÉ PIDE LA RESOLUCIÓN 900?

VERIFICAR LA PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS

o SEA a GRANDES RASGOS

- 1) Verificar que cada masa eléctrica está conectada a tierra
- 2) Verificar que cada masa extraña está equipotencializada con tierra
- 3) Verificar que los DP cumplan con la desconexión automática de la alimentación
- 4) Medir la R_{pat} o el lazo de falla, etc.

**¿DÓNDE SE REFLEJAN ESTAS
COMPROBACIONES QUÉ PIDE LA
RESOLUCIÓN 900?**

**EN UNA PLANILLA, LA MÁS
IMPORTANTE**

**QUE A GRANDES RASGOS SE
MUESTRA A CONTINUACIÓN**

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

(16) Razón Social:

(18) Dirección:

(19)

(22)

(23)

(24)

Número de toma
de tierra

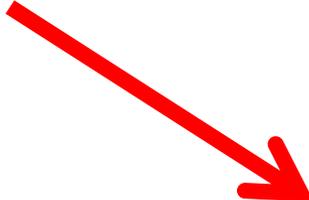
Sector

Descripción de la condición del terreno al
momento de la medición
Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso / Lluvias
recientes / Arenoso seco o húmedo / Otro

CIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE L

| | |
|----------------|----------|
| (9) Localidad: | (20) CP: |
|----------------|----------|

Datos de la Medición

| | | |
|--|--|--|
| (25) | (26) | Medición |
|  <p>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.</p> |  <p>Esquema de conexión a tierra utilizado: TT / TN-S/ TN-C / TN-C-S / IT</p> | (27) Valor obtenido medición en ohm (|

Medición de la puesta a tierra

Continuidad de las masas

| | | | |
|---|---------------------------|---|--|
| (27) Valor obtenido en la medición expresado en ohm (Ω) | (28) cumple SI / NO | (29) CONTINUIDAD ↓ El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente SI / NO | (30) SECCIÓN ↓ El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada SI / NO |
| | | | |

| | | | |
|---|---|--|---|
| | | | |
| <p>(30)</p> <p>El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente / NO</p> | <p>(31)</p> <p>Continuidad de las masas</p> <p>El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada SI / NO</p> | <p>(32)</p> <p>Para la protección contra contactos indirectos se utiliza: dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusible (Fus).</p> | <p>(32)</p> <p>El c empl e alin prote</p> |
| | | | |



| | | |
|--|--|--|
| (31) | | (32) |
| sta a dad de ir la una ada | 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)

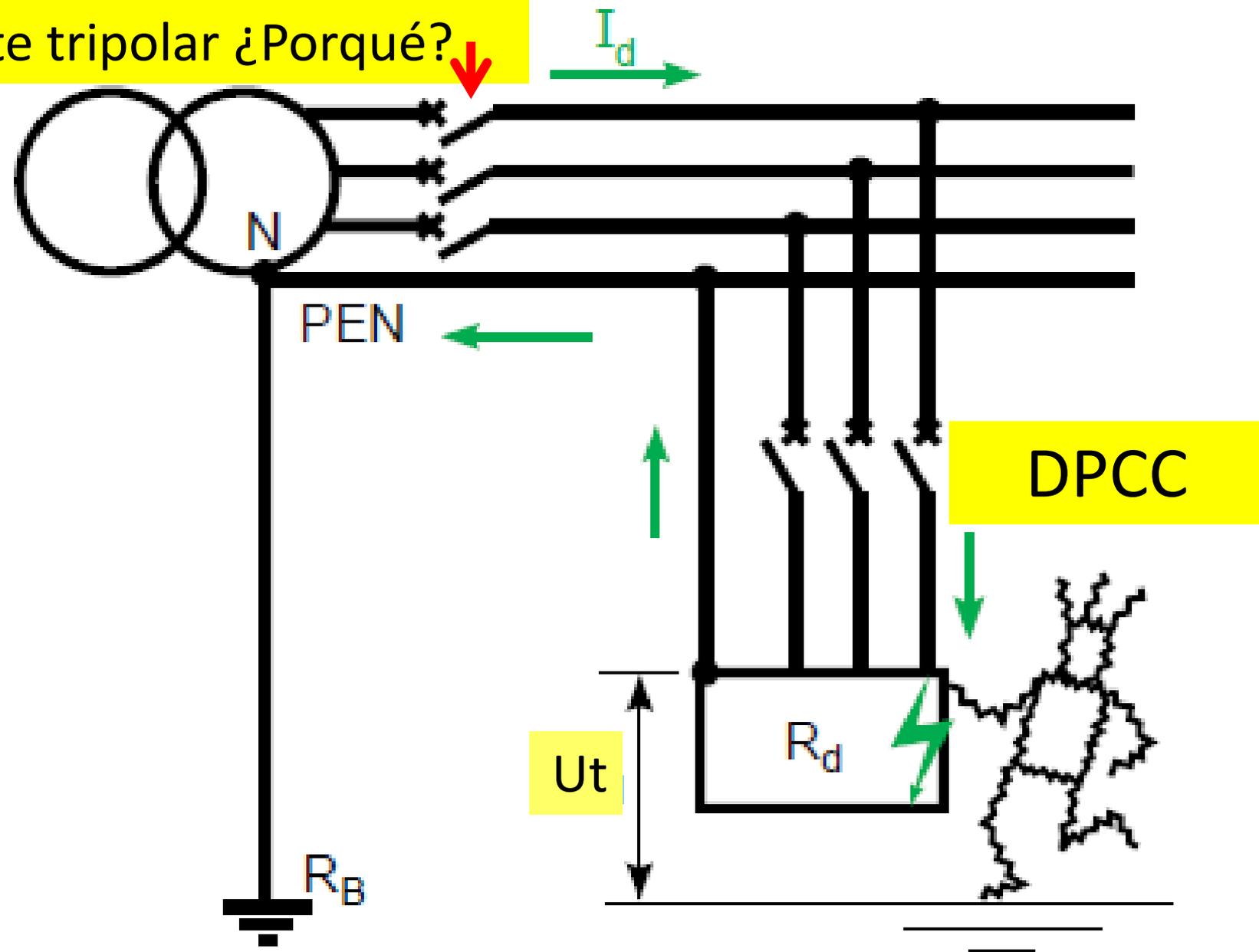
Número de toma
de tierra

Sector

Descripción de la condición del terreno
momento de la medición
Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso /
recientes / Arenoso seco o húmedo

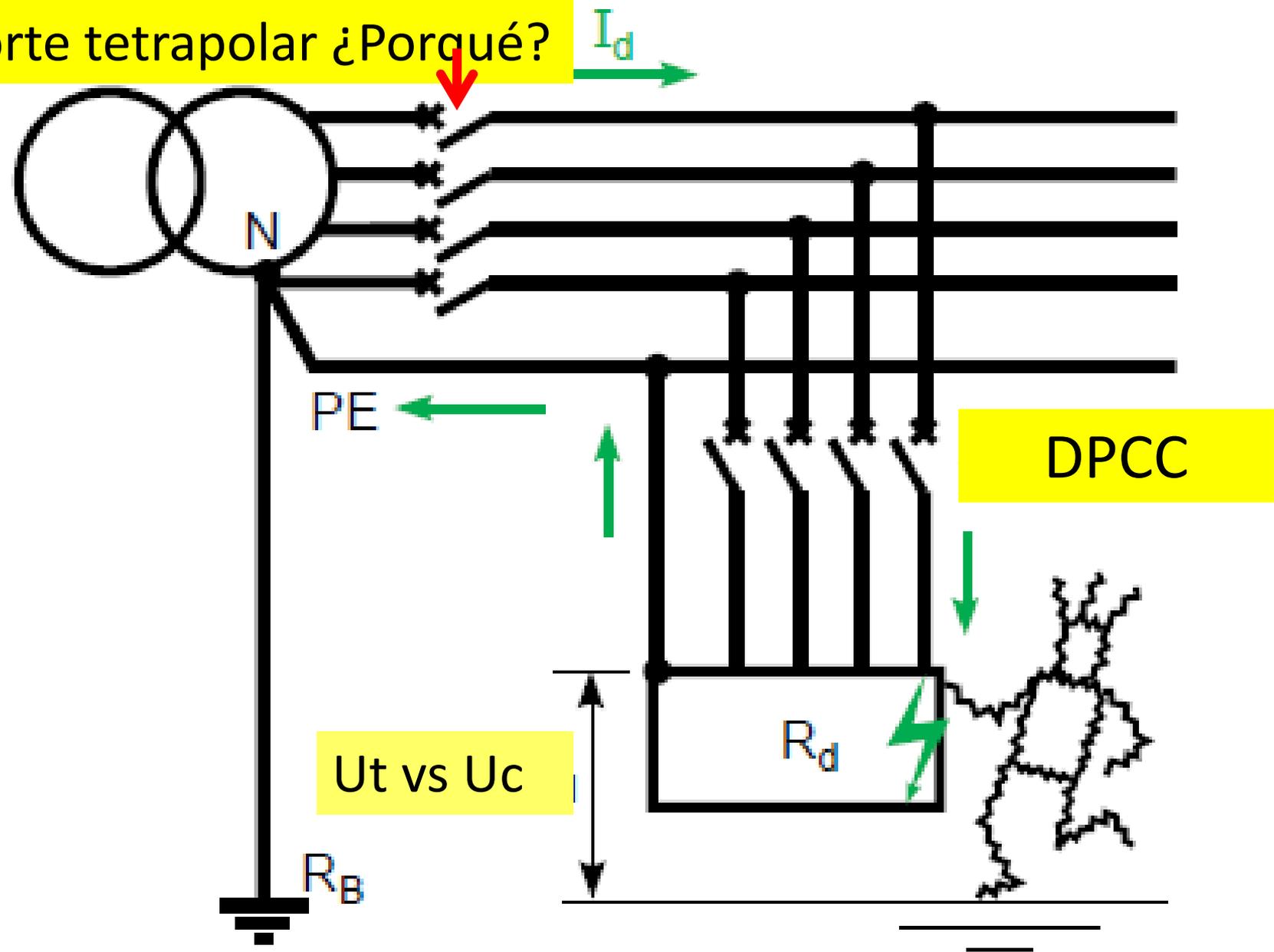
(33) Información adicional:

Corte tripolar ¿Porqué?



Falla de aislación en una red explotada en TN-C

Corte tetrapolar ¿Porqué?

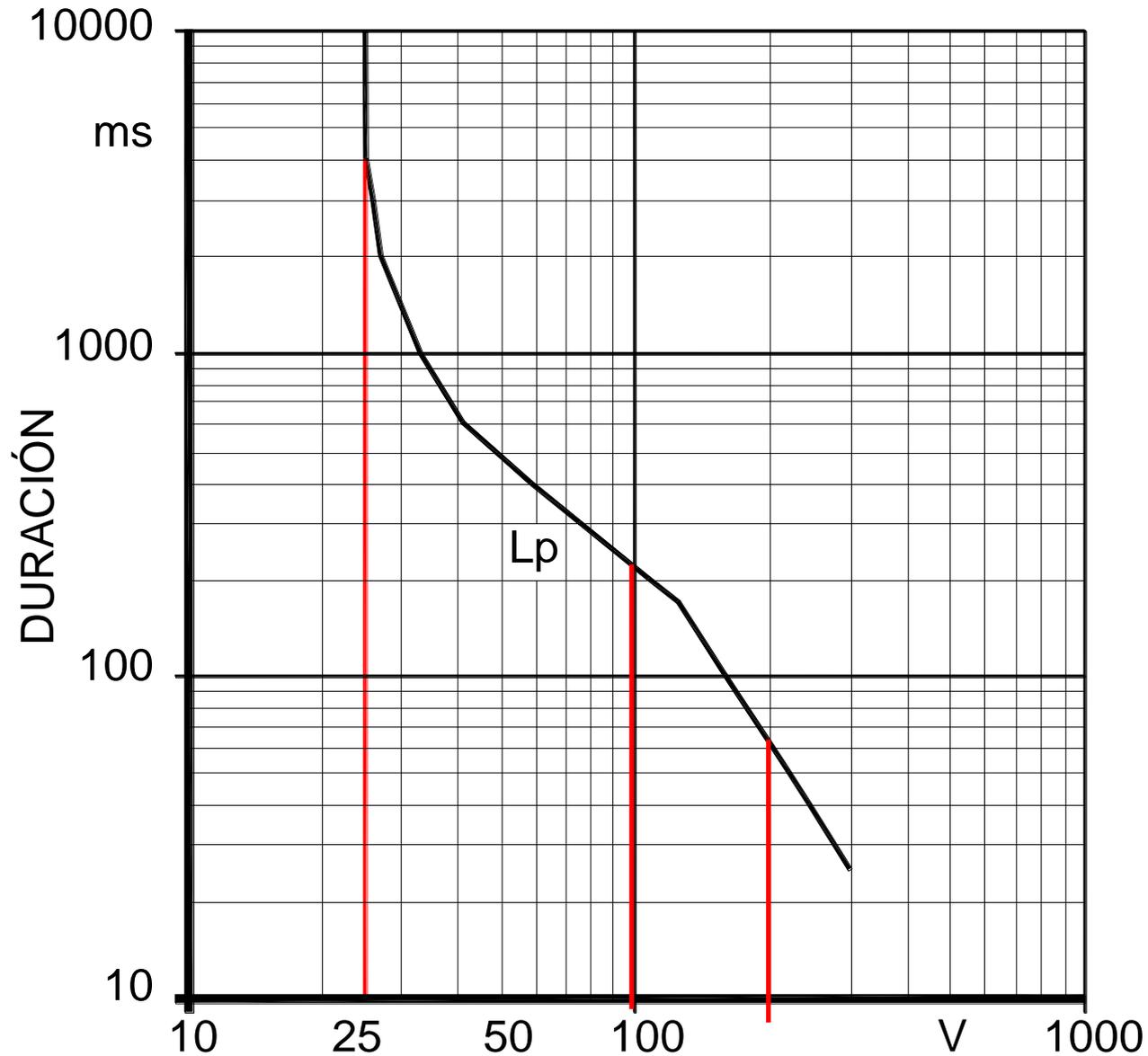


Falla de aislación en una red explotada en TN-S

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

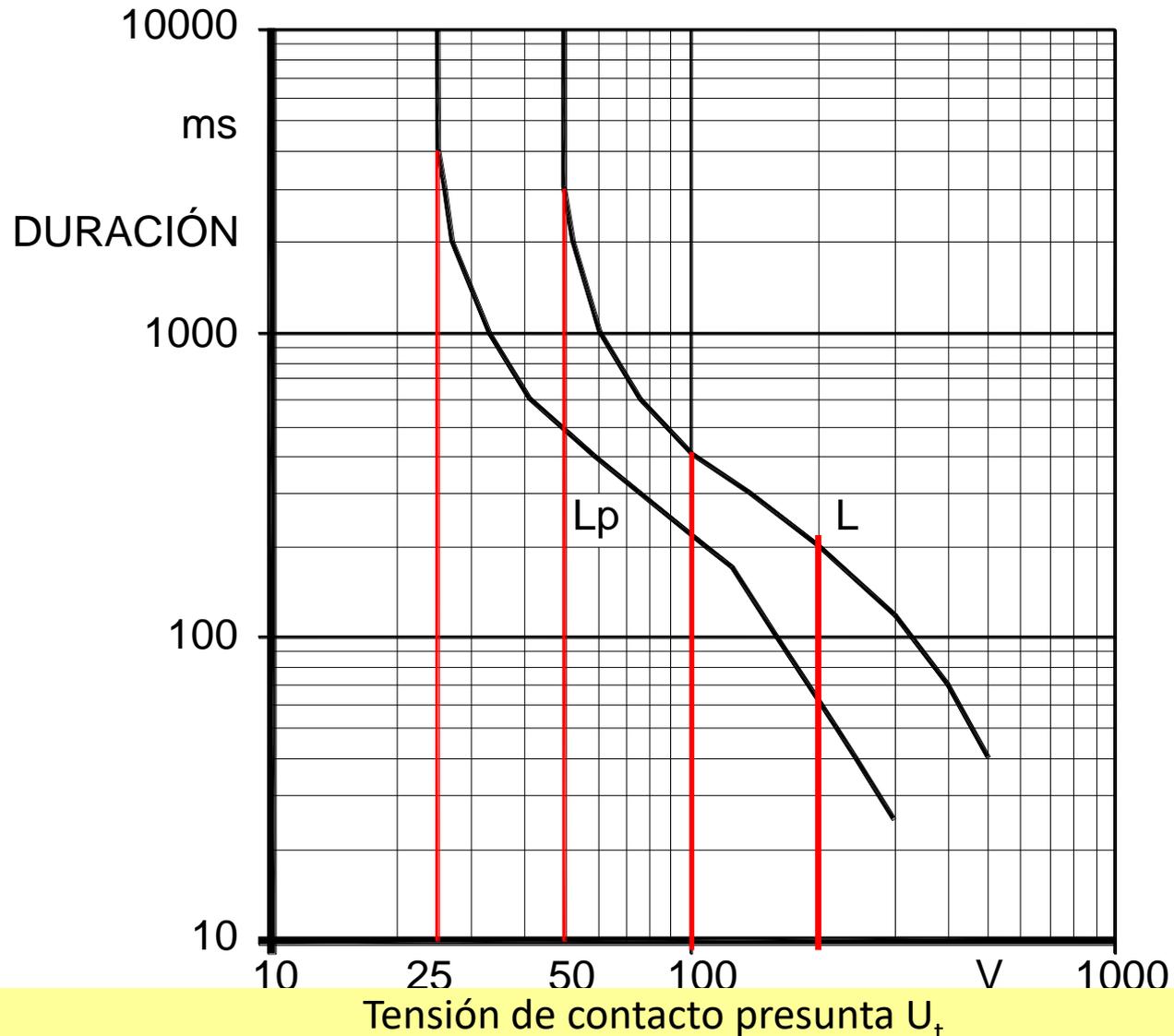
Curva Lp (25 V)



Tensión de contacto presunta U_t

Lp = Máxima duración de la tensión de contacto presunta U_t en situaciones particulares

Curvas L (50 V) y Lp (25 V)



L = Máxima duración de la tensión de contacto presunta U_t en situaciones normales
Lp = Máxima duración de la tensión de contacto presunta U_t en situaciones particulares

EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL

¿PARA QUÉ FUE CREADO?

**¿PARA PROTEGER LOS CONTACTOS
DIRECTOS?**

**o ¿PARA PROTEGER LOS CONTACTOS
INDIRECTOS?**

**FUE CREADO PARA PROTEGER LOS
CONTACTOS INDIRECTOS**

EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL (o PROTECCIÓN DIFERENCIAL EN GENERAL) ¿PARA CUAL DE ESTAS DOS DETECCIONES FUE CREADO?

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

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

**¿EN QUÉ INSTALACIONES ES
OBLIGATORIO EMPLEAR
PROTECCIONES DIFERENCIALES PARA
PROTEGER LOS CONTACTOS
INDIRECTOS?**

**EN LAS INSTALACIONES QUE OPERAN
EN EL ECT TT**

Como se dijo los interruptores diferenciales fueron creados 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

Los ID de

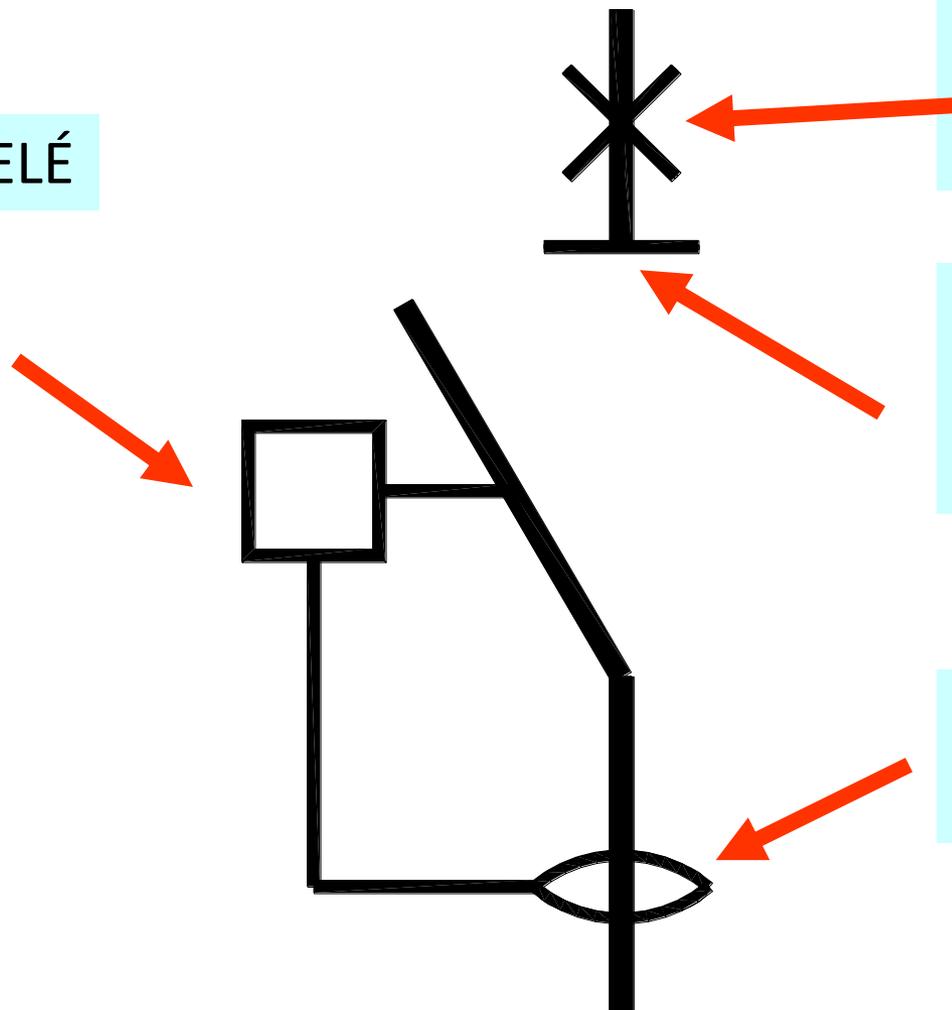
$I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ son obligatorios en ciertos circuitos para reforzar la protección contra los contactos directos

¿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

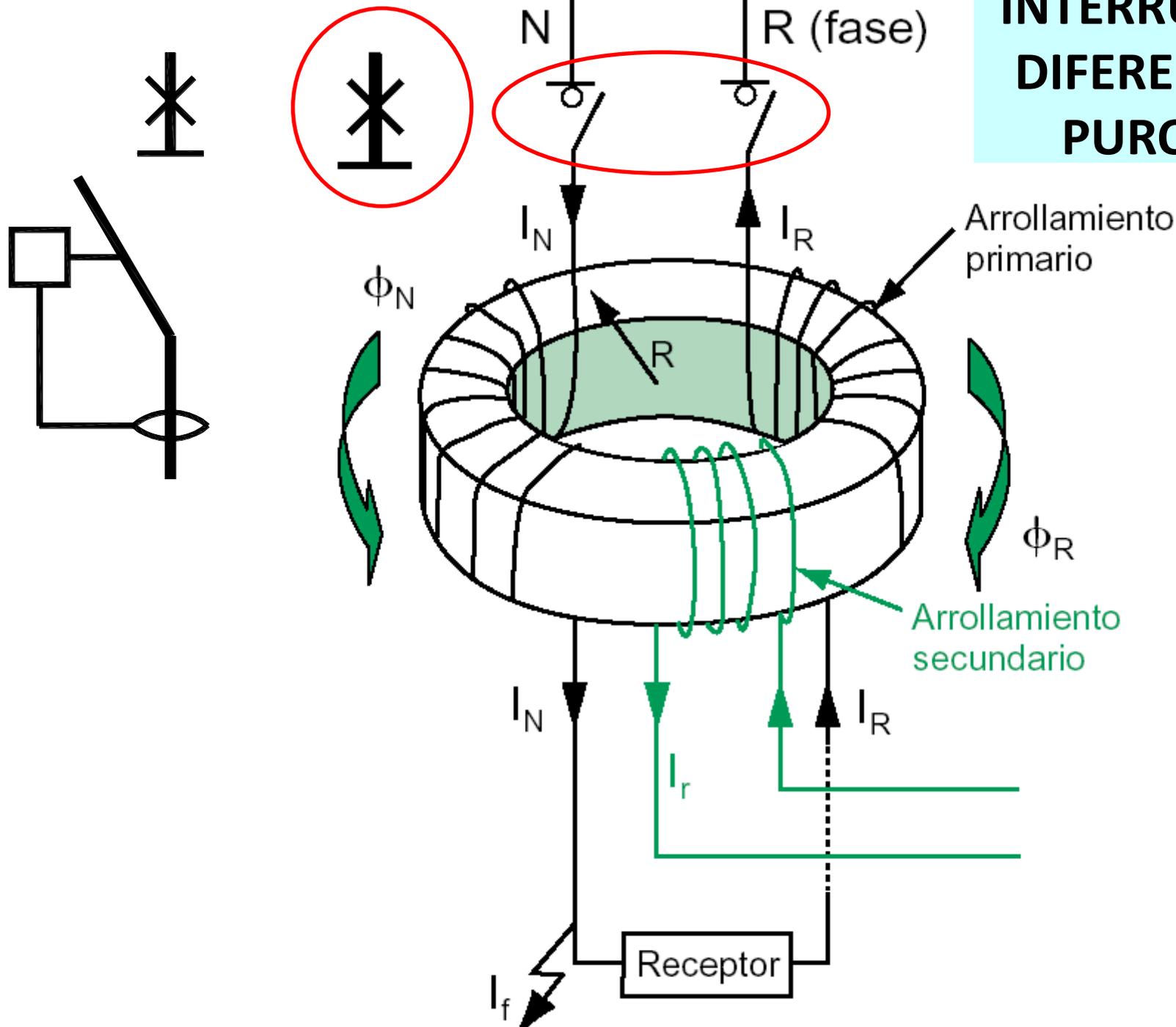


SÍMBOLO DE
INTERRUPTOR
AUTOMÁTICO

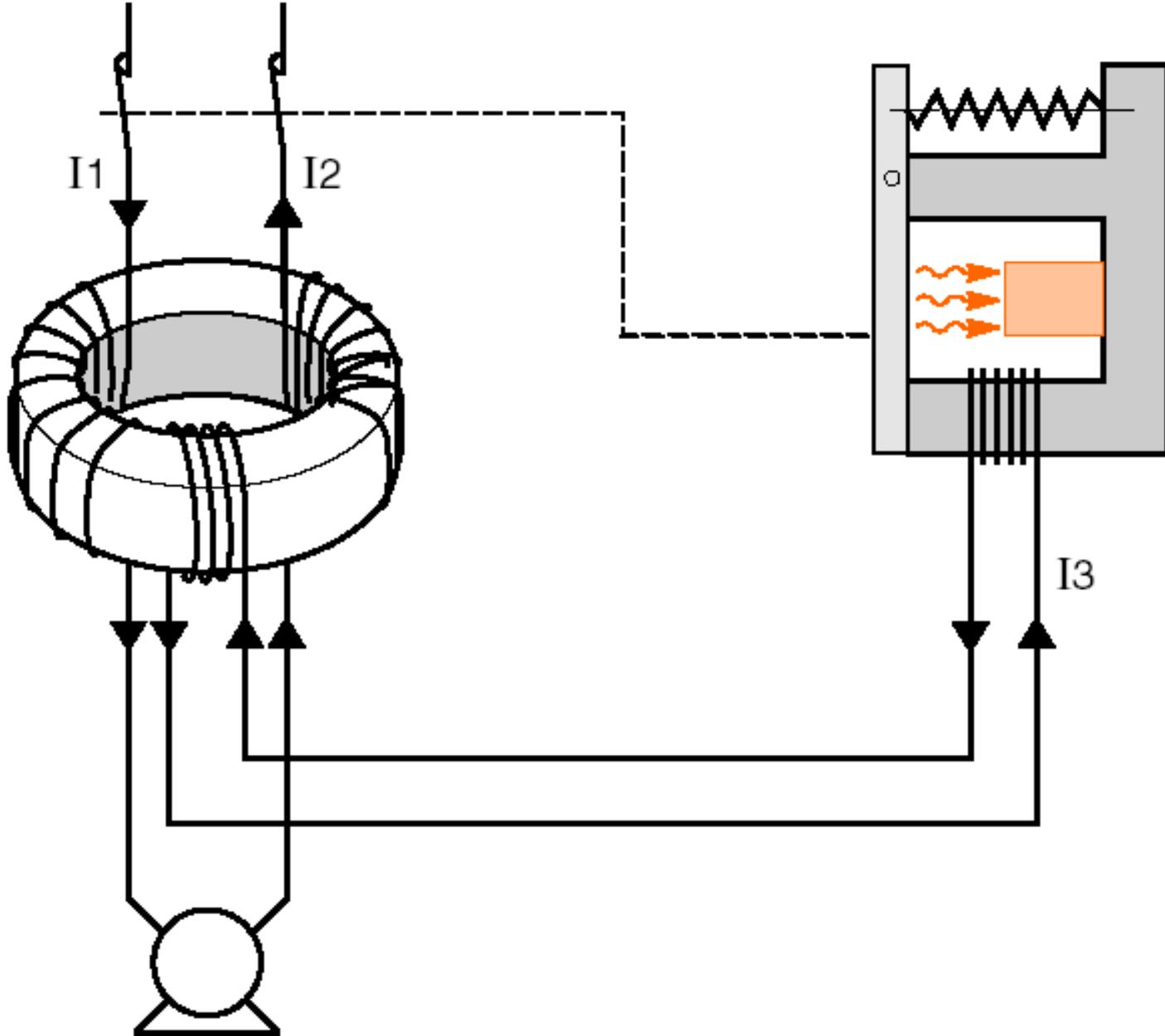
SÍMBOLO DE LA
FUNCIÓN DE
SECCIONADOR

SÍMBOLO DEL
TOROIDE

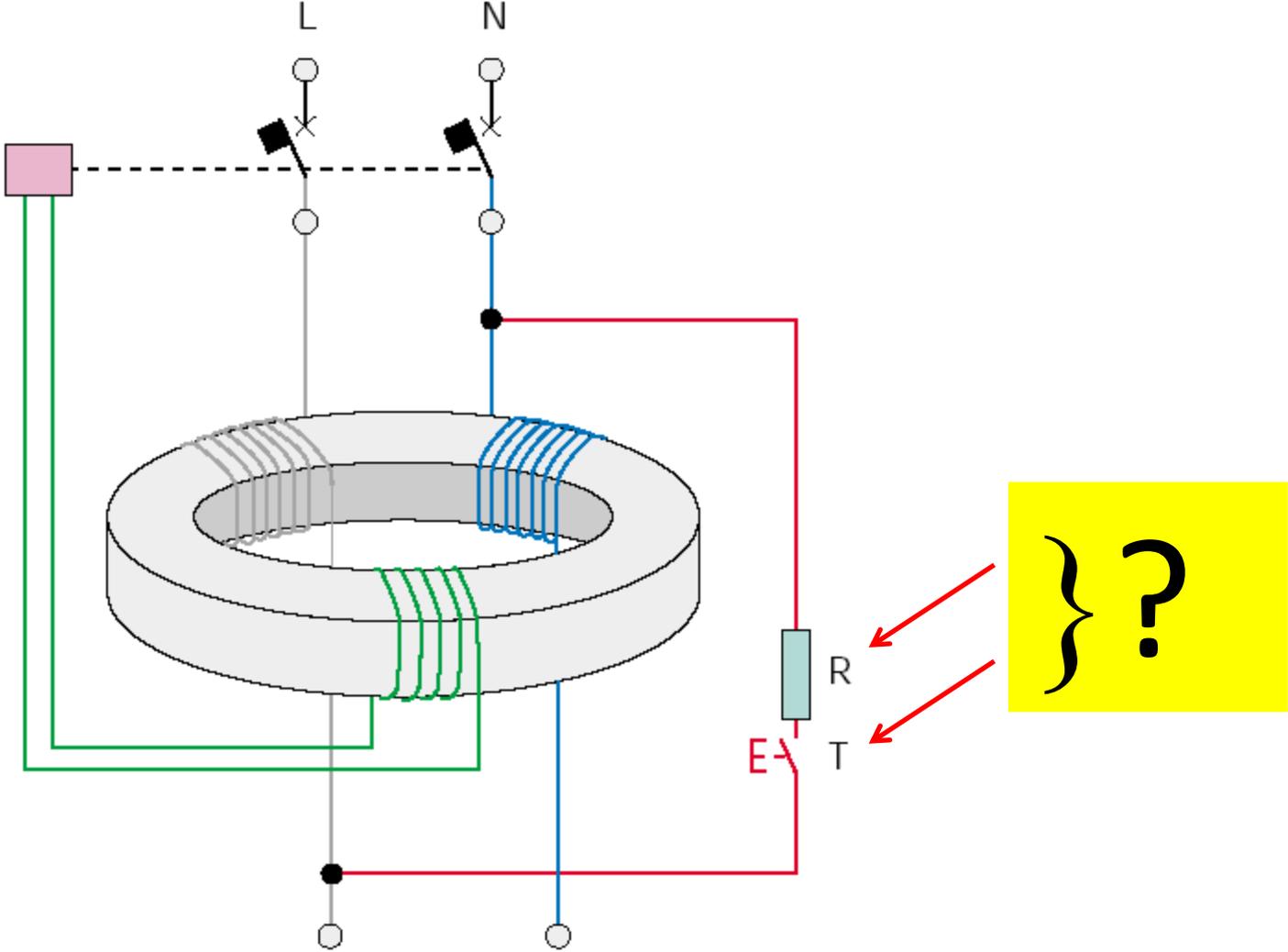
INTERRUPTORES DIFERENCIALES PUROS (ID)



INTERRUPTORES DIFERENCIALES PUROS (ID)



INTERRUPTORES DIFERENCIALES PUROS (ID)



¿Qué ensayos se le exigen a los diferenciales?

Pulsador de testeo

Ensayo con $0,5 \times |\Delta n$. Resultado: no debe disparar

Ensayo con $1 \times |\Delta n$. Resultado: debe disparar en como máximo 300 ms

Ensayo con $2 \times |\Delta n$. Resultado: debe disparar en como máximo 150 ms

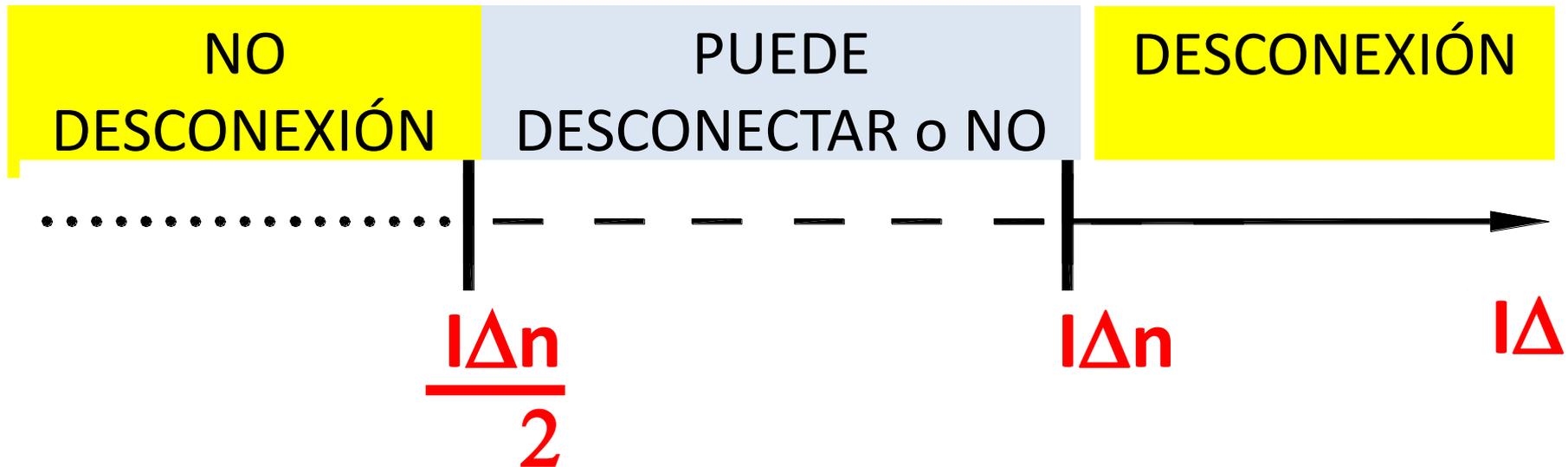
Ensayo con $5 \times |\Delta n$. Resultado: debe disparar en como máximo 40 ms

Ensayo con $|\Delta n$ creciente. Resultado: debe disparar como máximo con $|\Delta n$ en como máximo 300 ms (rampa)

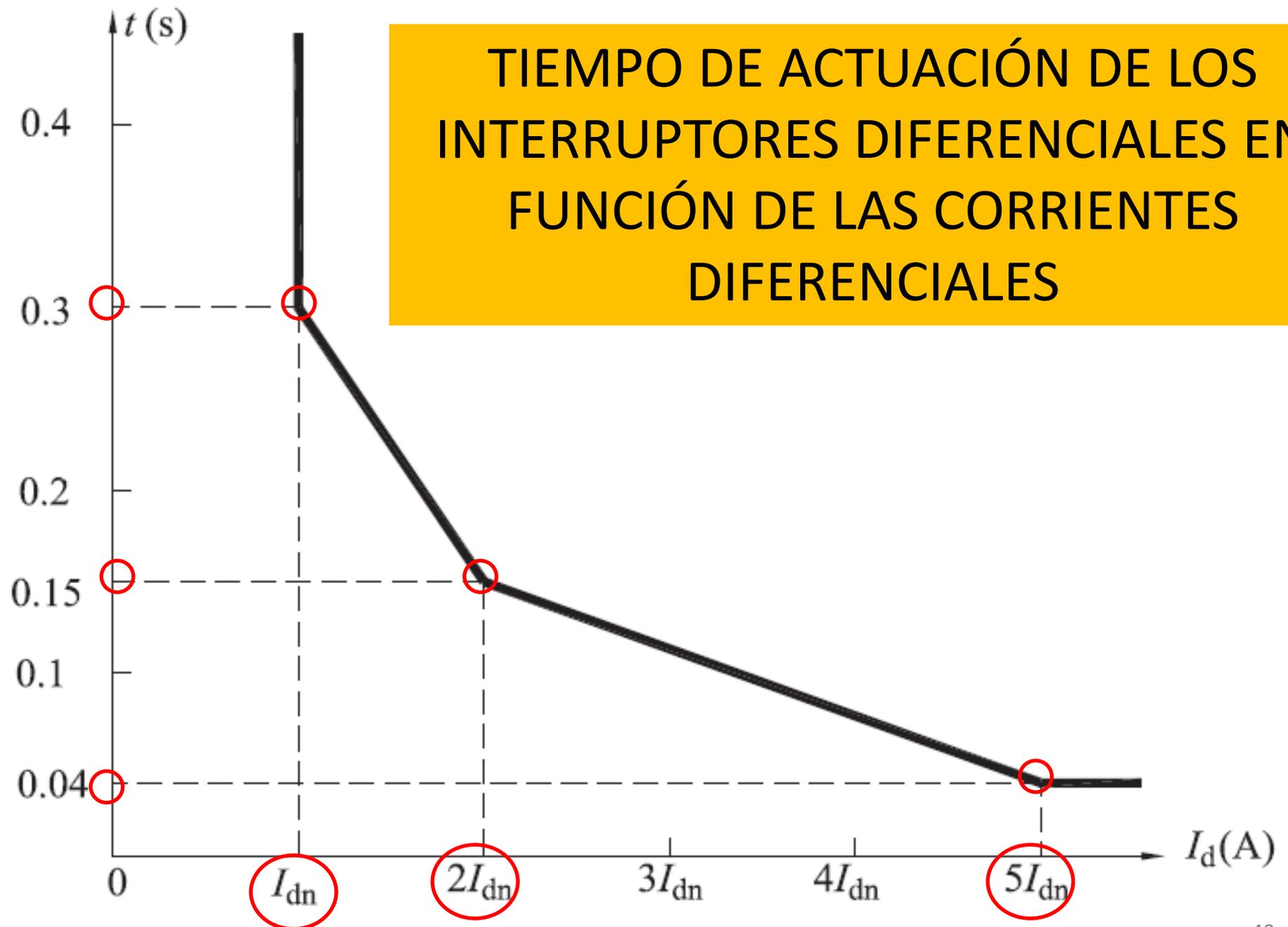
| Tipo | I _n (A) | I Δ n (A) | Valores normalizados de tiempos de apertura y de no actuación en s en ID AC IEC 61008 IRAM-2301 para corrientes diferenciales igual a | | | | |
|---------|-----------------------|--|--|----------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | | I Δ n | 2 I Δ n | 5 I Δ n | 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 A | |
| General | $\leq 125A$ | 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 no actuación |

Para ID de tipo general con $I\Delta n \leq 0,03 A$, en lugar de 5 I Δ n puede emplearse c/ alternativa 0,25 A

PROTECCIONES DIFERENCIALES: CORRIENTES DE NO DESCONEXIÓN Y DE DESCONEXIÓN



TIEMPO DE ACTUACIÓN DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES EN FUNCIÓN DE LAS CORRIENTES DIFERENCIALES

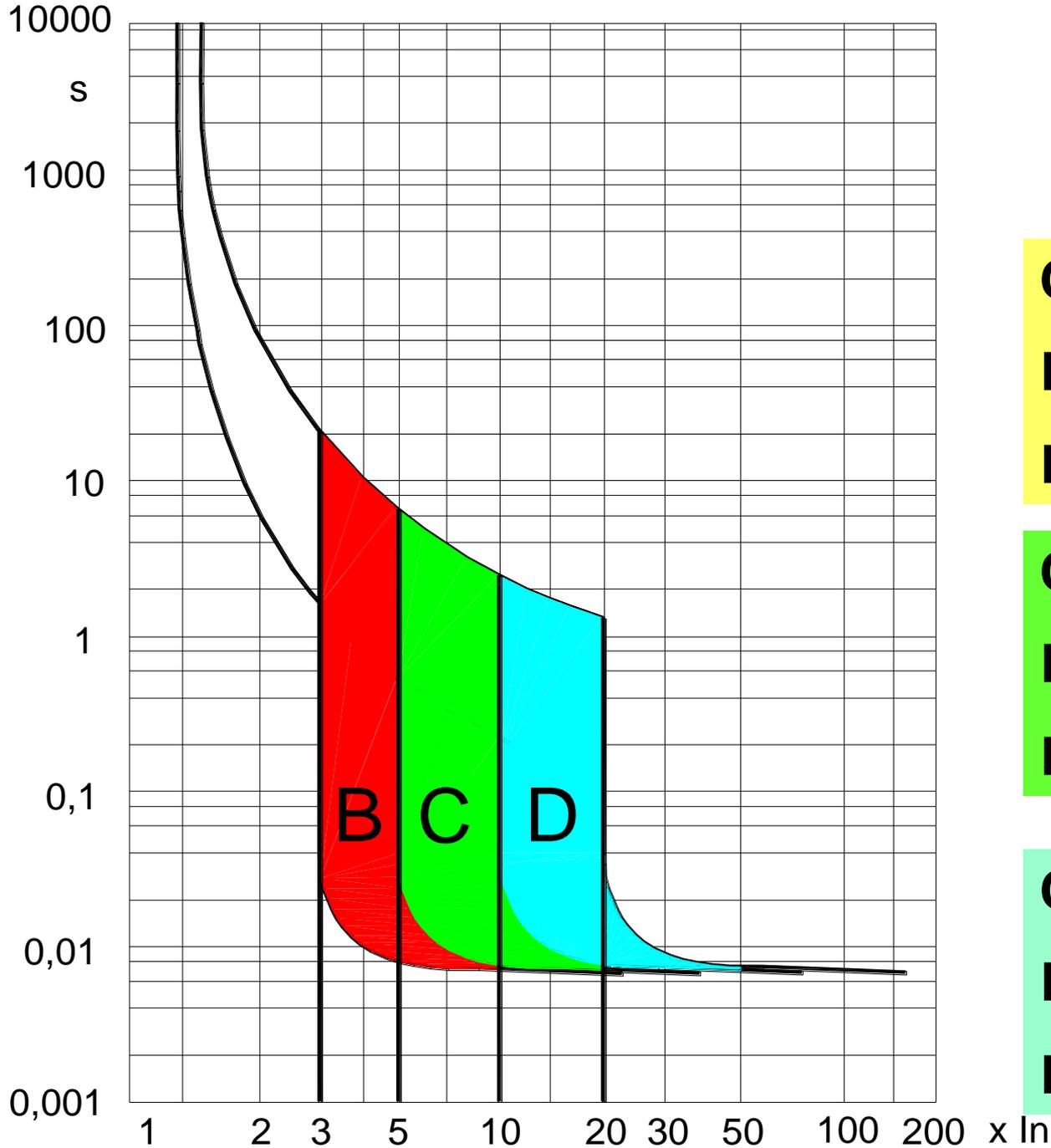


**¿EN QUÉ INSTALACIONES ESTÁ
PERMITIDO EMPLEAR PROTECCIONES
CONTRA SOBRECORRIENTES PARA
PROTEGER LOS CONTACTOS
INDIRECTOS?**

**EN LAS INSTALACIONES QUE OPERAN
EN EL ECT TN-S (Y EN TN-C)**

**¿CUÁLES SON LAS PROTECCIONES CONTRA
SOBRECORRIENTES? PIA, IA, FUSIBLES**

PIA (Interruptor Termomagnético IEC 60898)



CURVA B

$K3 > 3$

$K4 \leq 5$

CURVA C

$K3 > 5$

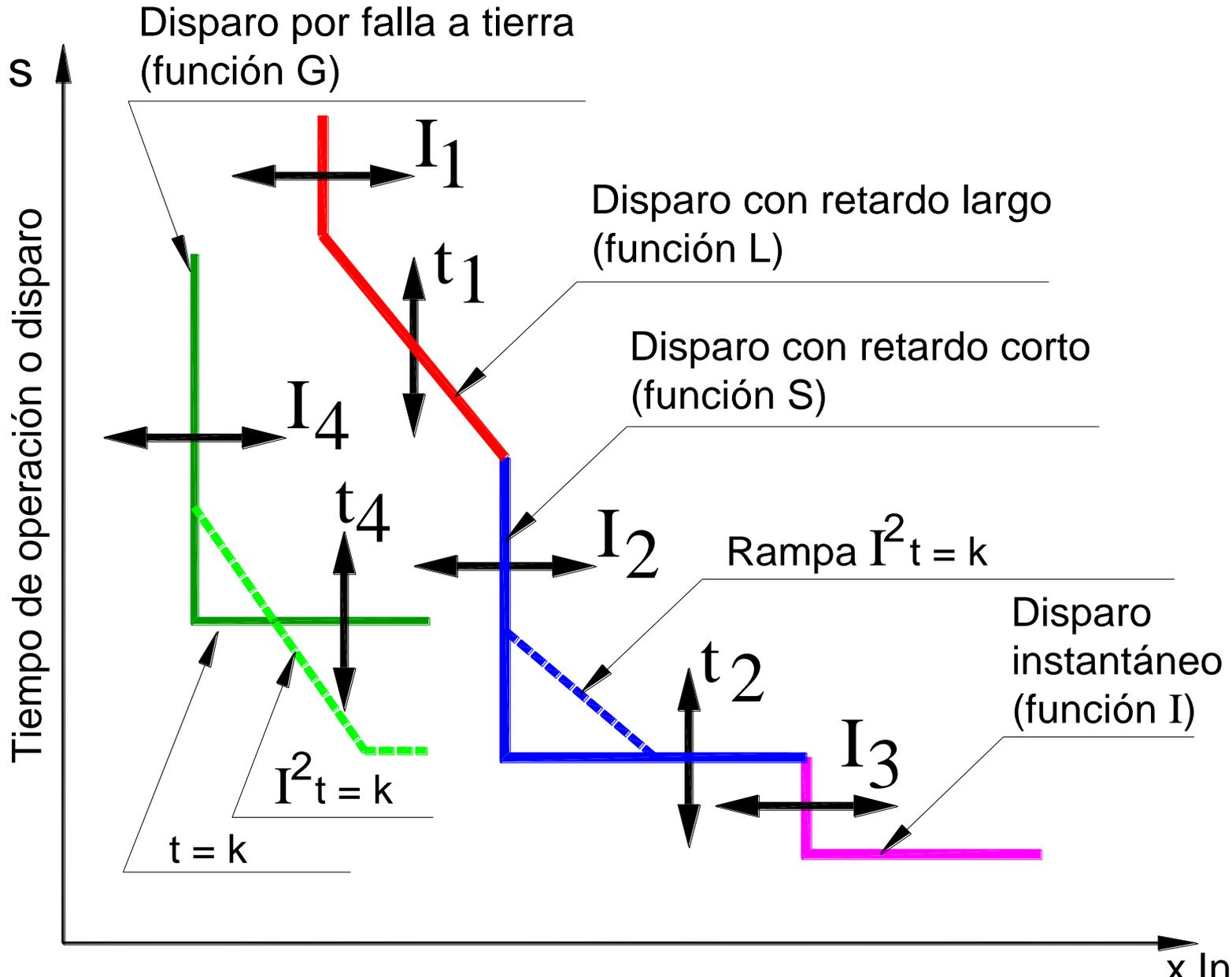
$K4 \leq 10$

CURVA D

$K3 > 10$

$K4 \leq 20$

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON RELÉ ELECTRÓNICO



¿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?

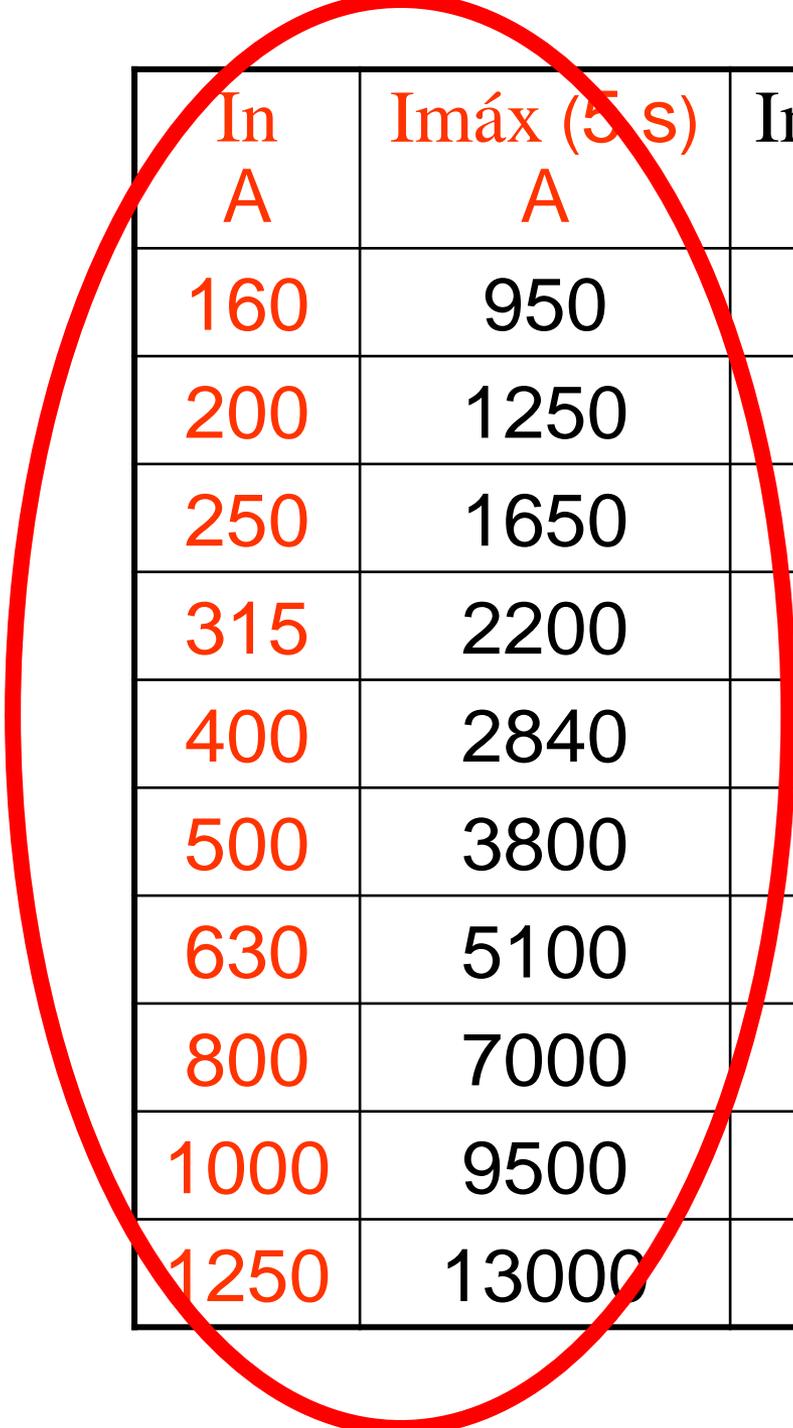
Curva B: $5 \times I_n$ Curva C: $10 \times I_n$ Curva D: $20 \times I_n$

¿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?

$1,2 \times I_m$

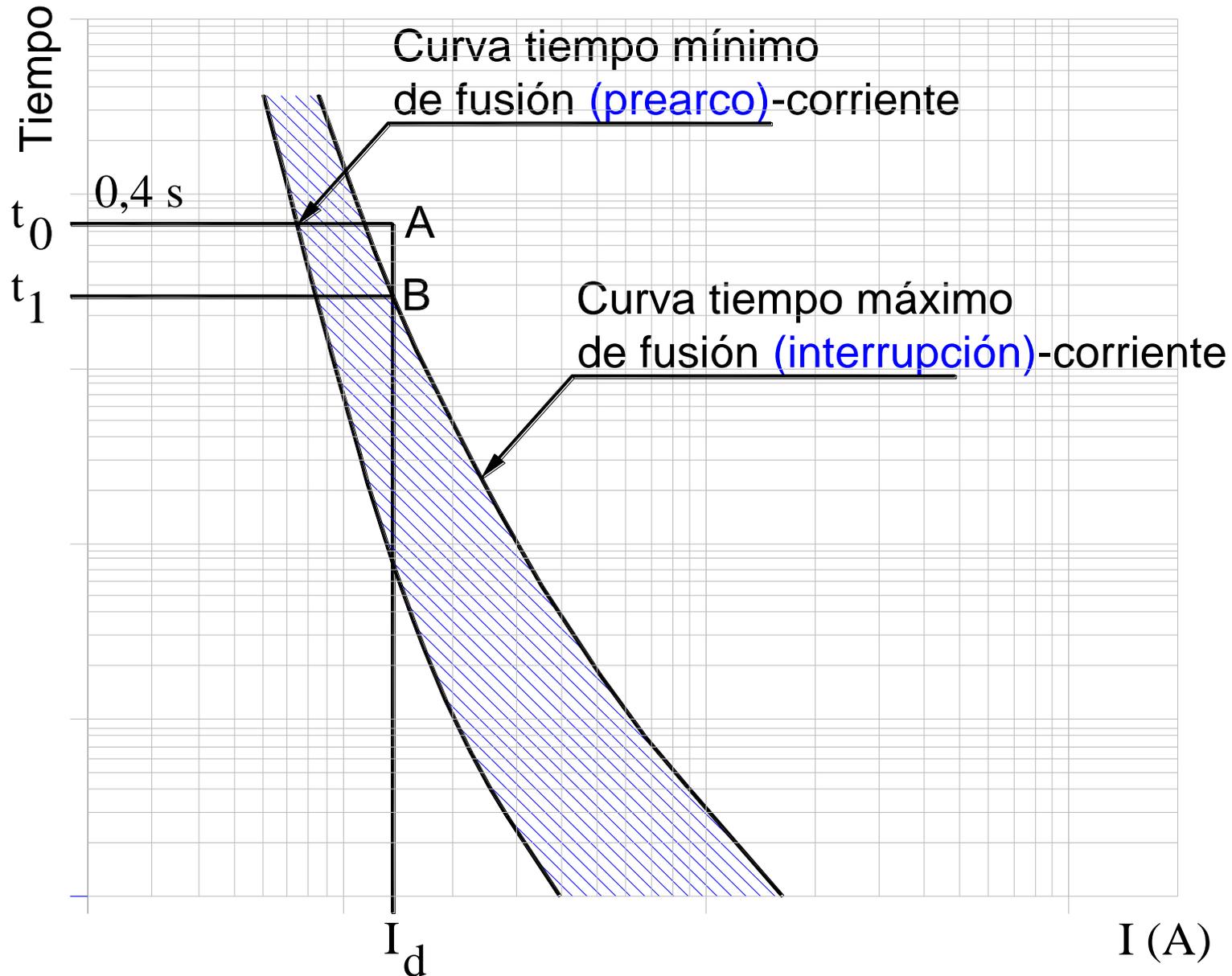
¿Qué corrientes y tiempos se deben considerar cuando se utilizan Fusibles en la desconexión automática de la alimentación en el ECT TN-S para la protección c/ los contactos indirectos?

| In | Imáx (5 s) | Imáx (0,4 s) | Imáx (0,2 s) | Imáx (0,1s) |
|-----|------------|--------------|--------------|-------------|
| A | A | A | A | 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 |

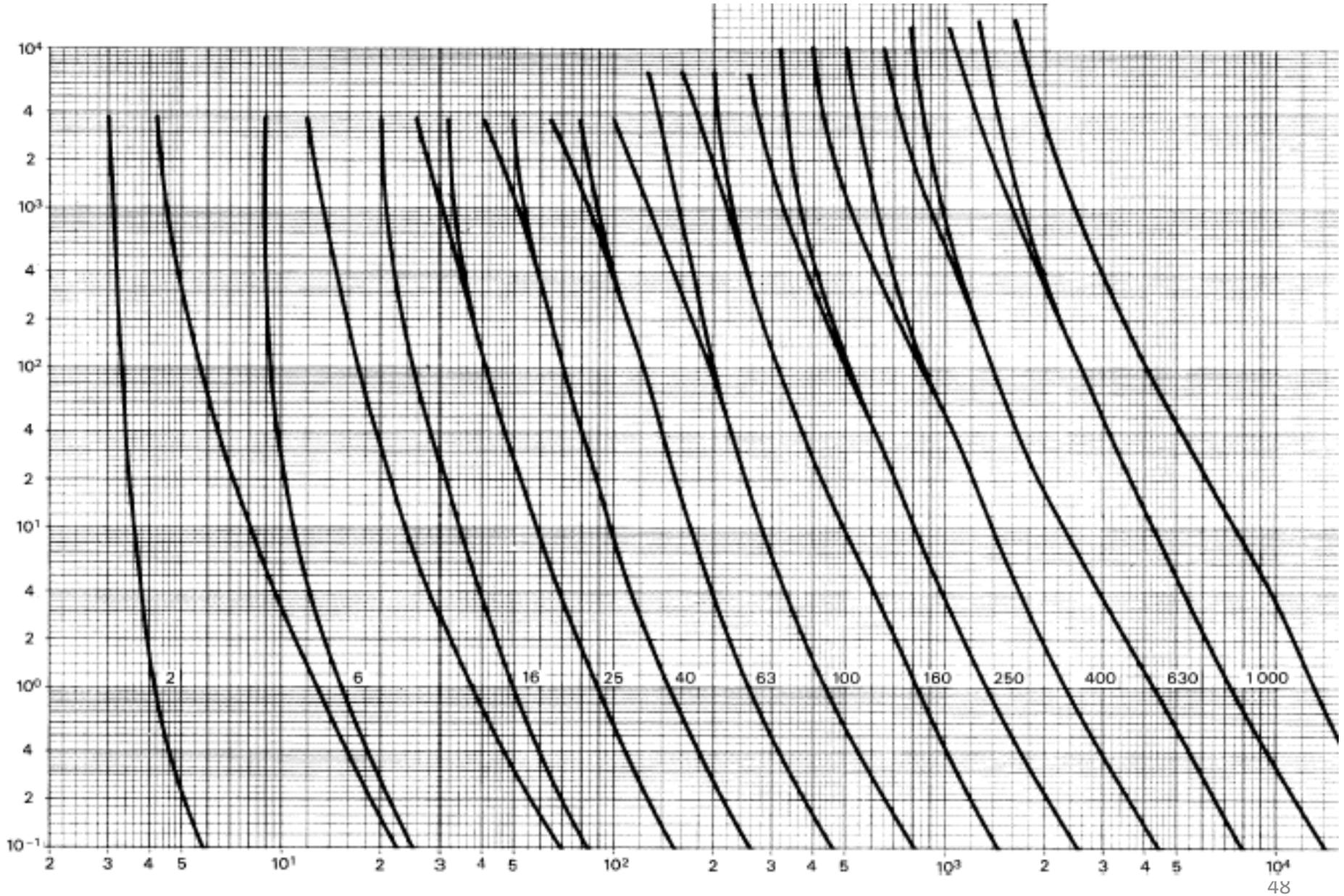


| In A | Imáx (5 s) A | Imáx (0,2 s) A | Imáx (0,1s) A |
|---------|-----------------|-------------------|------------------|
| 160 | 950 | 2100 | 2590 |
| 200 | 1250 | 2800 | 3420 |
| 250 | 1650 | 3800 | 4500 |
| 315 | 2200 | 4700 | 6000 |
| 400 | 2840 | 6200 | 8060 |
| 500 | 3800 | 8000 | 10600 |
|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

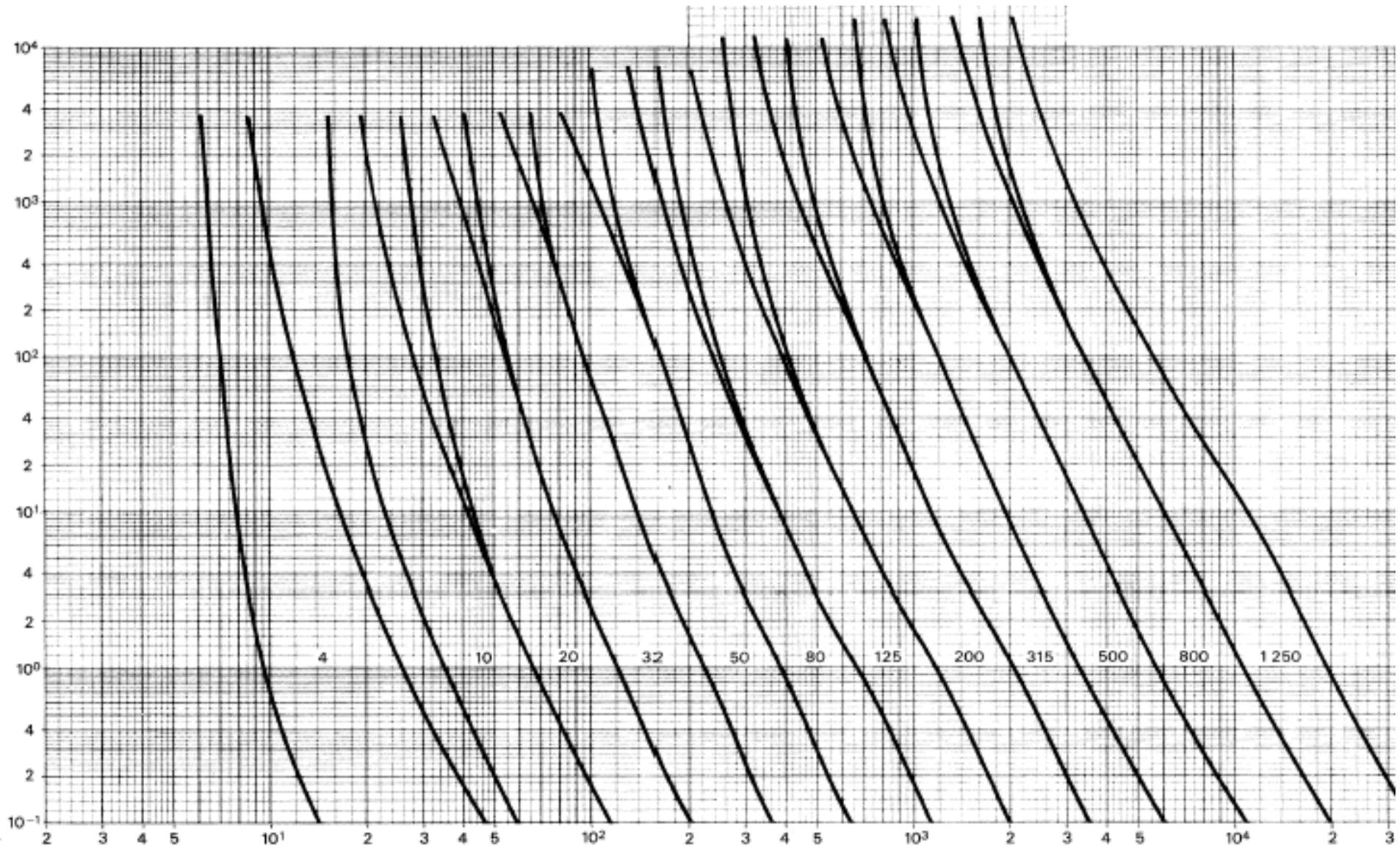
Curvas de actuación en fusibles



Curvas fusibles según gG IEC 60269-2-1



Curvas fusibles según gG IEC 60269-2-1

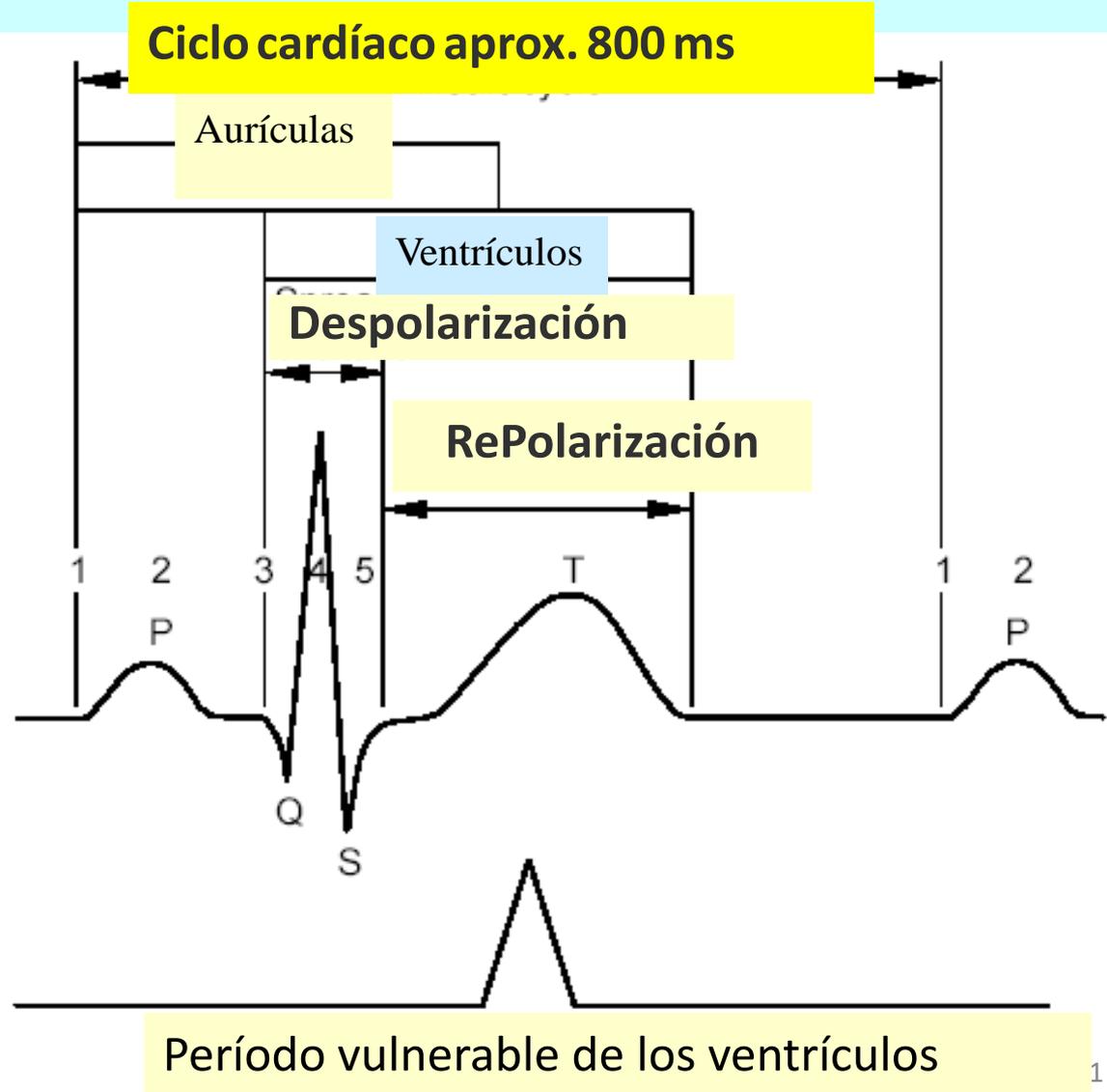
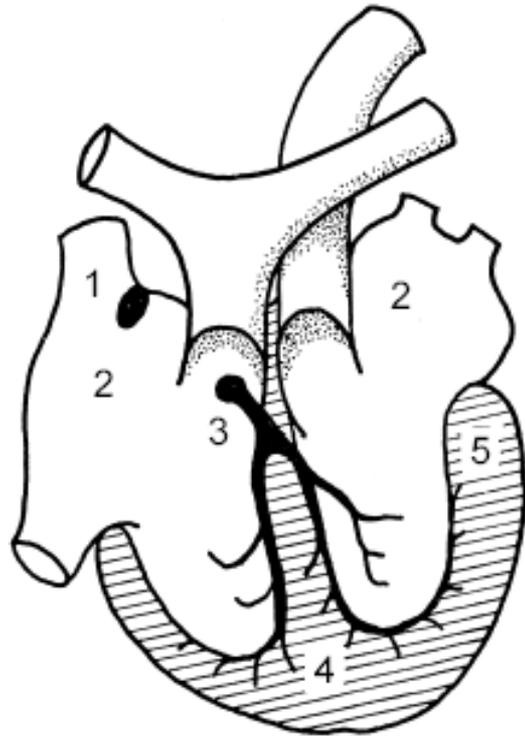


El Corazón y el Período vulnerable

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.

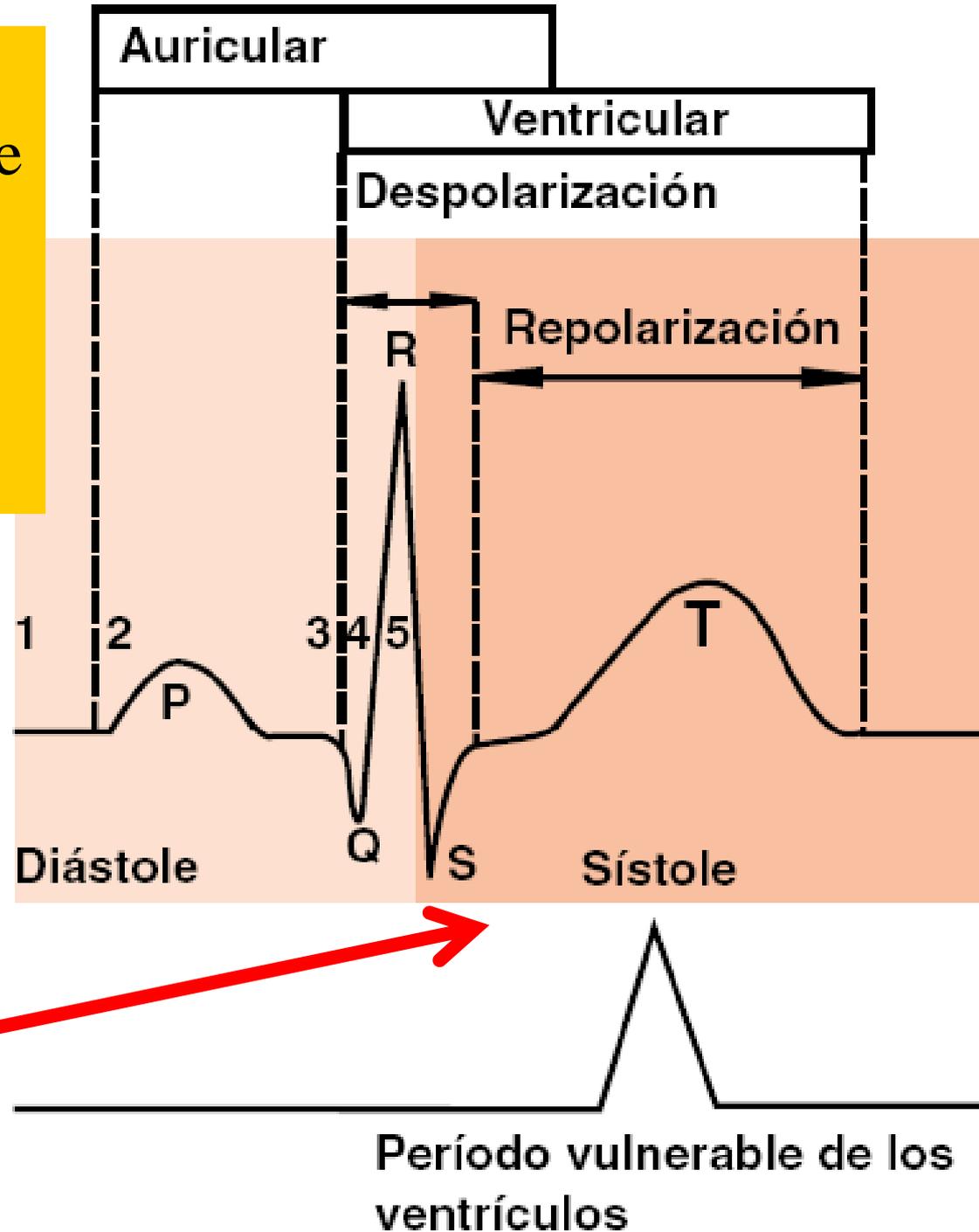
Figura 17 de IEC 60479-1 2005

Ocurrencia del Período vulnerable de los ventrículos durante el ciclo cardíaco



Diástole. Movimiento de dilatación del corazón y de las arterias, cuando la sangre penetra en su cavidad desde las venas cava superior e inferior.

Sístole Movimiento de contracción del corazón y de las arterias para empujar la sangre que contienen.



Desencadenamiento de la F. ventricular en el período vulnerable.

Efectos en un ECG y sobre la tensión arterial

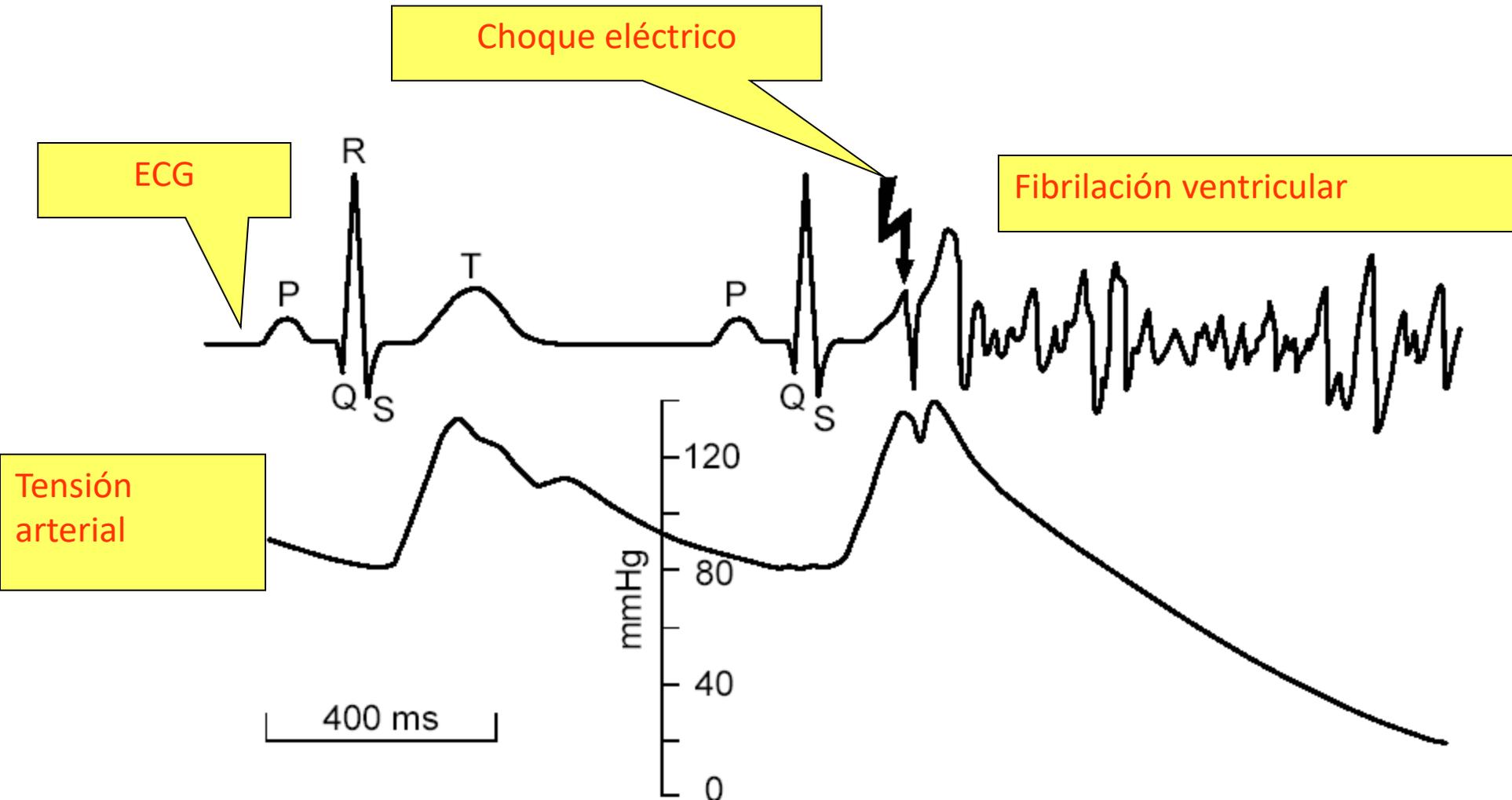


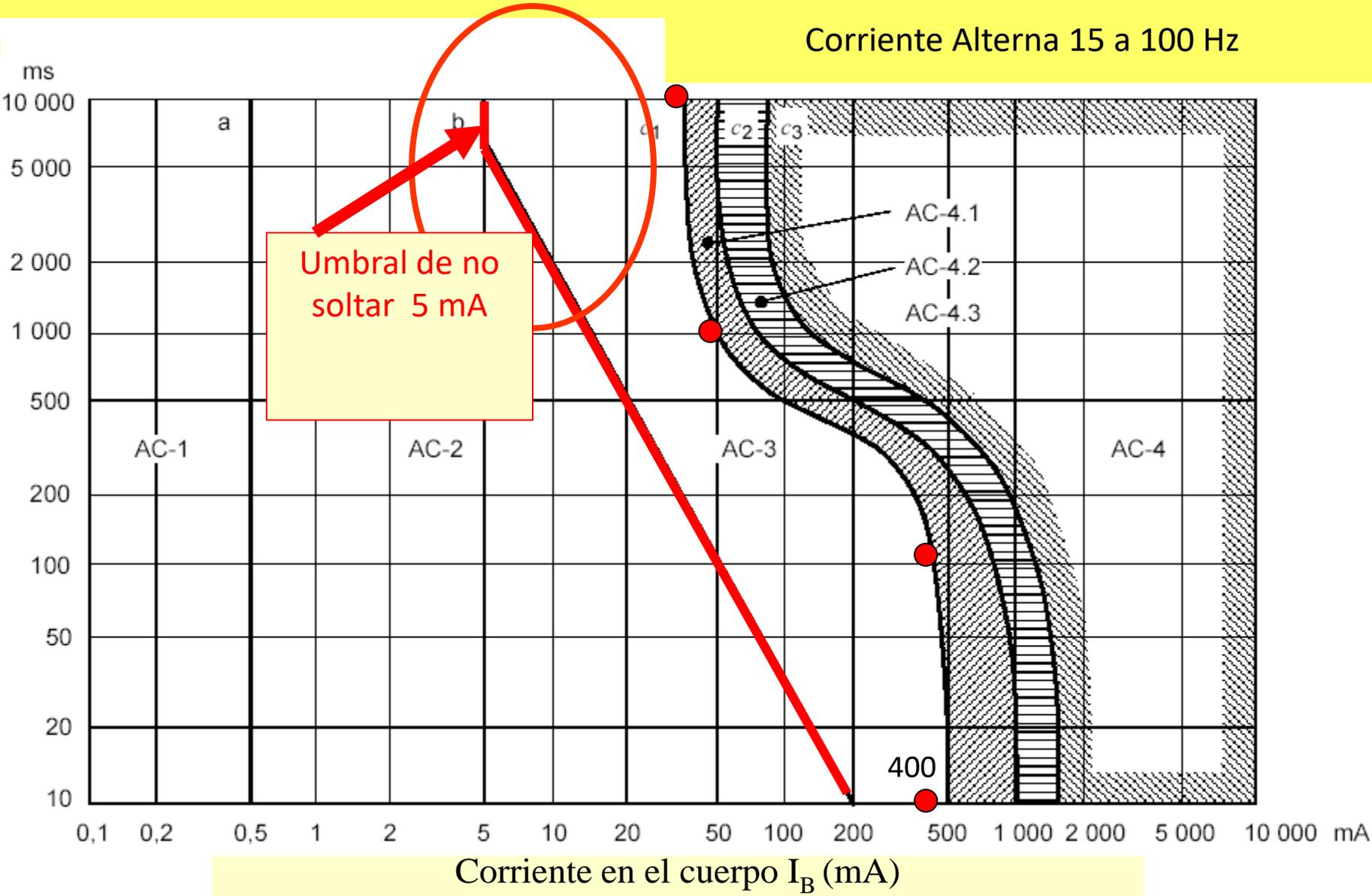
Figura 18 de IEC 60479-1 2005

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

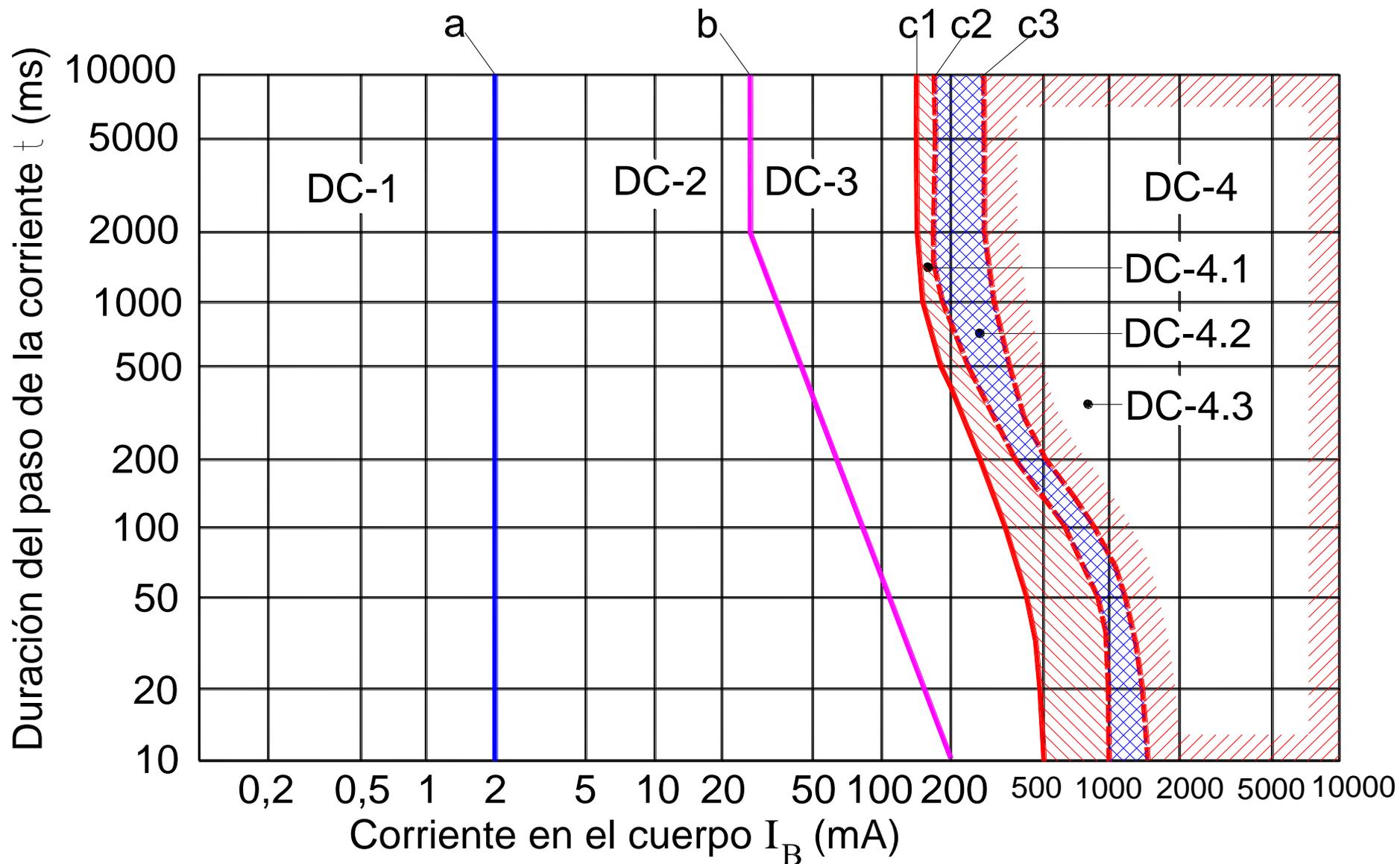
Comparación entre los valores de 1994 y los actuales del 2005

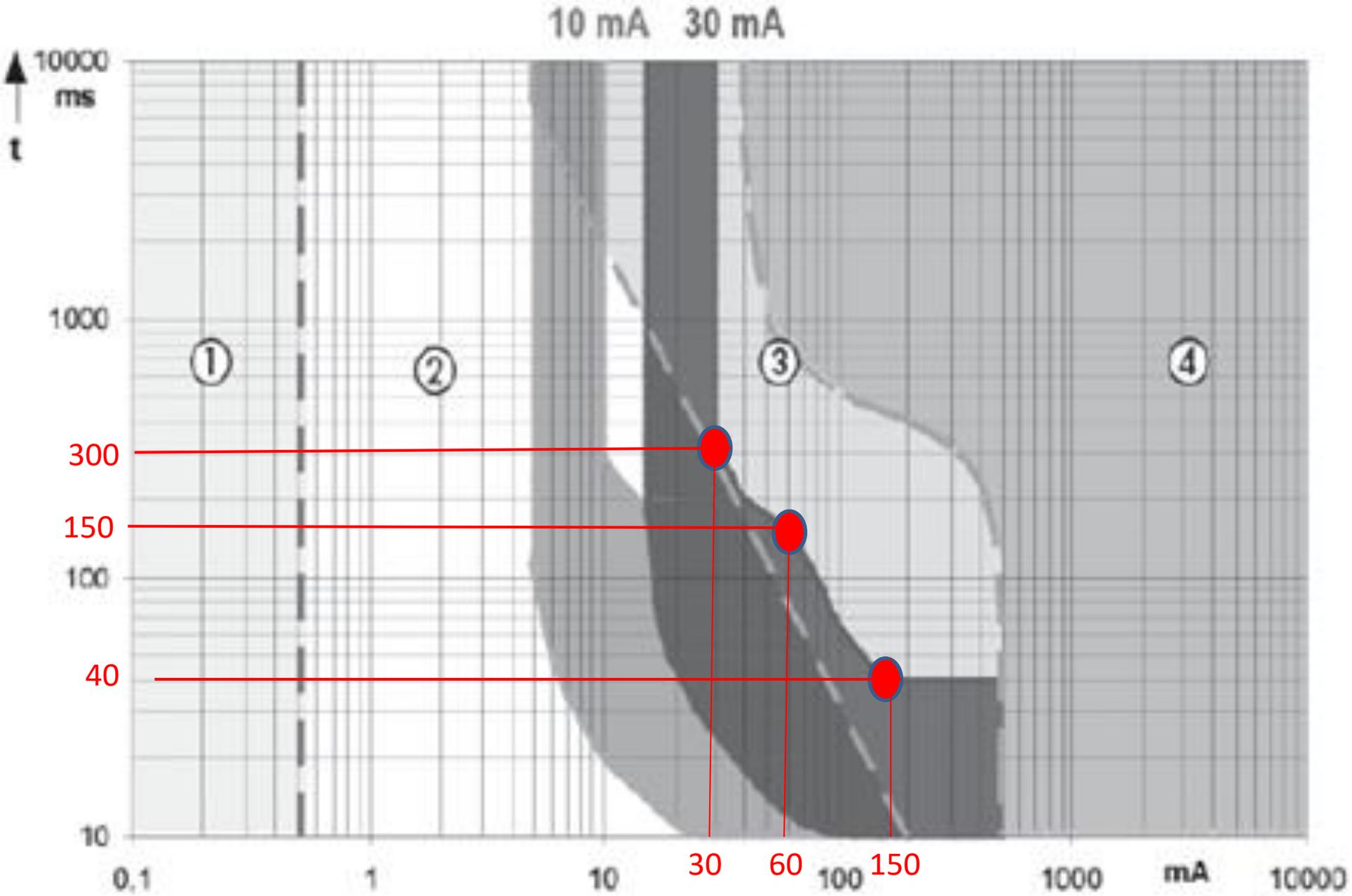
CA NUEVA CURVA DEL TS IEC 60479-1/ 07-2005 (fig.20)

MANO IZQUIERDA A LOS DOS PIES



ZONAS TIEMPO/CORRIENTE DE LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE CONTINUA

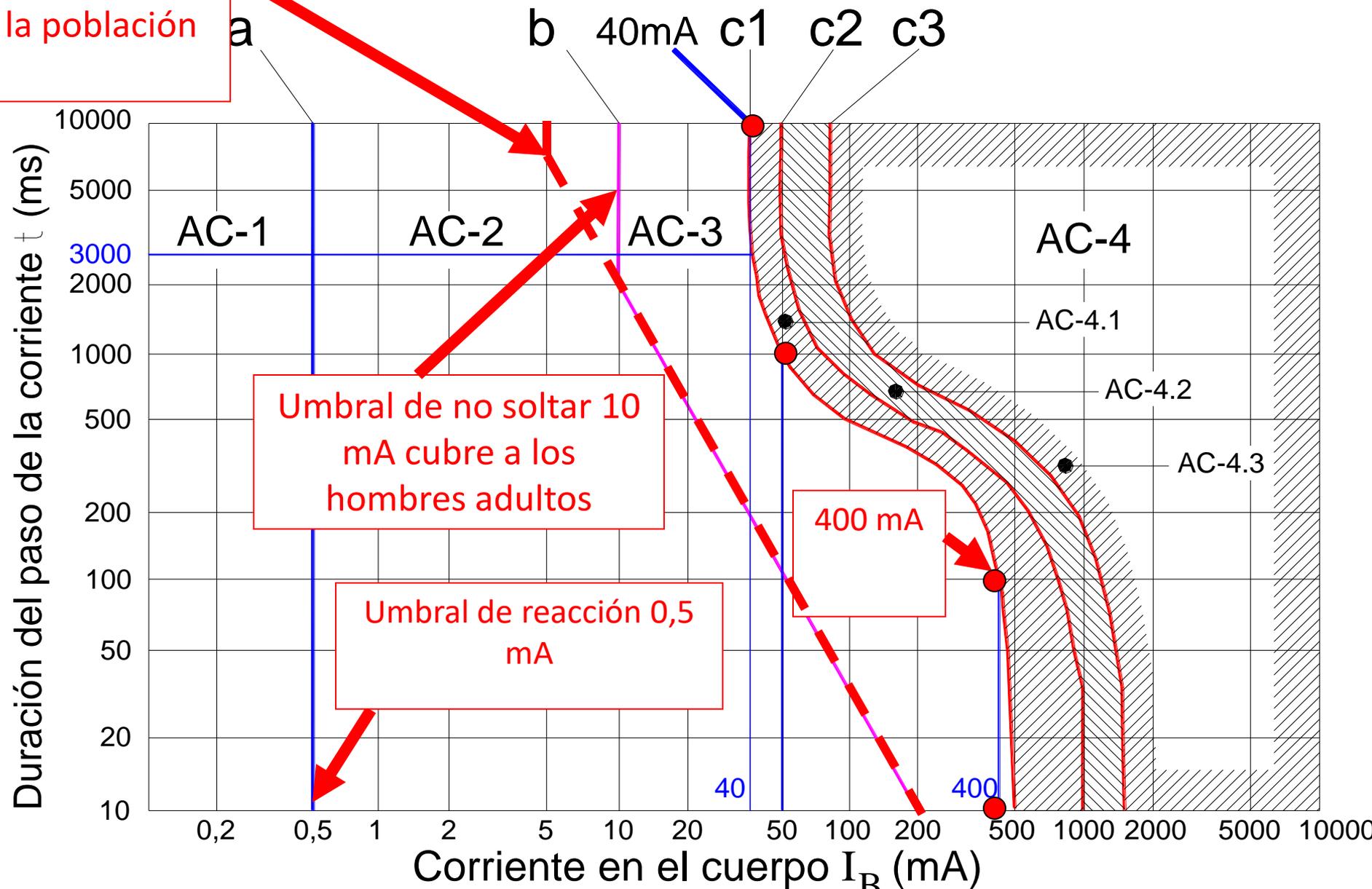




Protección contra contactos directos (protección adicional)
con $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$

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

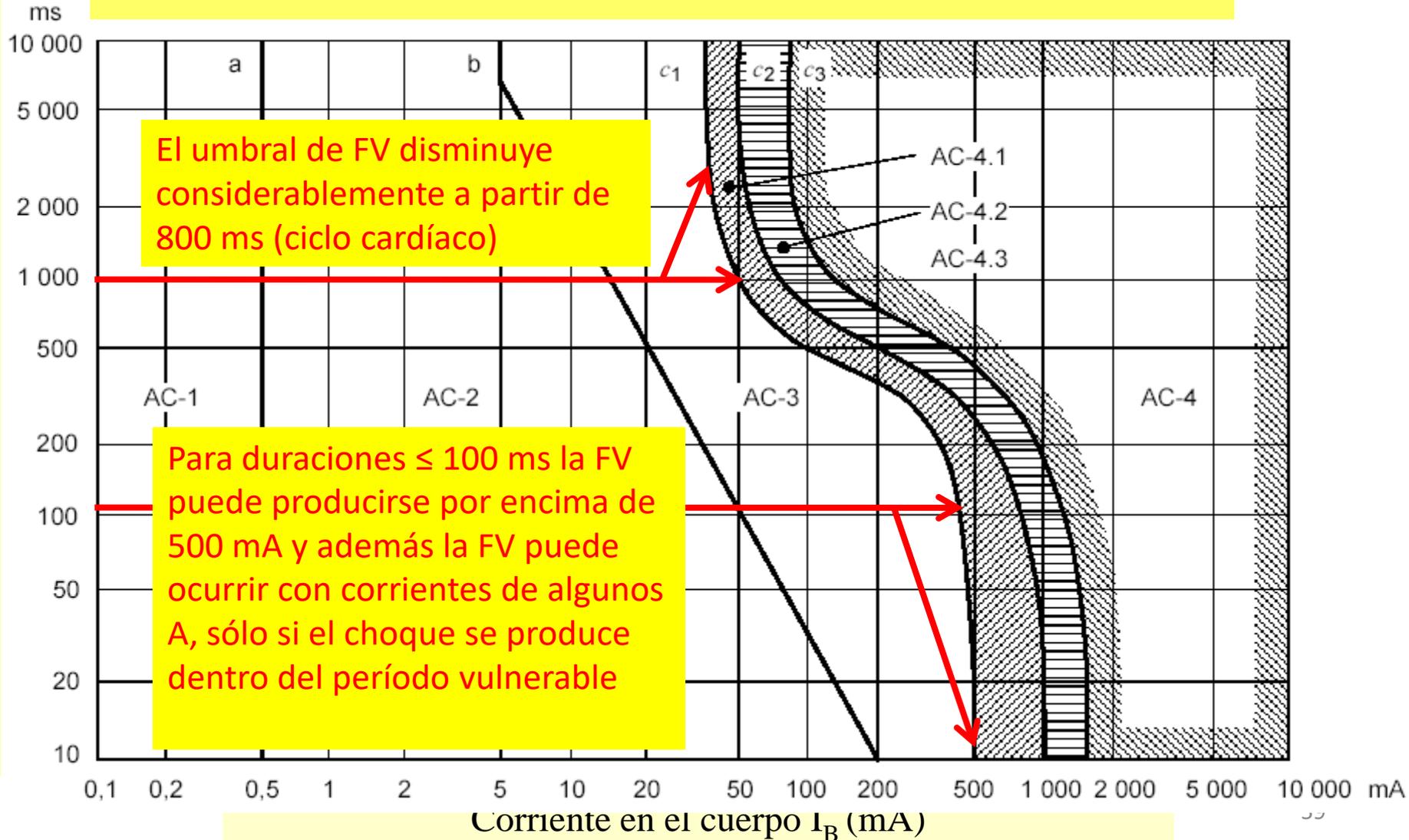
Umbral de no soltar 5 mA cubre a toda la población



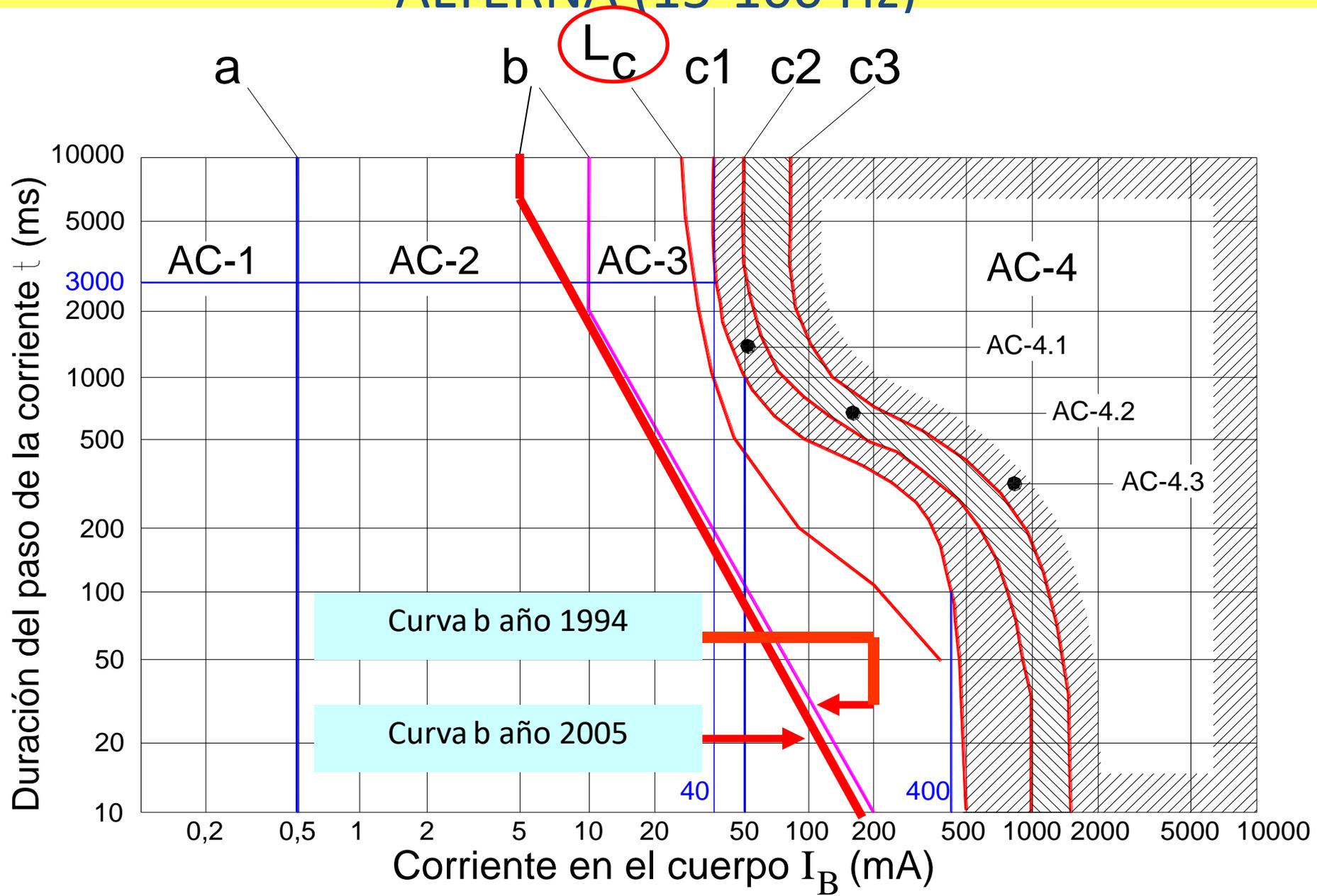
NUEVA CURVA DEL TS IEC 60479-1/ 07-2005 (fig.20)

MANO IZQUIERDA A LOS DOS PIES

Corriente Alterna 15 a 100 Hz



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



CURVA DEL TR IEC 60479-1/94 MEJORADA POR EL TR IEC 61200-413 MANO IZQUIERDA A DOS PIES

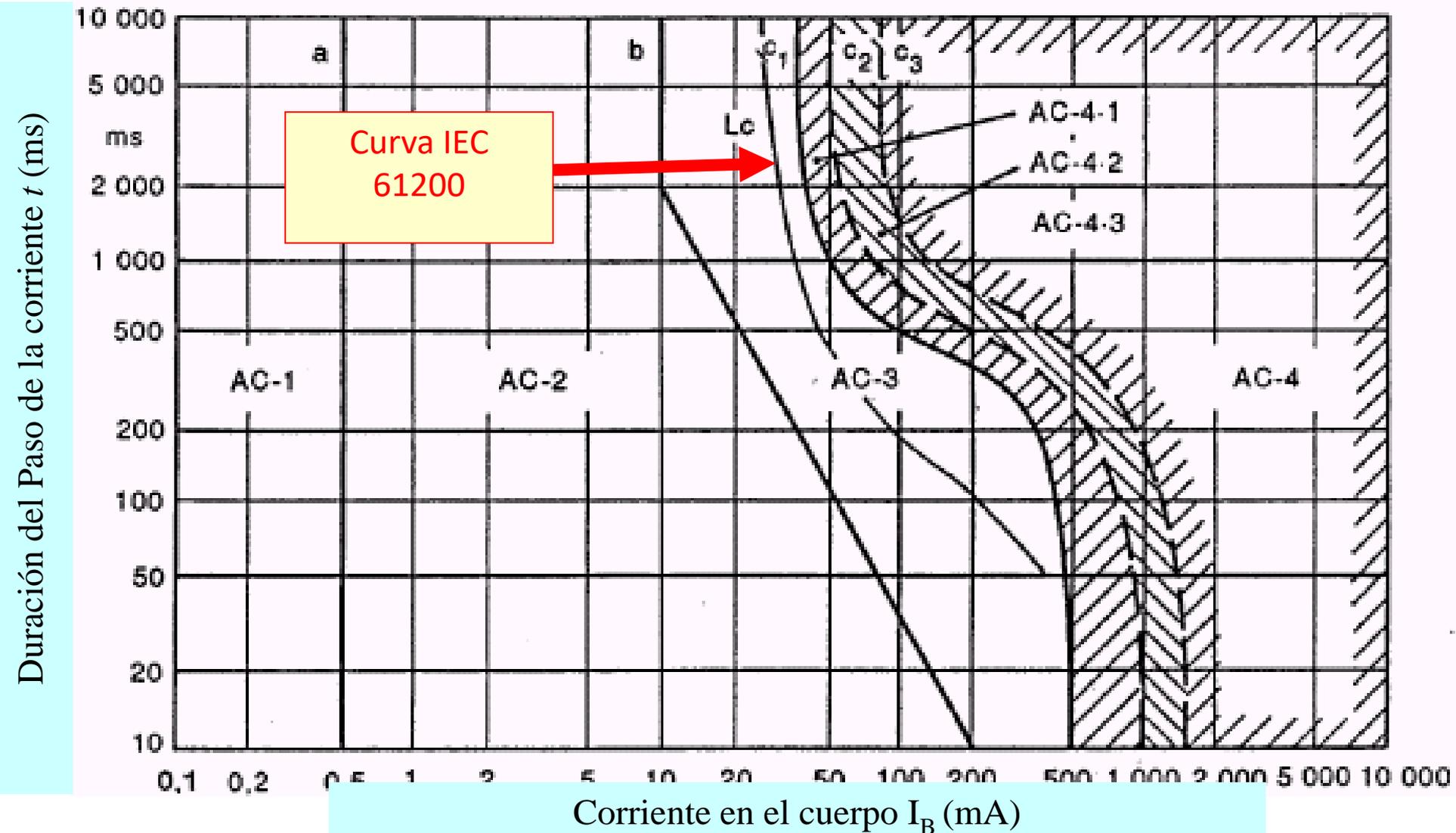


Tabla 11 Resumen de la Figura 20 corriente/tiempo para CA 15 Hz-100 Hz camino mano izquierda a ambos pies corriente ascendente

| 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 inmobilizaciones. 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 período vulnerable si los correspondientes umbrales son sobrepasados

¿QUIÉNES SOLICITAN, o
QUIÉNES REALIZAN o
QUIÉNES RECIBEN
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?

¿DE LOS SIGUIENTES
VALORES CUÁLES SON
CONSIDERADOS
CORRECTOS?

¿1Ω?

¿5Ω?

¿10Ω?

¿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 TT)

| 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 | $R_a \leq 167 \Omega$ | $R_a \leq 80 \Omega$ | $R_a \leq 40 \Omega$ |
| | 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 R_{pat}

¿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 R_{pat}
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 (R_{pat}) 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 R_{pat} , même après essai d'amélioration, > à 100 Ω 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 R_{pat} est supérieure à 500 Ω , 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) |
|---|-----------------------------------|---|
| <i>Basse sensibilité</i> | 20 A 10 A 5 A 3 A | 2,5 5 10 17 |
| <i>Moyenne sensibilité</i> | 1 A 500 mA 300 mA 100 mA | 50 100 167 500 |
| <i>Haute sensibilité</i> | $\leq 30 \text{ mA}$ | > 500 |

Bélgica

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

HOLANDA

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

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 omnipolar, 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

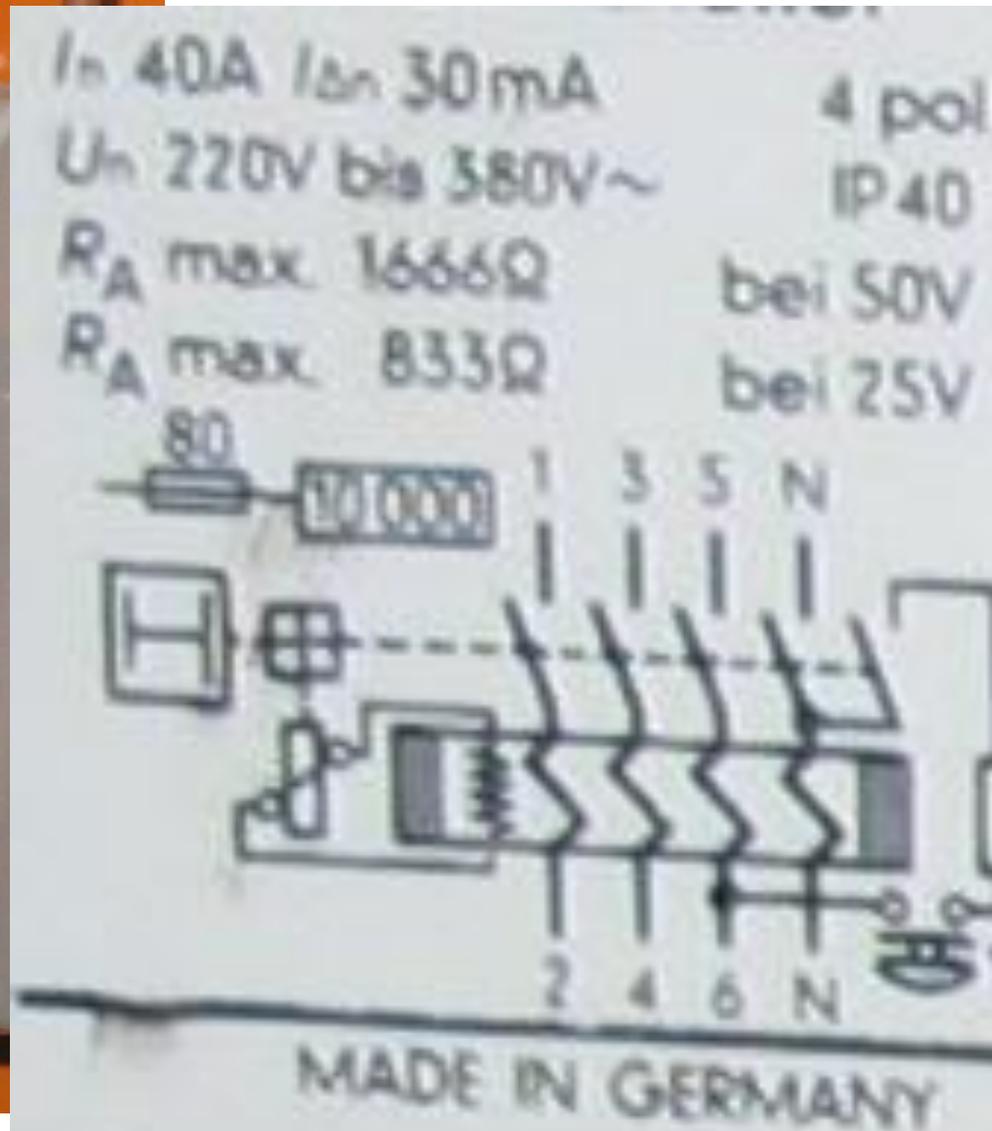
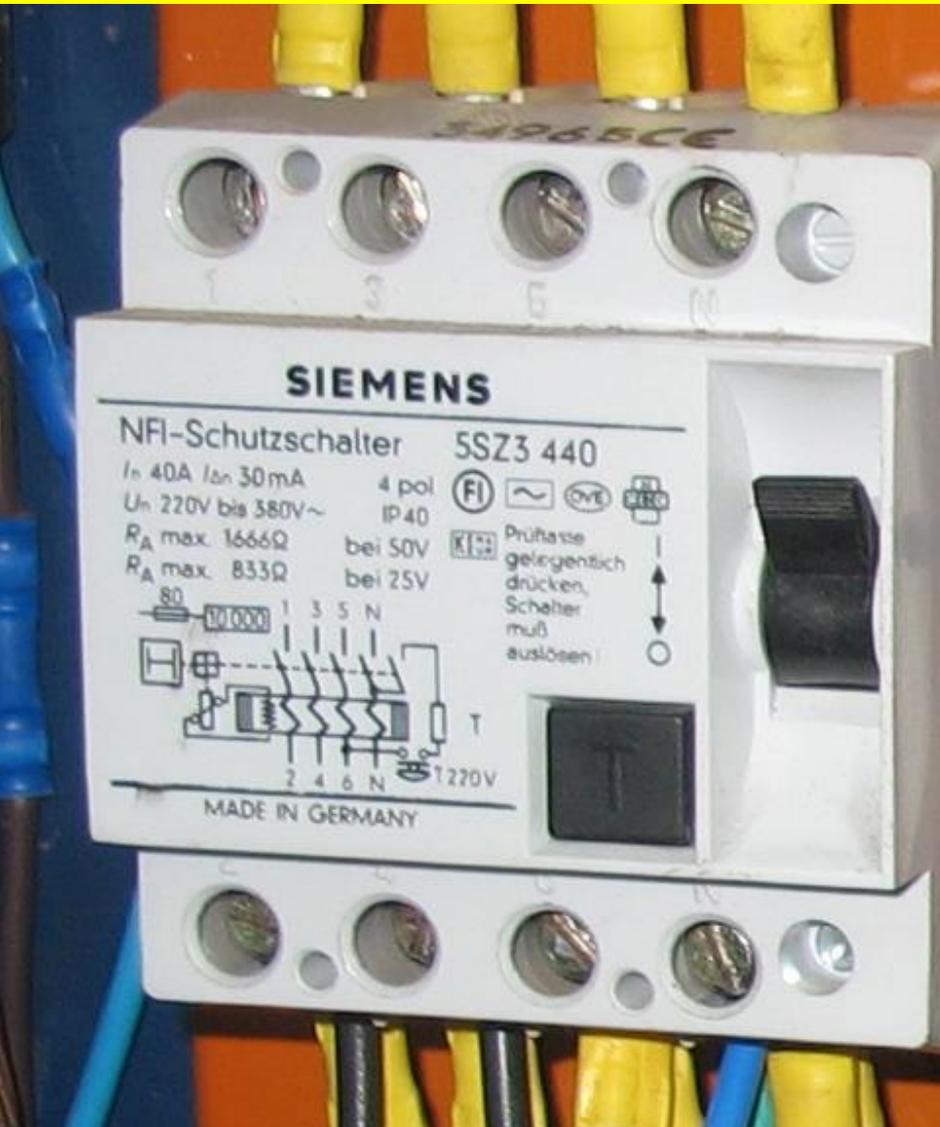
superar las U_L

Brasil da una tabla en la que indica lo siguiente

Tabela 5C - Valores máximos da resistênciã 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 | 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 R_{pat} o el lazo de falla, etc.

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

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

¿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.)

PARTES 0 a 6 de AEA 90364 de 2006



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 (R_{pat})?

¿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 (R_{pat}) QUE EXISTIERAN

¿QUÉ VALORES MÁXIMOS de Resistencias de Puesta a Tierra (R_{pat}) 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

(16) Razón Social:

(18) Dirección:

(19)

(22)

Número de toma
de tierra

(23)

Sector

(24)

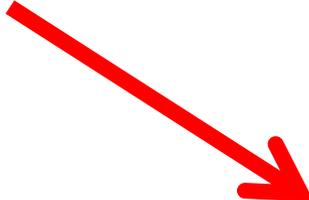
Descripción de la condición del terreno al
momento de la medición
Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso / Lluvias
recientes / Arenoso seco o húmedo / Otro



CIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE L

| | |
|----------------|----------|
| (9) Localidad: | (20) CP: |
|----------------|----------|

Datos de la Medición

| | | |
|--|--|---|
| (25) | (26) | Medición |
|  <p>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.</p> |  <p>Esquema de conexión a tierra utilizado: TT / TN-S/ TN-C / TN-C-S / IT</p>  | (27) Valor obtenido medición exp en ohm (|

Medición de la puesta a tierra

Continuidad de las masas

(27) Valor obtenido en la medición expresado en ohm (Ω)

(28)

cumple
SI / NO

(29)

El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente
SI / NO

(30)

El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada
SI / NO



| | | | |
|---|--|---|---|
| | | | |
| <p>(31)</p> <p>Continuidad de las masas</p> | <p>(30)</p> <p>El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada</p> <p>SI / NO</p> | <p>(31)</p> <p>Para la protección contra contactos indirectos se utiliza:</p> <p>dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusible (Fus).</p> | <p>(32)</p> <p>El c empl e alin prote</p> |
| | | | |





(31)

sta a
dad de
ir la
una
ada

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)

(23)

(24)

Número de toma
de tierra

Sector

Descripción de la condición del terreno
momento de la medición
Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso /
recientes / Arenoso seco o húmedo

(33) Información adicional:

¿QUÉ DEBEMOS CONOCER
PARA EJECUTAR LA
RESOLUCIÓN 900?

PARA RESPONDER ESO
DEBERÍAMOS HACERNOS
ALGUNAS PREGUNTAS MUY
IMPORTANTES QUE SUELEN
SER.....

...DUDAS Y PREGUNTAS

FRECUENTES DE LOS ESPECIALISTAS

¿Qué tipo de puestas a tierra existen?

¿de servicio?

¿de protección?

¿electrónica?

¿limpia?

¿sin ruidos?

¿funcional?

¿de pararrayos?

¿de máquinas?

¿de descargas estáticas?

¿Cuáles son sus posibles aplicaciones?

¿Qué tipo de conductores relacionados con tierra existen?

PE de protección

EQP de equipotencialidad

FE funcionales

de puesta a tierra

de bajada de pararrayos

de conexión de DPS a tierra

la puesta a tierra de servicio, ¿existe? sí

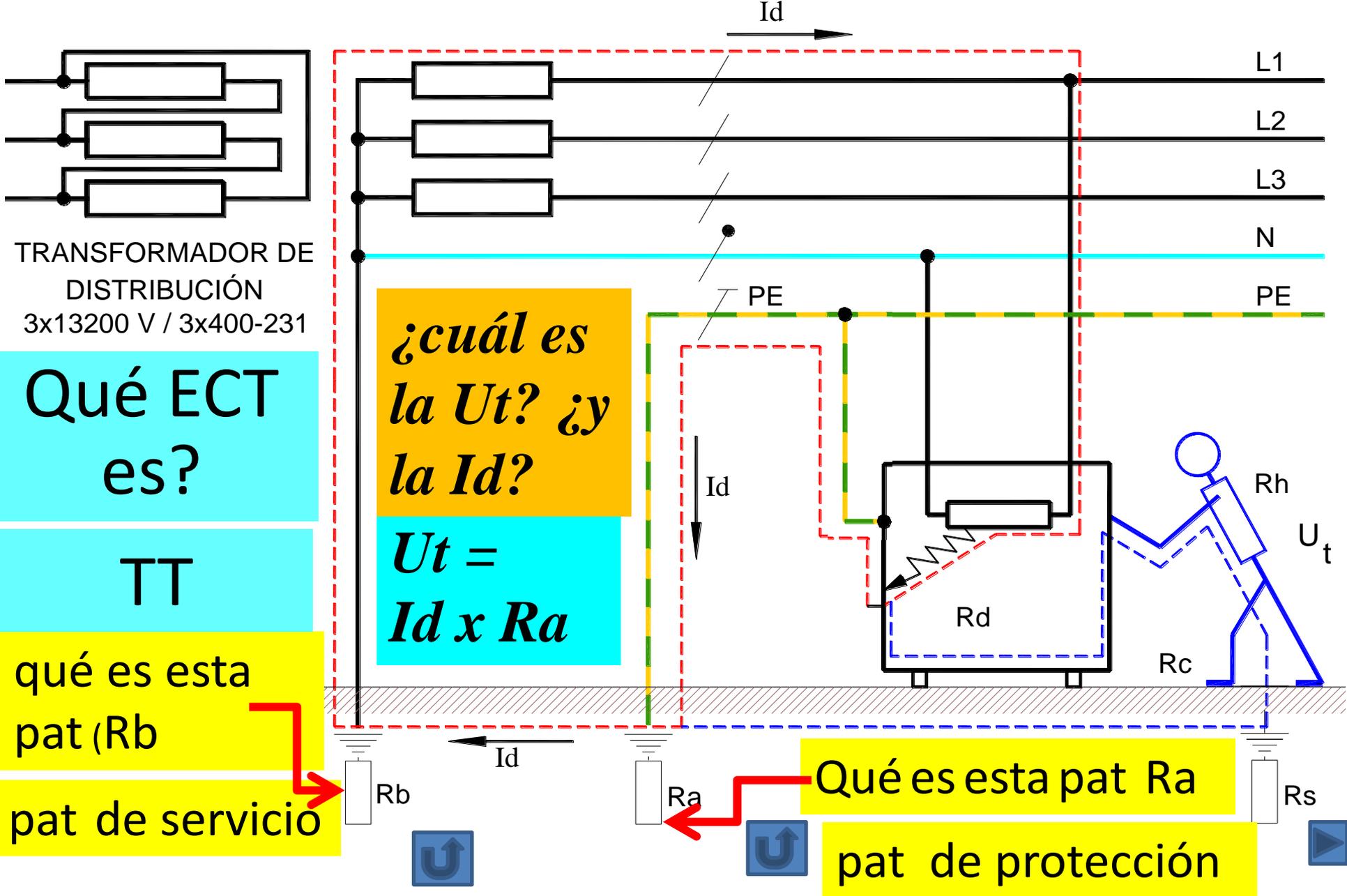
¿y cuáles son sus aplicaciones?

la PaT de protección, ¿existe? sí

¿y cuáles son sus aplicaciones?

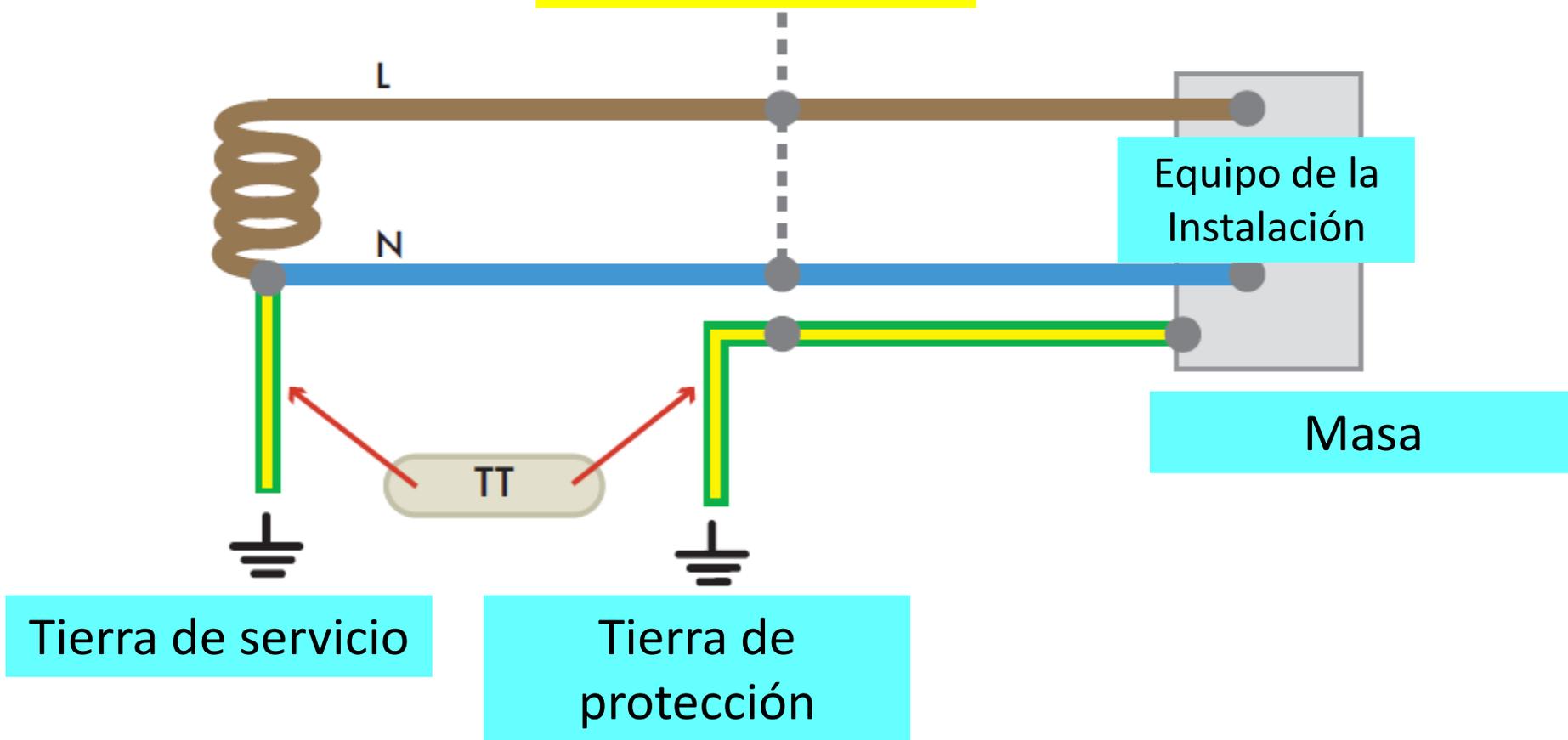
Tierras de la alimentación (tierras de servicio) y de la instalación (tierras de protección) ¿separadas o vinculadas?



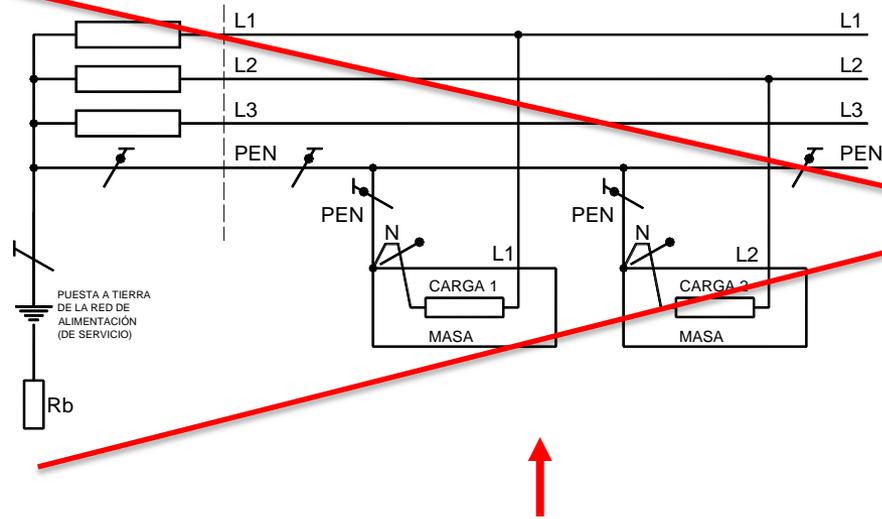


ECT TT con circuito de falla (¿y cuánto vale I_d ?)

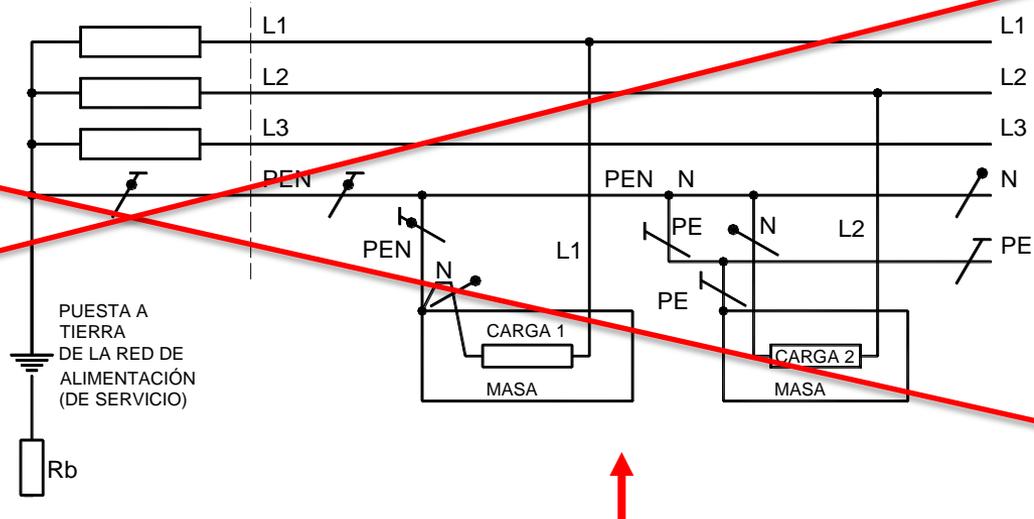
ECT TT



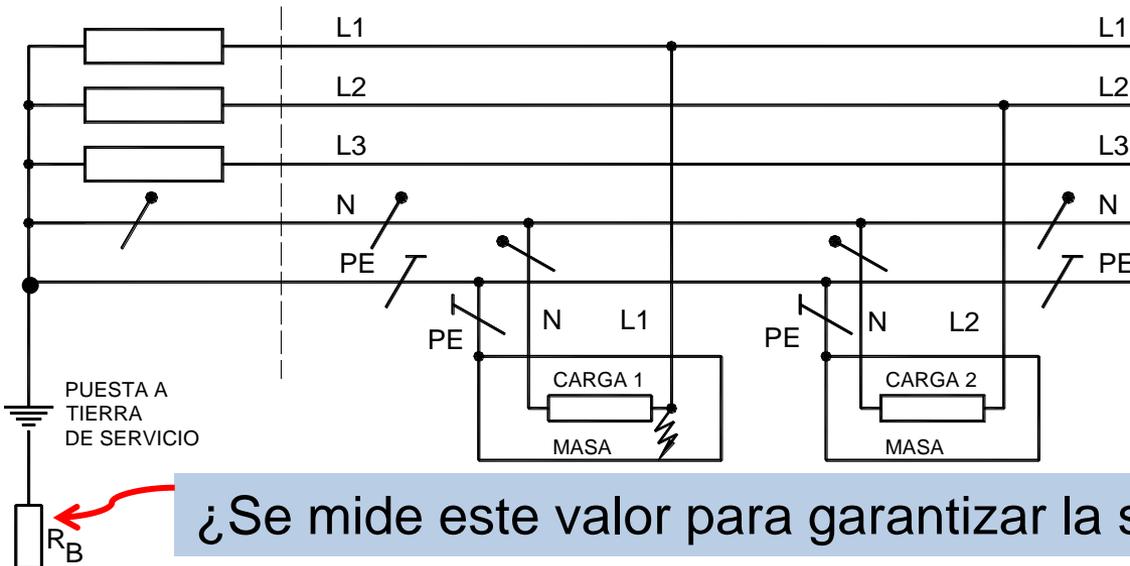
ECT TN (3 VARIANTES)



ESQUEMA TN-C



ESQUEMA TN-C-S

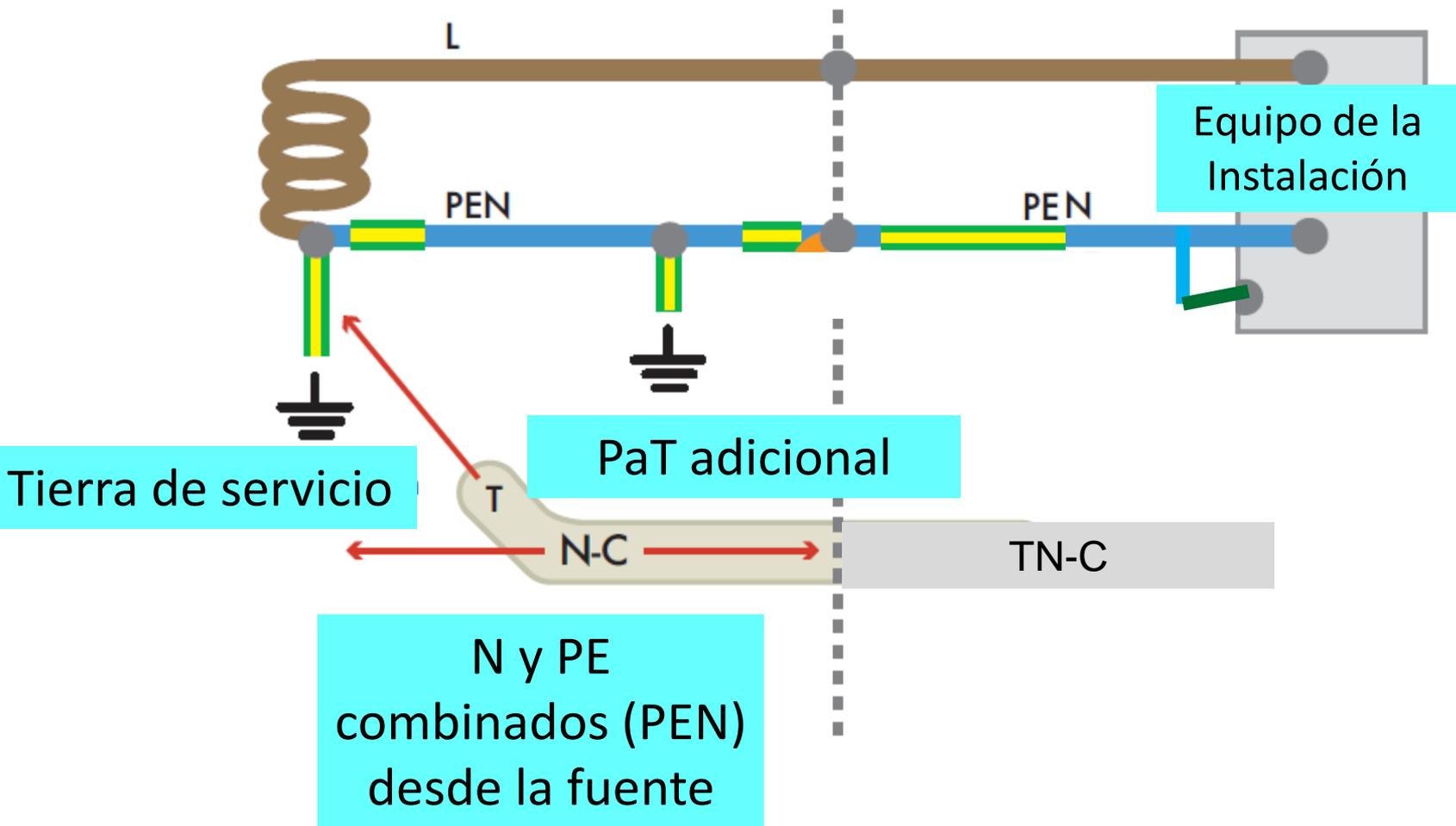


ESQUEMA TN-S

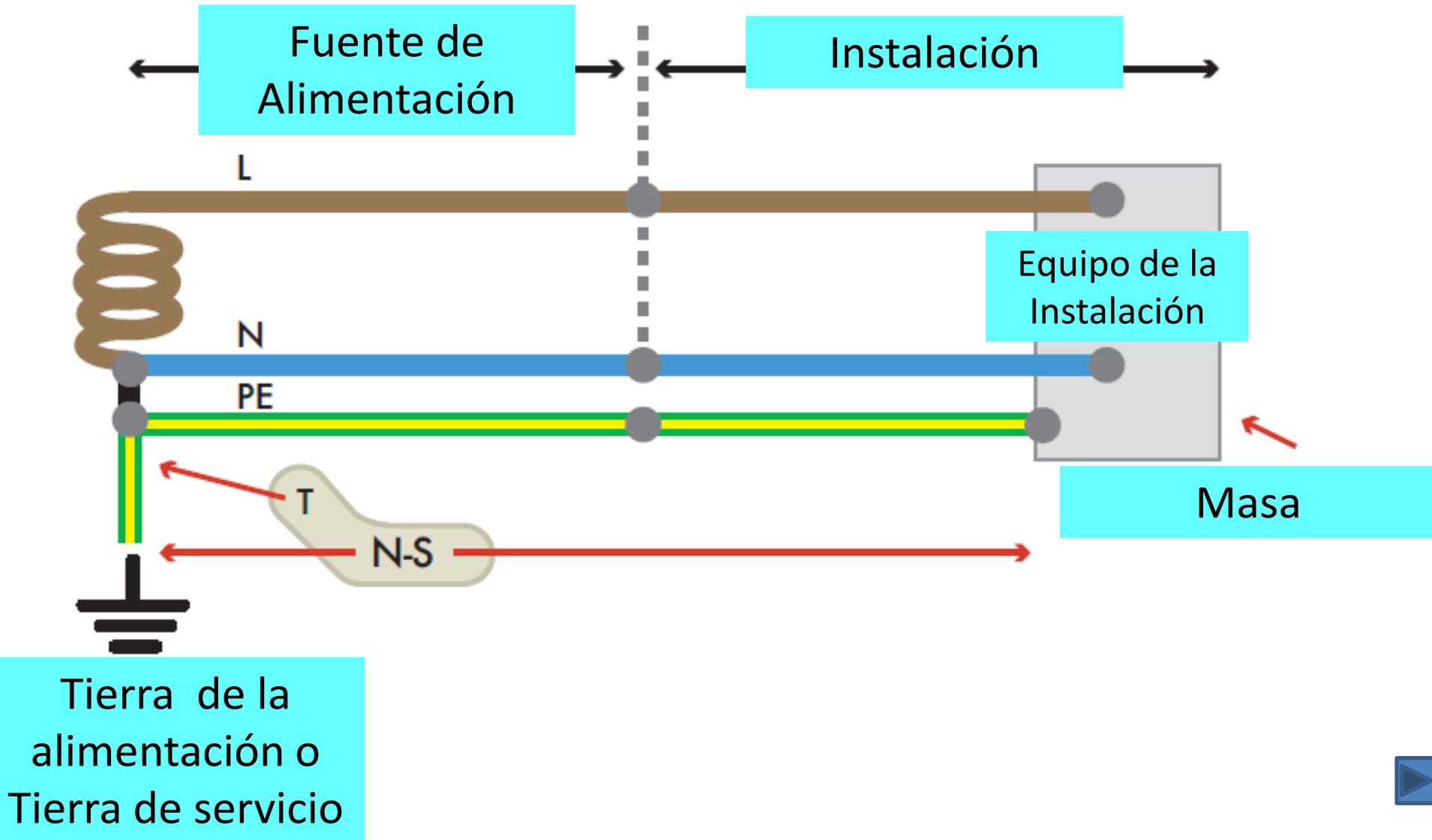
Y en el ECT TN-S ¿cuál es la U_t ? ¿y la I_d ?

¿Se mide este valor para garantizar la seguridad en BT?

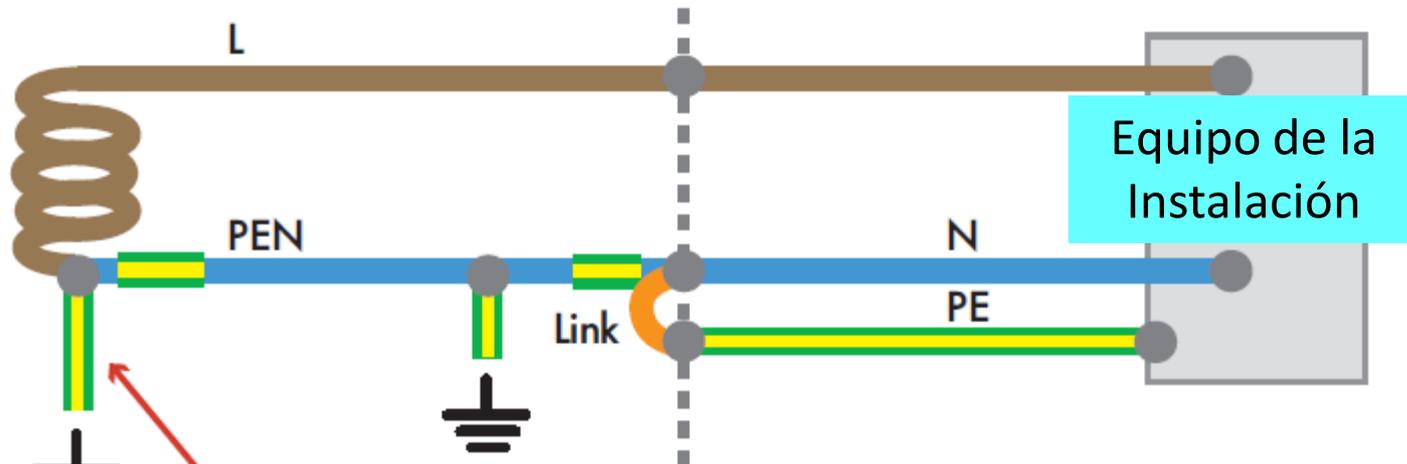
ECT TN-C



ECT TN-S



ECT TN-C-S



Tierra de servicio

PaT adicional

Equipo de la Instalación

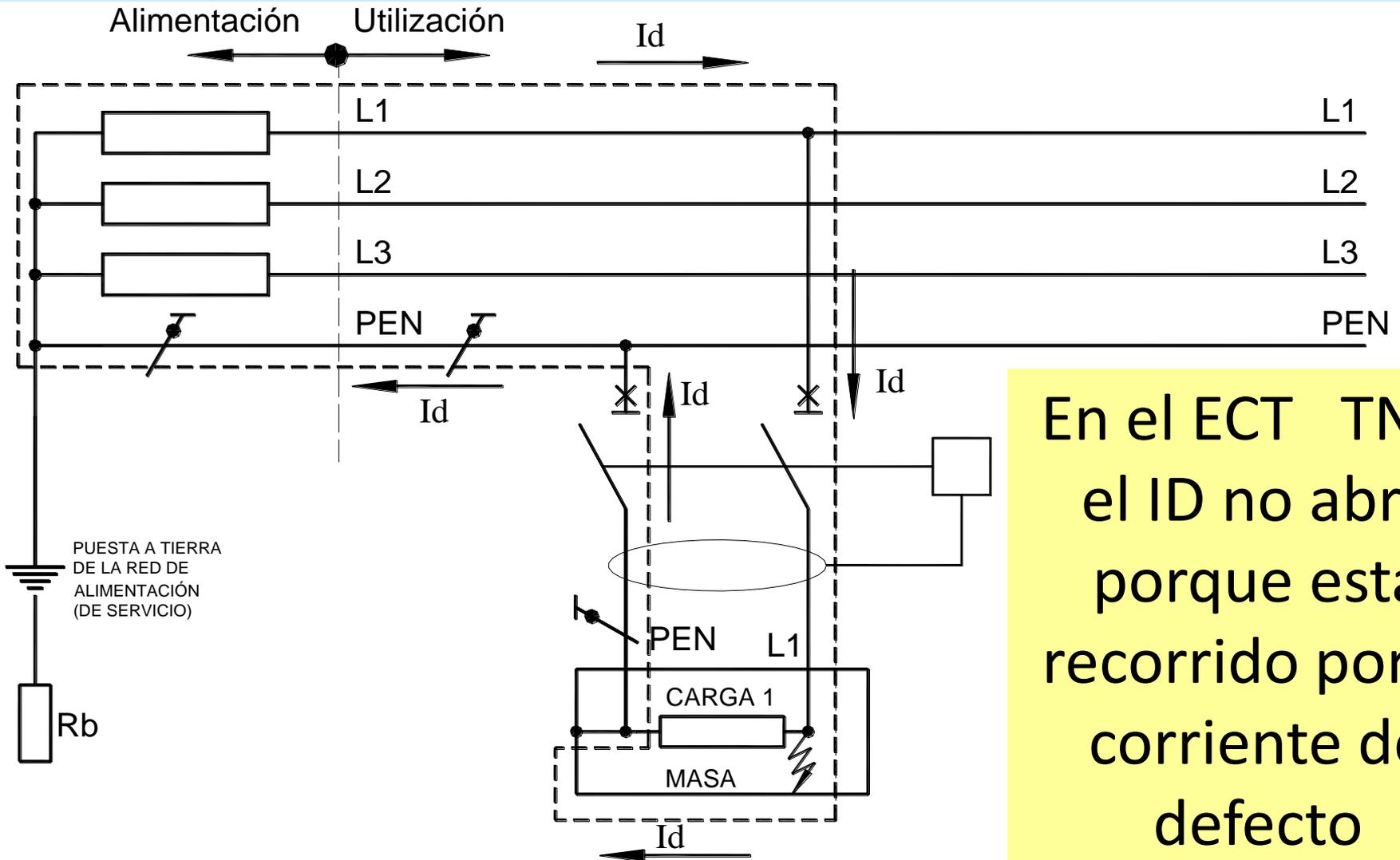


N y PE combinados (PEN) desde la fuente

N y PE separados dentro de la instalación



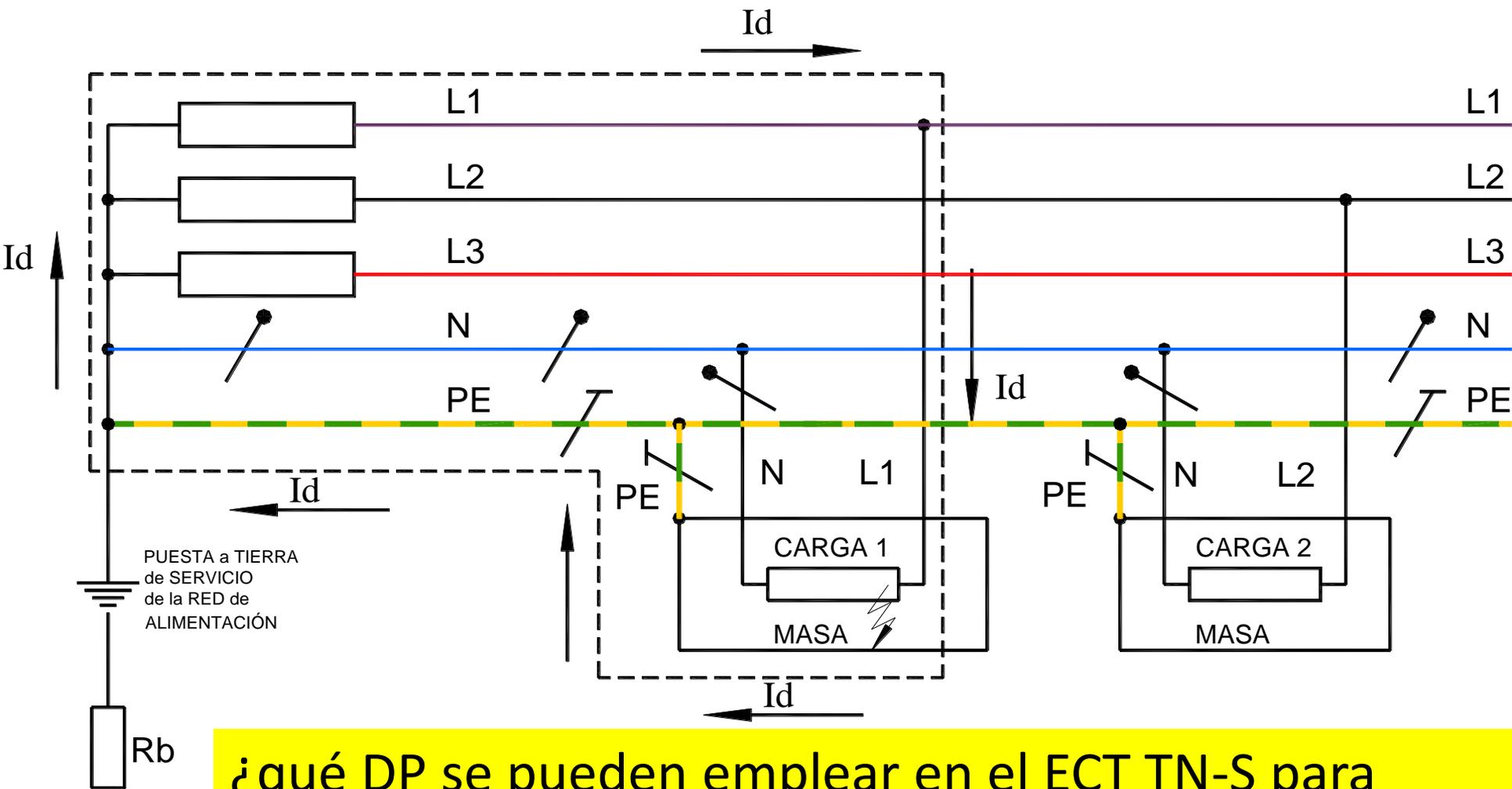
¿Se pueden emplear ID en el ECT TN-C?



En el ECT TN-C el ID no abre porque está recorrido por la corriente de defecto

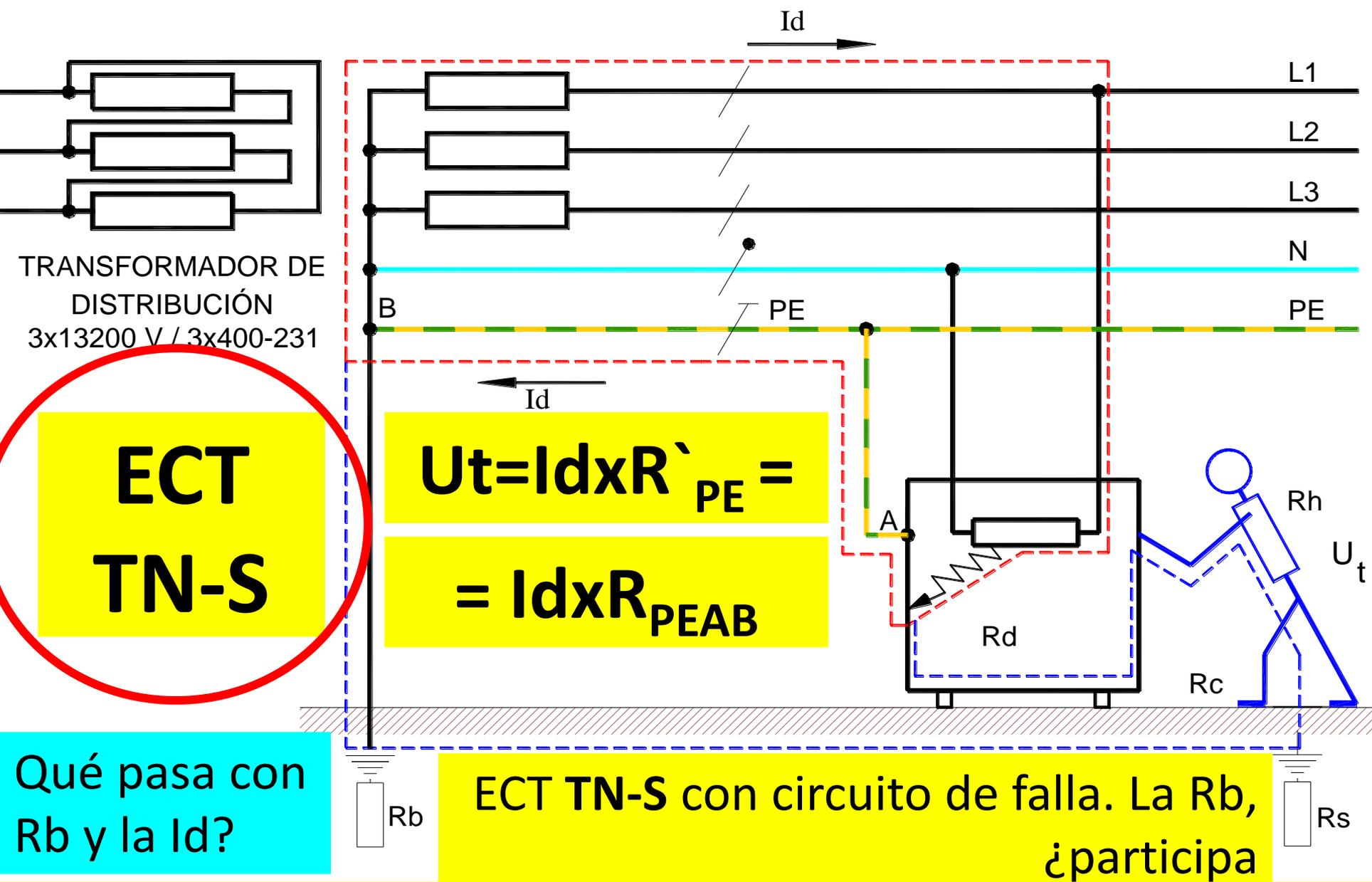
En el ECT TN-C es incompatible el empleo de la protección diferencial

ESQUEMA TN-S con lazo



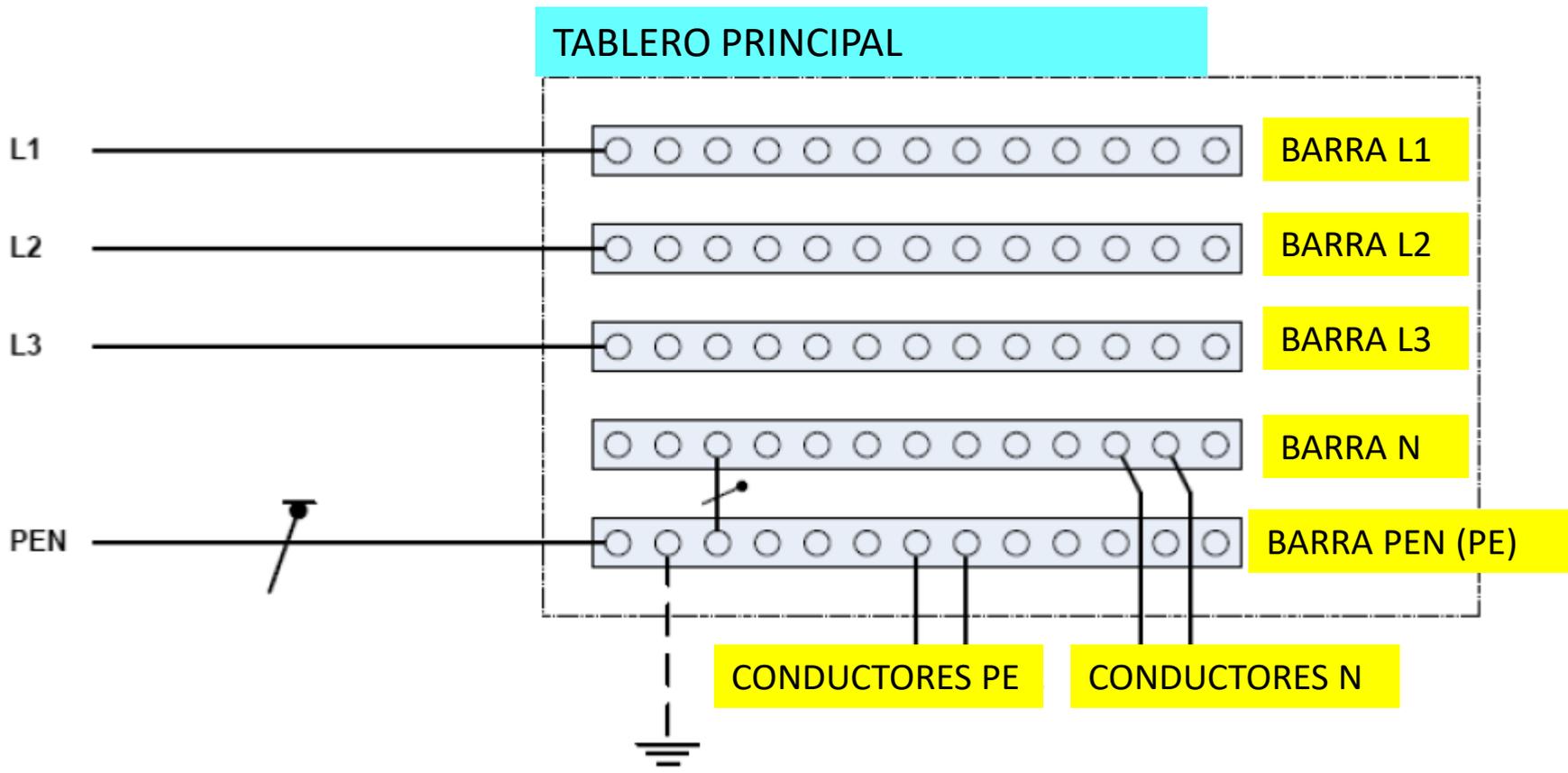
¿qué DP se pueden emplear en el ECT TN-S para proteger a las personas de los contactos indirectos?

DD, Interruptores automáticos y fusibles

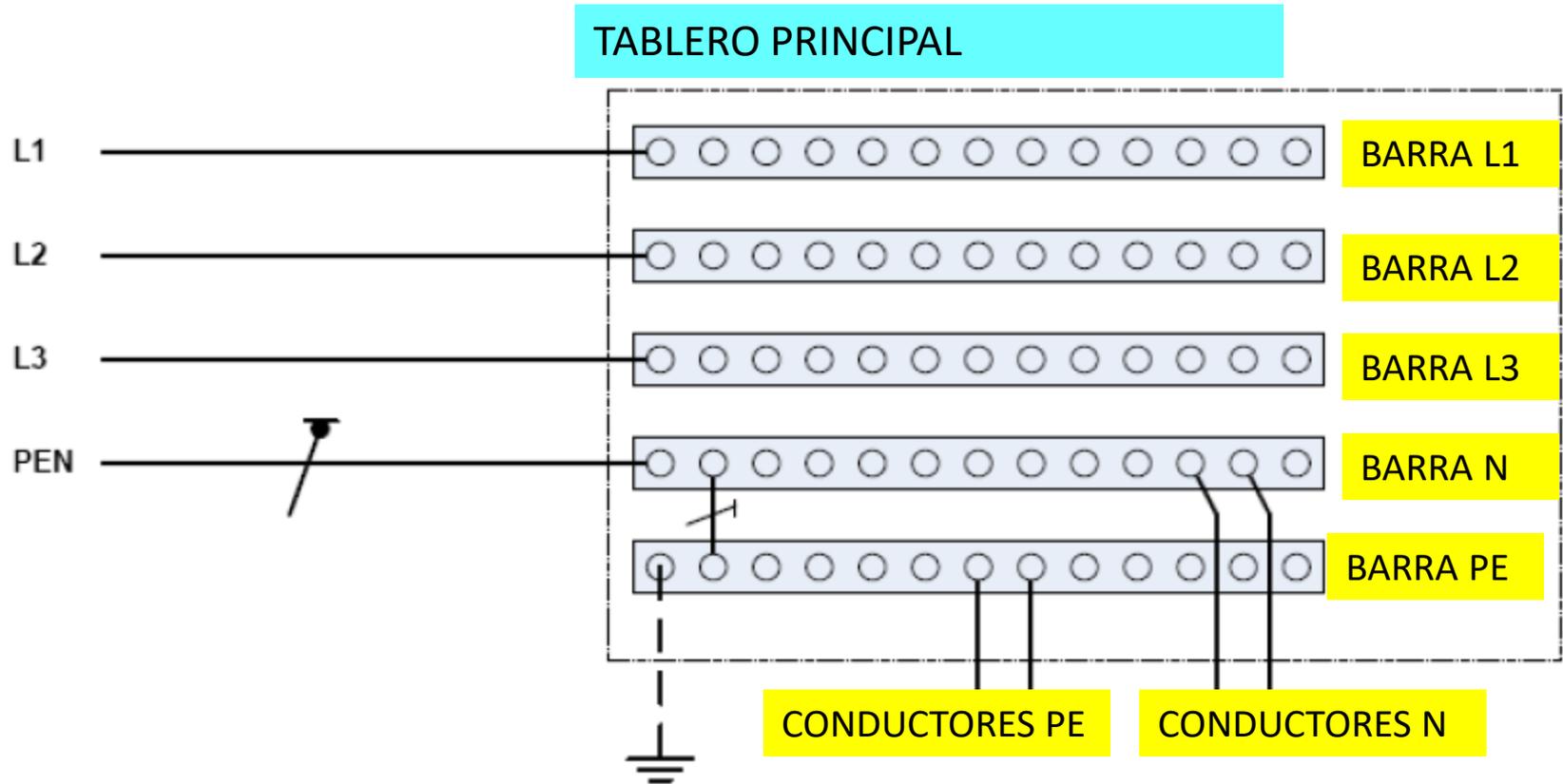


del circuito de falla de BT? NO. ¿Y porqué se la mide como si participara en la I_d de BT?

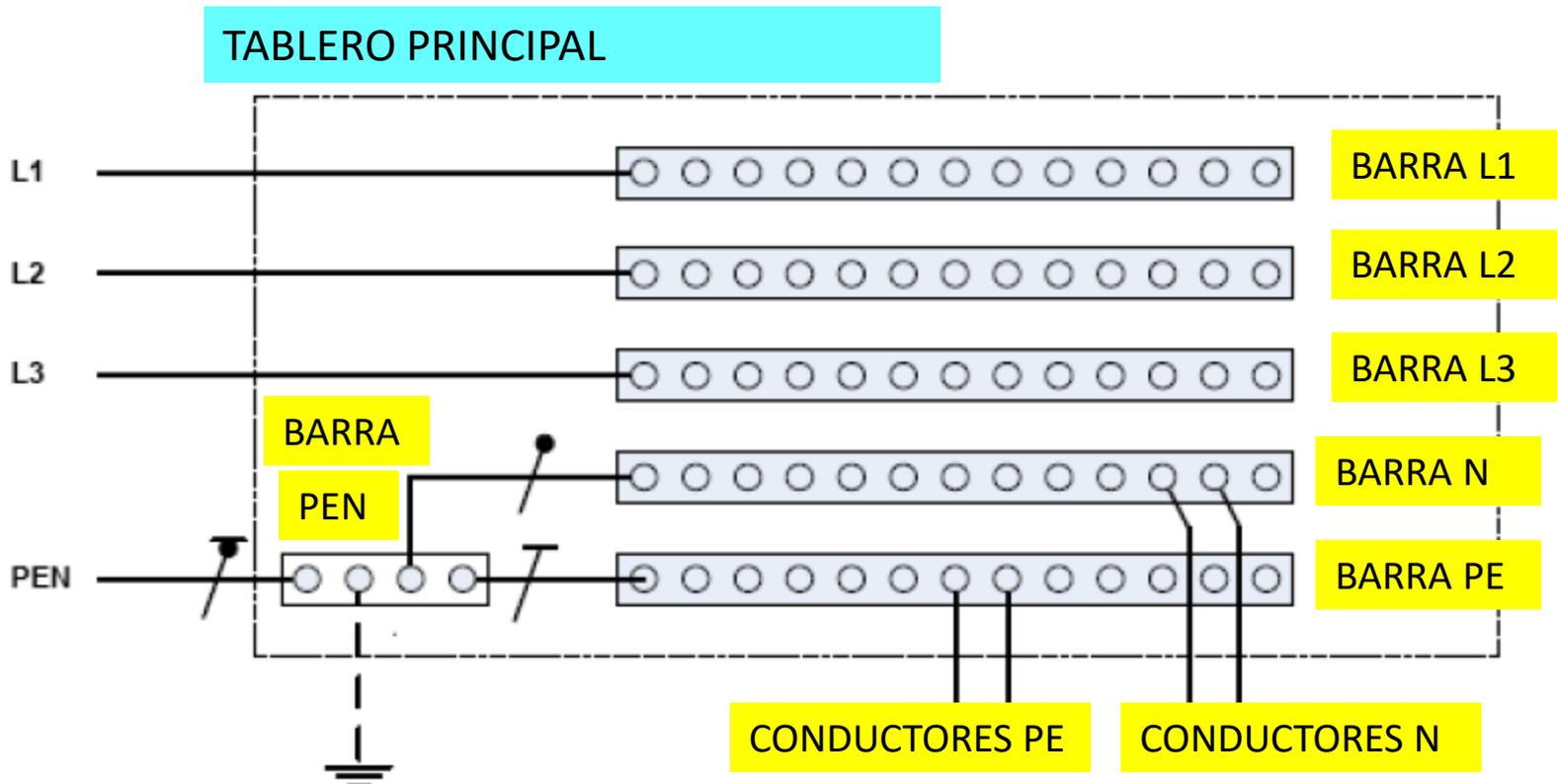
JUEGO DE BARRAS QUE ALIMENTA UN TABLERO PRINCIPAL EN TN-C Y QUE SE CONVIERTE EN TN-S (ALTERNATIVA 1)



JUEGO DE BARRAS QUE ALIMENTA UN TABLERO PRINCIPAL EN TN-C Y QUE SE CONVIERTE EN TN-S (ALTERNATIVA 2)



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

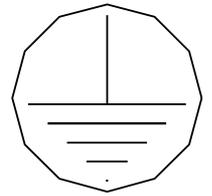


¿Qué color tendrán los PE y los EQP?

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

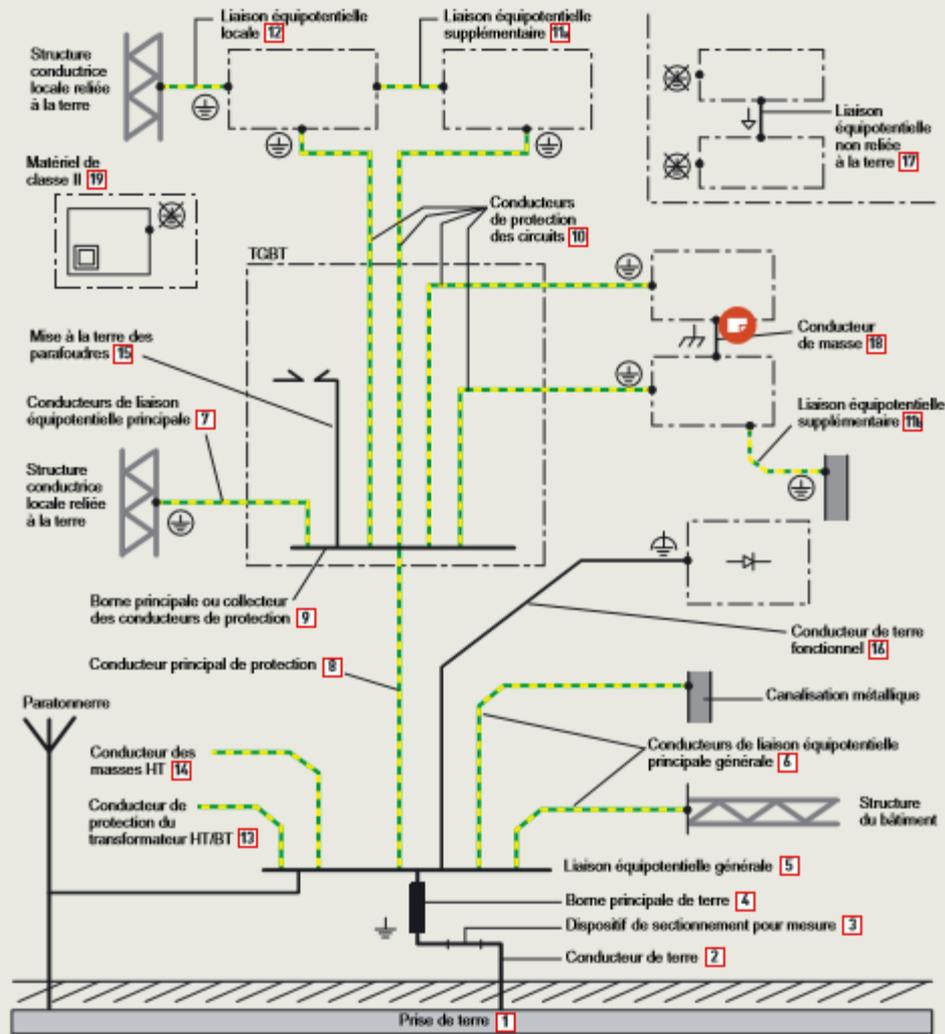
Las tierras de descargas atmosféricas
¿se deben vincular con la PaT del
sistema eléctrico? ¿O no se deben
vincular?

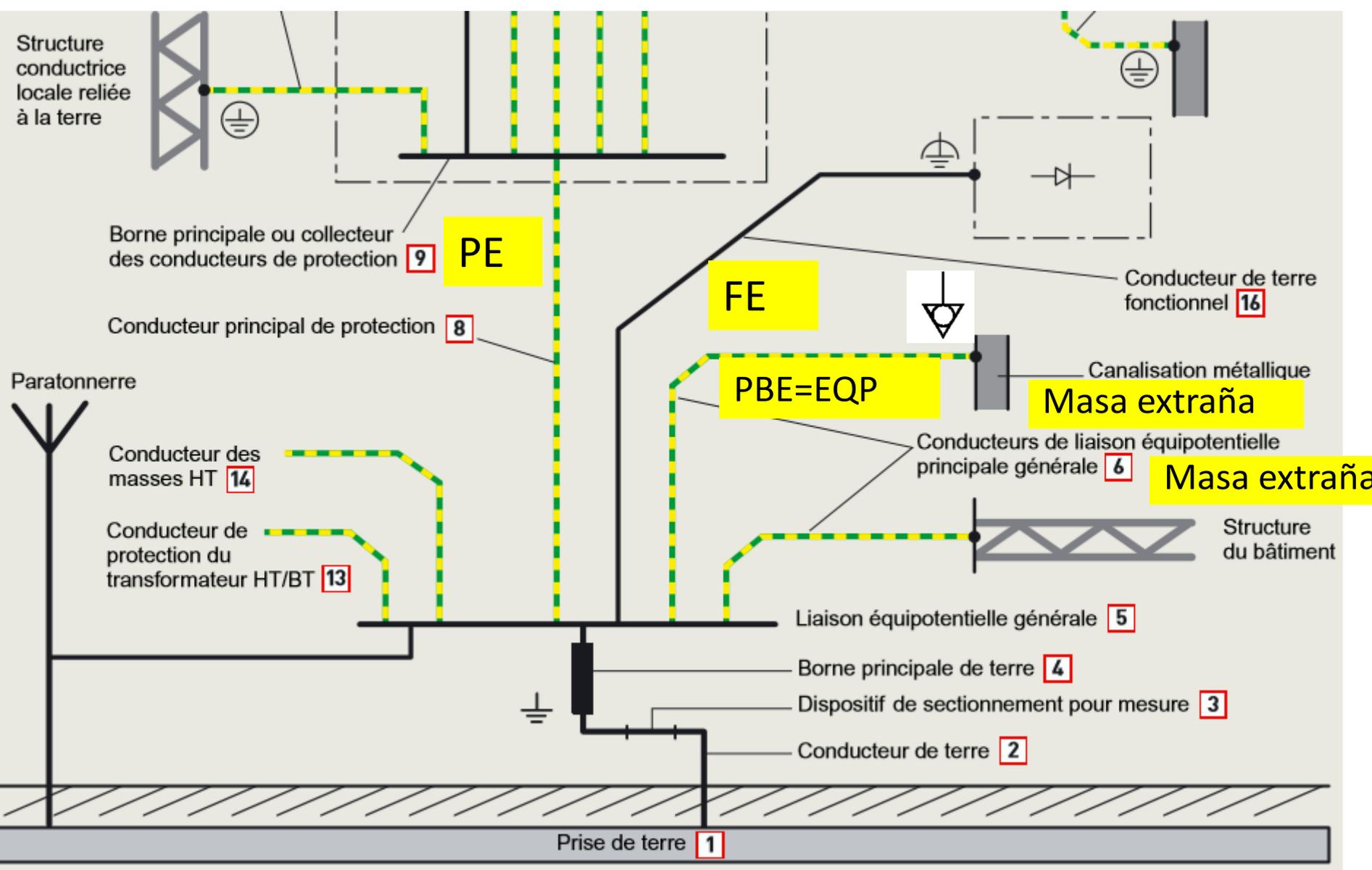
SE DEBEN VINCULAR

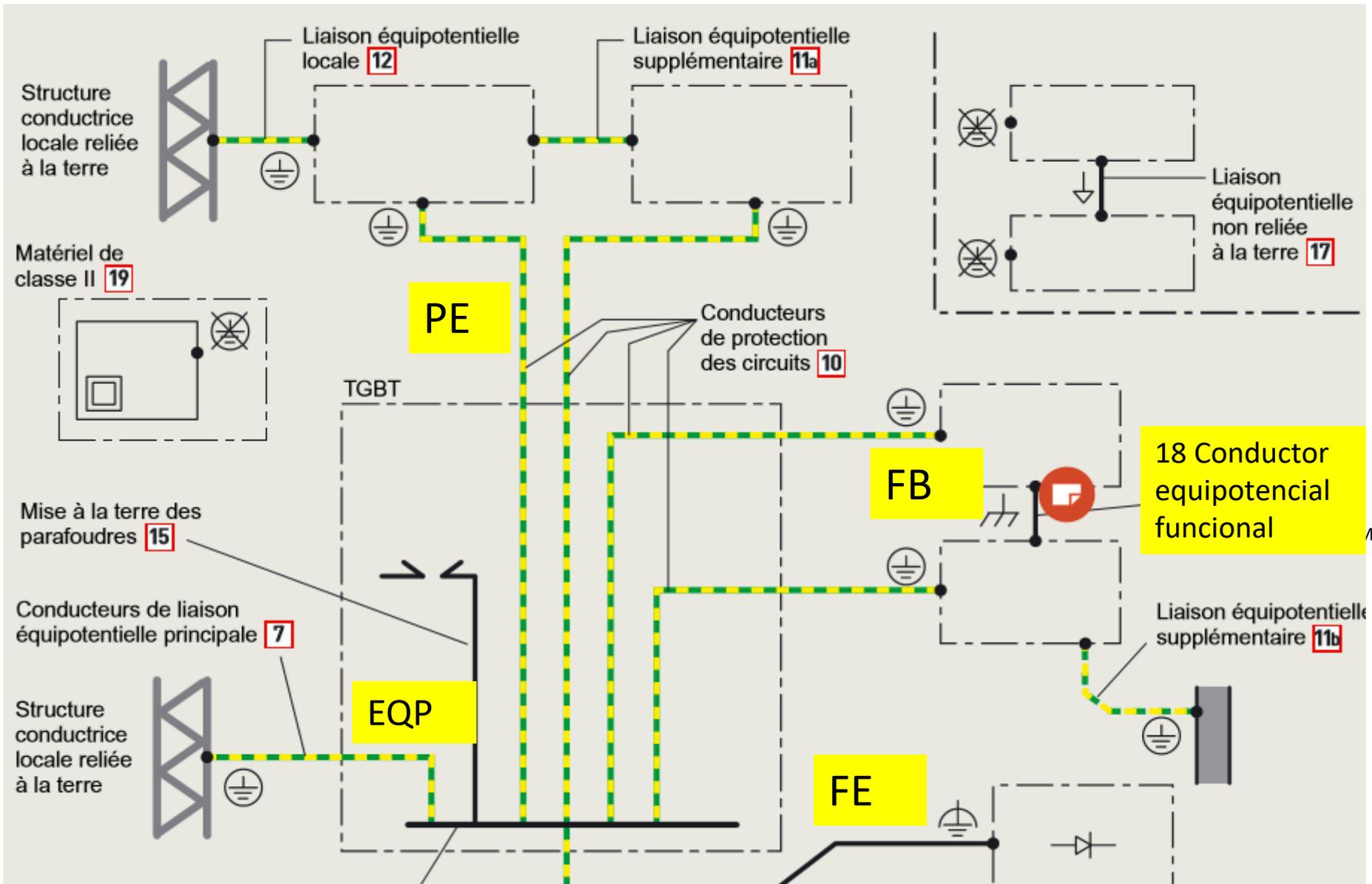
¿Deben ponerse a tierra con jabalina
propia las máquinas y los tableros?

NO

Schéma du réseau de protection (voir définitions pages suivantes)







Structure conductrice locale reliée à la terre

Liaison équipotentielle locale **12**

Liaison équipotentielle supplémentaire **11a**

Matériel de classe II **19**

PE

Conducteurs de protection des circuits **10**

Liaison équipotentielle non reliée à la terre **17**

TGBT

FB

18 Conductor equipotential funcional

Mise à la terre des parafoudres **15**

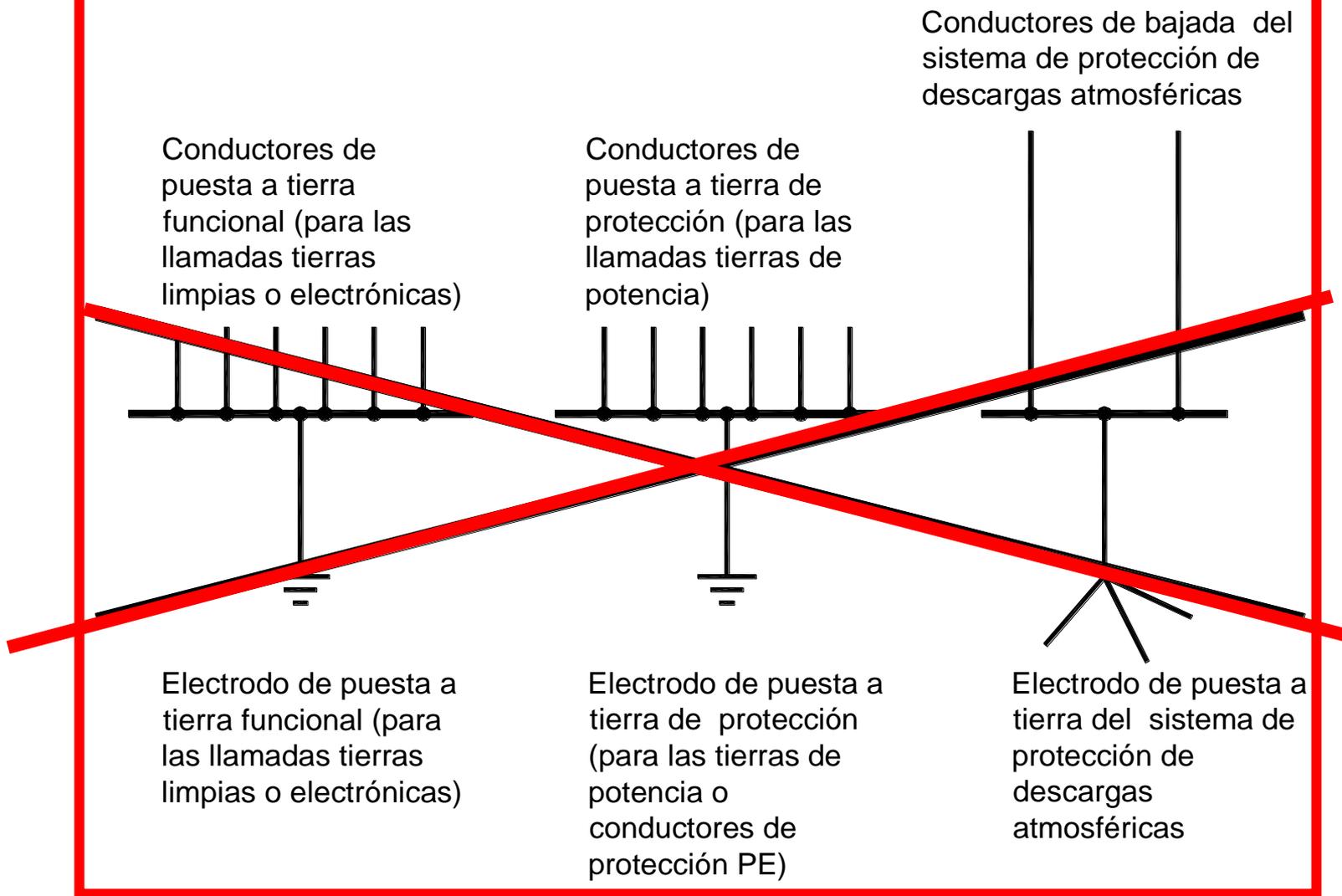
Conducteurs de liaison équipotentielle principale **7**

Liaison équipotentielle supplémentaire **11b**

Structure conductrice locale reliée à la terre

EQP

FE

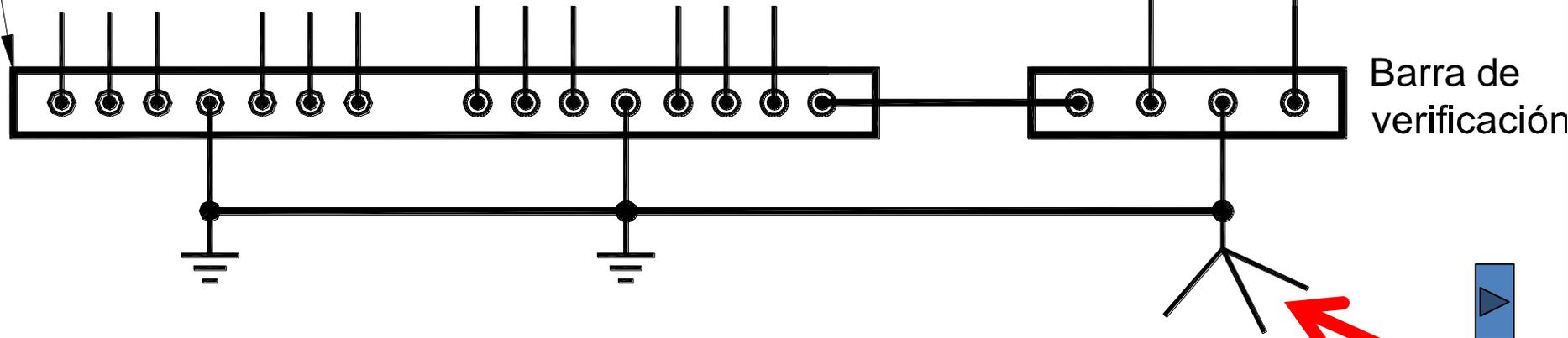


Tratando de obtener una red de tierra “limpia” destinada a servir, por ejemplo, de referencia para señales, las tomas de tierra no han sido interconectadas. Este procedimiento no cumple los requisitos de CEM y constituye un riesgo para la seguridad

Barra principal de puesta a tierra o
Barra equipotencial principal

Conductores de bajada del
sistema de protección de
descargas atmosféricas

Conductores de puesta a tierra de protección
PE (de potencia) y funcionales FE (para las
llamadas tierras limpias o electrónicas)

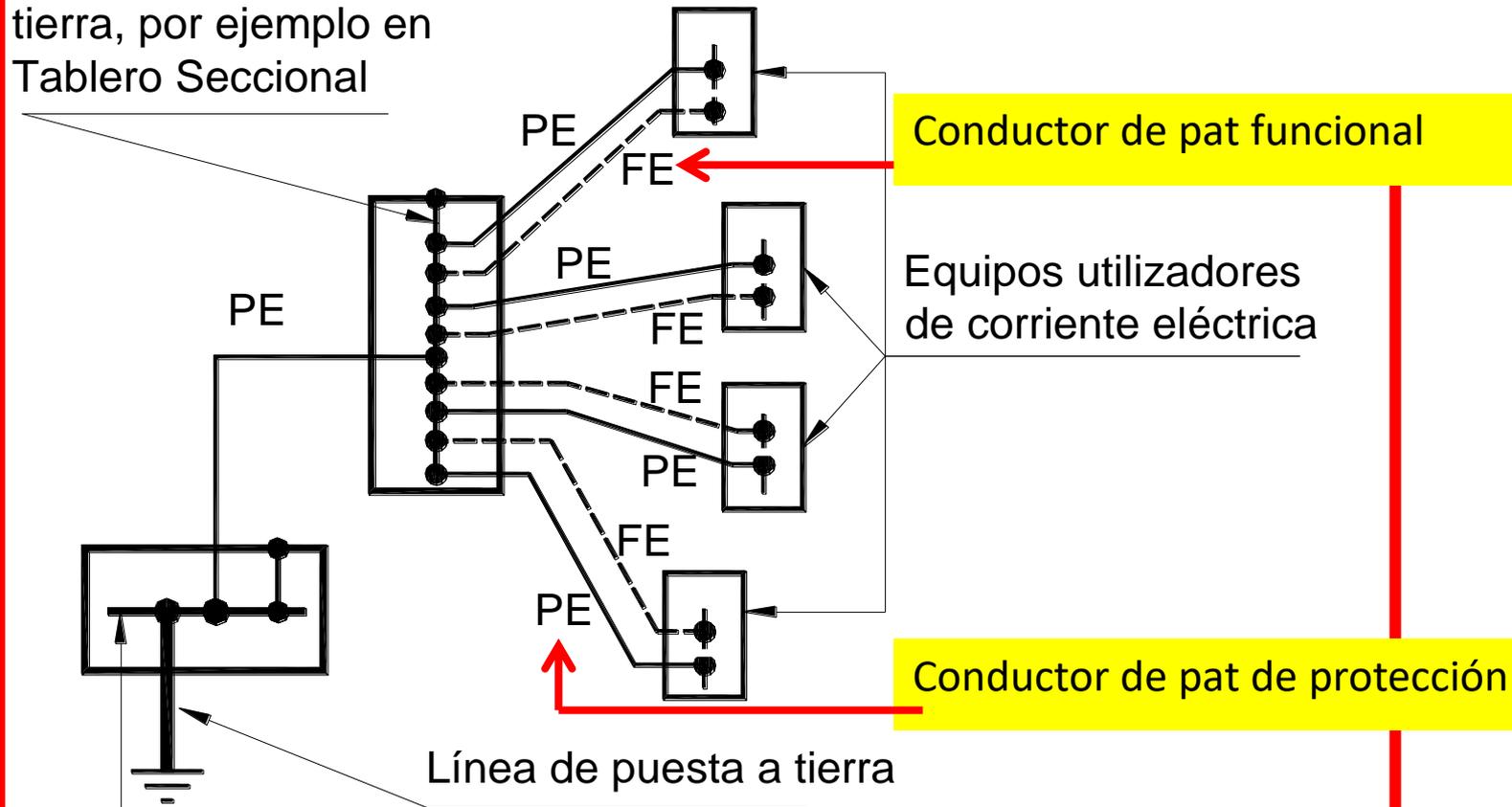


Múltiples electrodos de puesta a tierra interconectados

$R \leq 10 \text{ ohm}$

Este tipo de instalación es recomendado en los casos generales tanto para la seguridad como para la CEM.

Barra de puesta a tierra, por ejemplo en Tablero Seccional

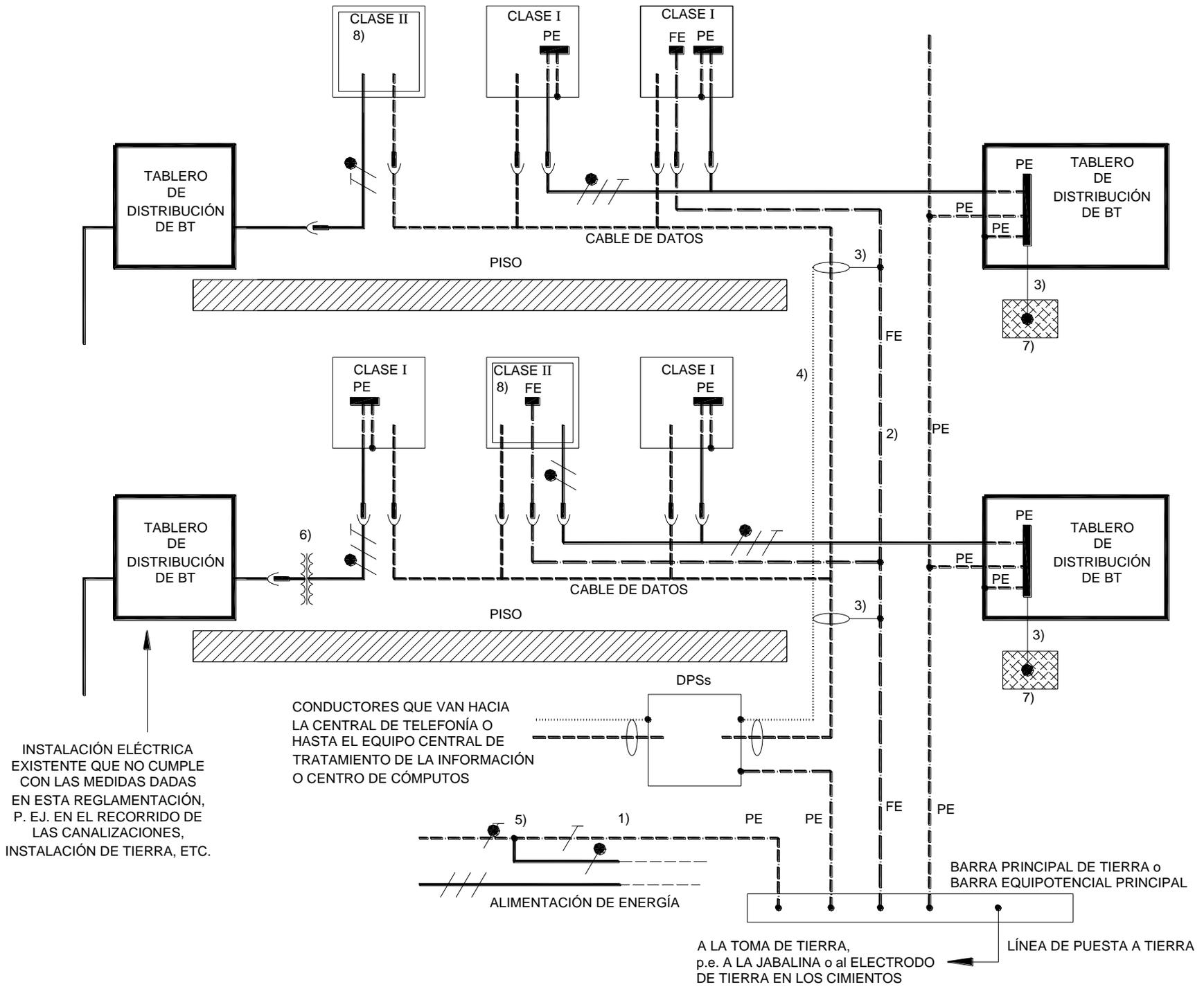


Barra principal de puesta a tierra (BPT) o barra equipotencial principal (BEP), por ejemplo en Tablero Principal

————— Conductor de puesta a tierra de protección PE

- - - - - Conductor de puesta a tierra funcional FE



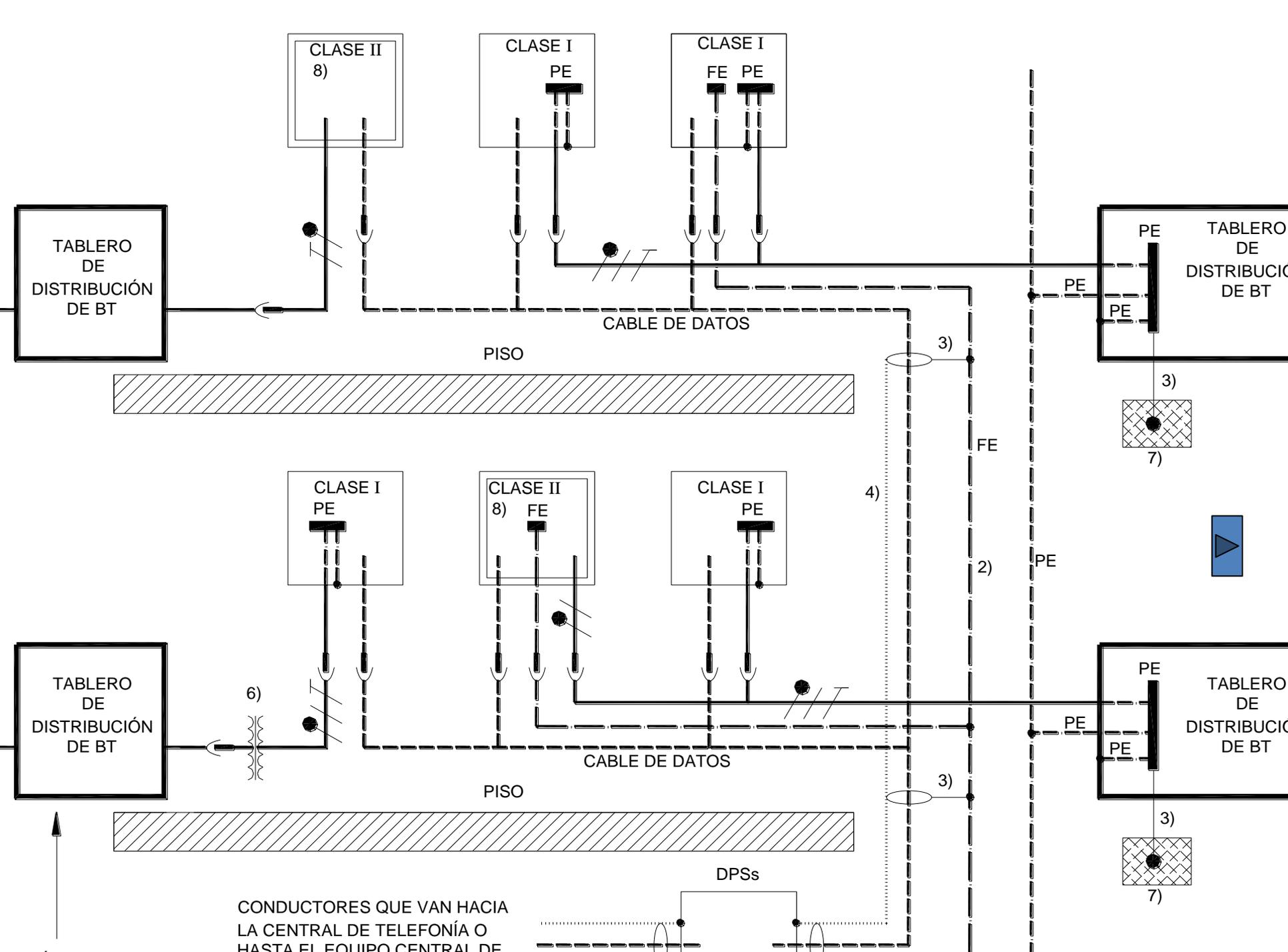


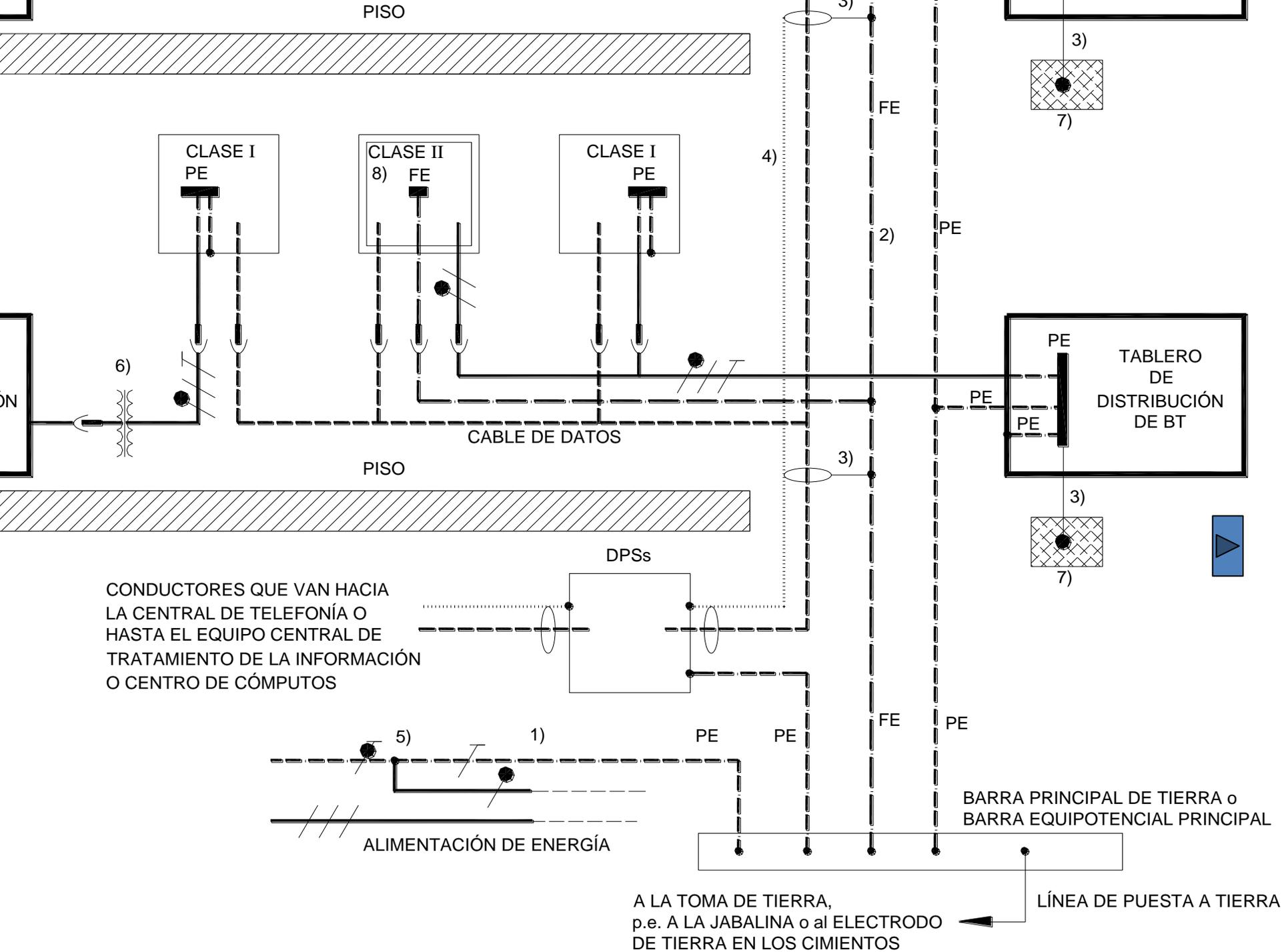
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EXISTENTE QUE NO CUMPLE CON LAS MEDIDAS DADAS EN ESTA REGLAMENTACIÓN, P. EJ. EN EL RECORRIDO DE LAS CANALIZACIONES, INSTALACIÓN DE TIERRA, ETC.

CONDUCTORES QUE VAN HACIA LA CENTRAL DE TELEFONÍA O HASTA EL EQUIPO CENTRAL DE TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN O CENTRO DE CÓMPUTOS

A LA TOMA DE TIERRA, p.e. A LA JABALINA o al ELECTRODO DE TIERRA EN LOS CIMIENTOS







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!

¿PORQUÉ? PORQUÉ NO SE VERIFICÓ
CONTINUIDAD DE LOS PE, NO SE
VERIFICÓ QUE DP PODRÍA CORTAR LA
ALIMENTACIÓN, NO SE VERIFICO EL
ECT, etc.

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 HASTA
ANTES de la VIGENCIA de la
R.900**

**de la PROTECCIÓN CONTRA
los CONTACTOS INDIRECTOS
por el CORTE AUTOMÁTICO
de la ALIMENTACIÓN?**

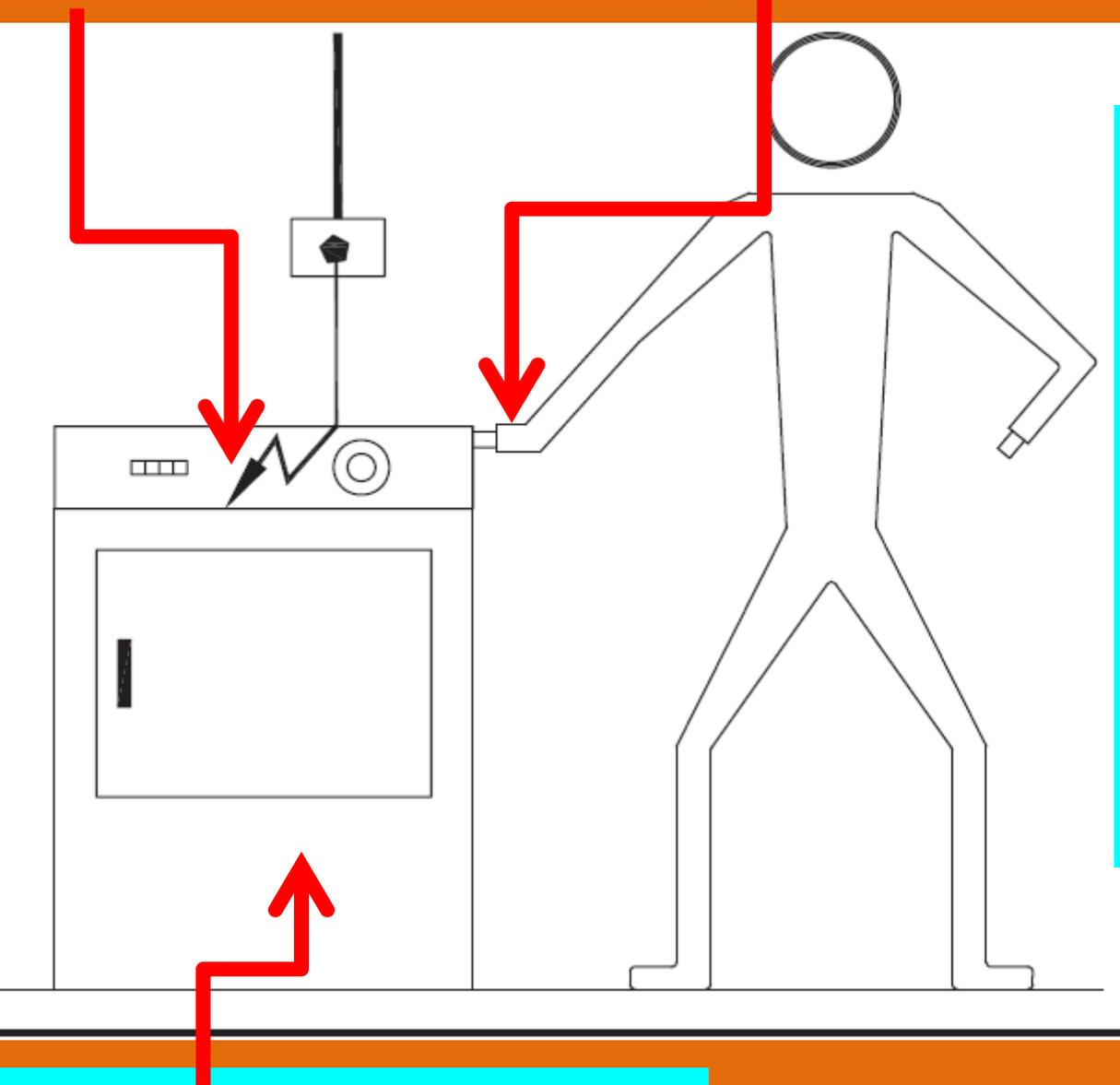
¡NADIE!

¿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.

Falla de aislación

Contacto indirecto



Riesgo de muerte si la persona no está aislada o no hay protección adecuada en la instalación

Masa eléctrica

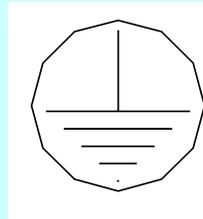
CONTACTO INDIRECTO



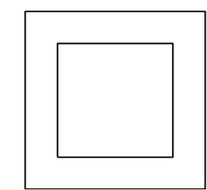
¿CUALES SON LAS MEDIDAS de
PROTECCIÓN CONTRA LOS
CONTACTOS INDIRECTOS (QUE
ACTUALMENTE SE LLAMA
PROTECCIÓN EN CASO DE FALLA)?

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?

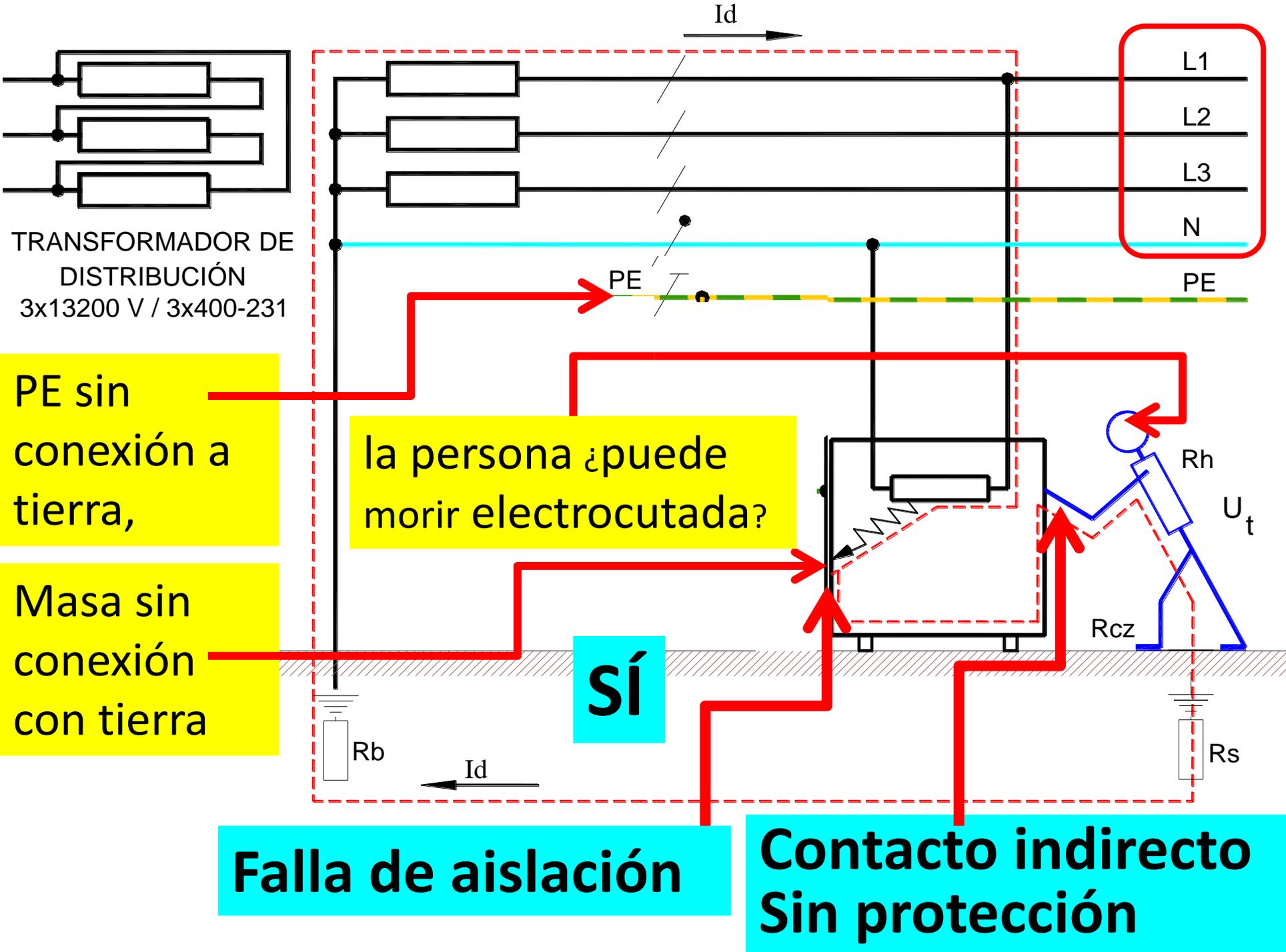
c) PROTECCIÓN POR SEPARACIÓN ELÉCTRICA de PROTECCIÓN,

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**



TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
3x13200 V / 3x400-231

- L1
- L2
- L3
- N
- PE

PE sin conexión a tierra,

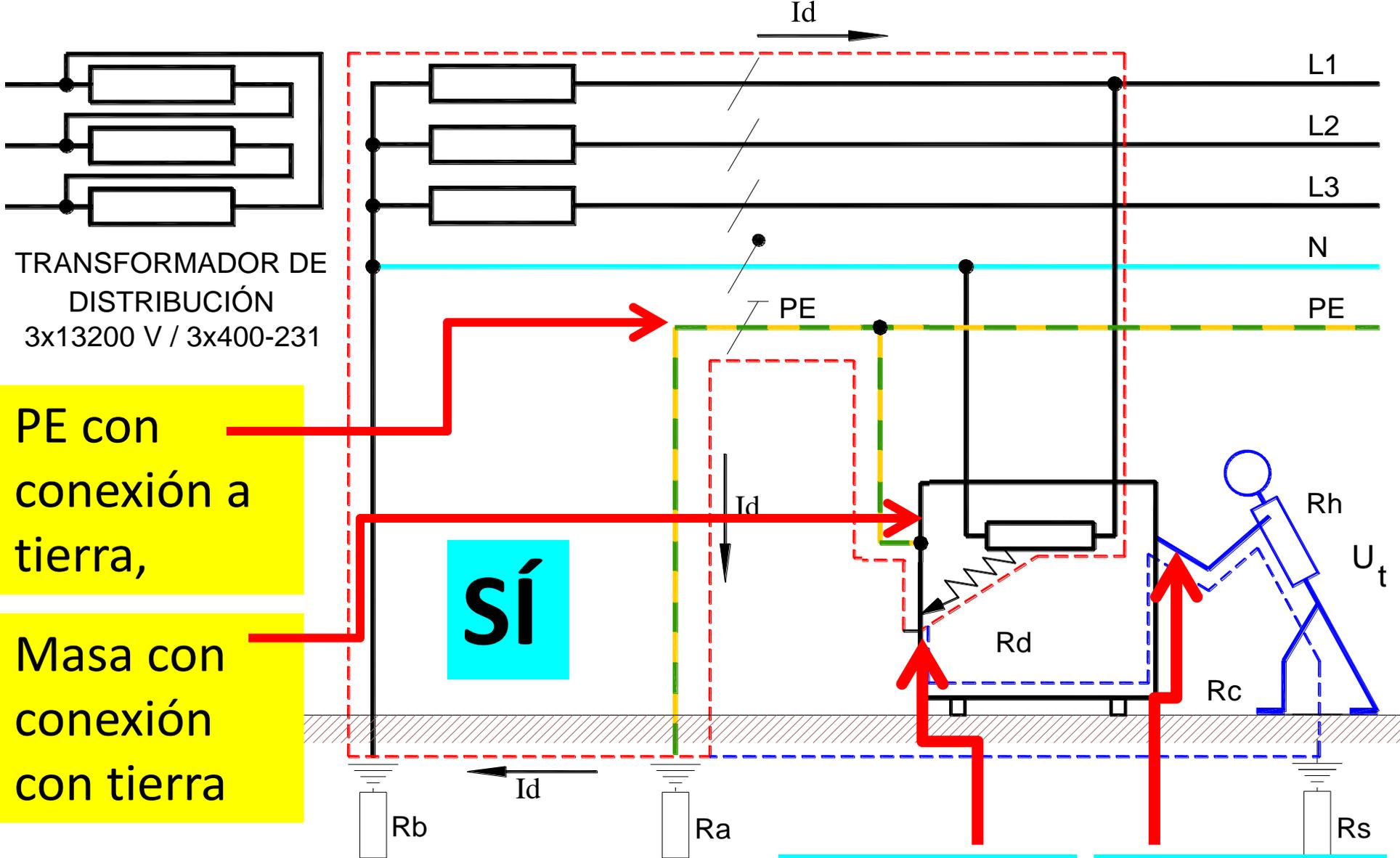
Masa sin conexión con tierra

la persona ¿puede morir electrocutada?

SÍ

Falla de aislación

Contacto indirecto Sin protección

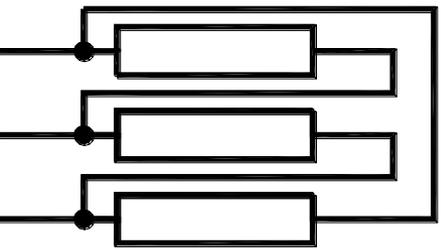


la persona ¿puede morir electrocutada?

¿Por-qué?

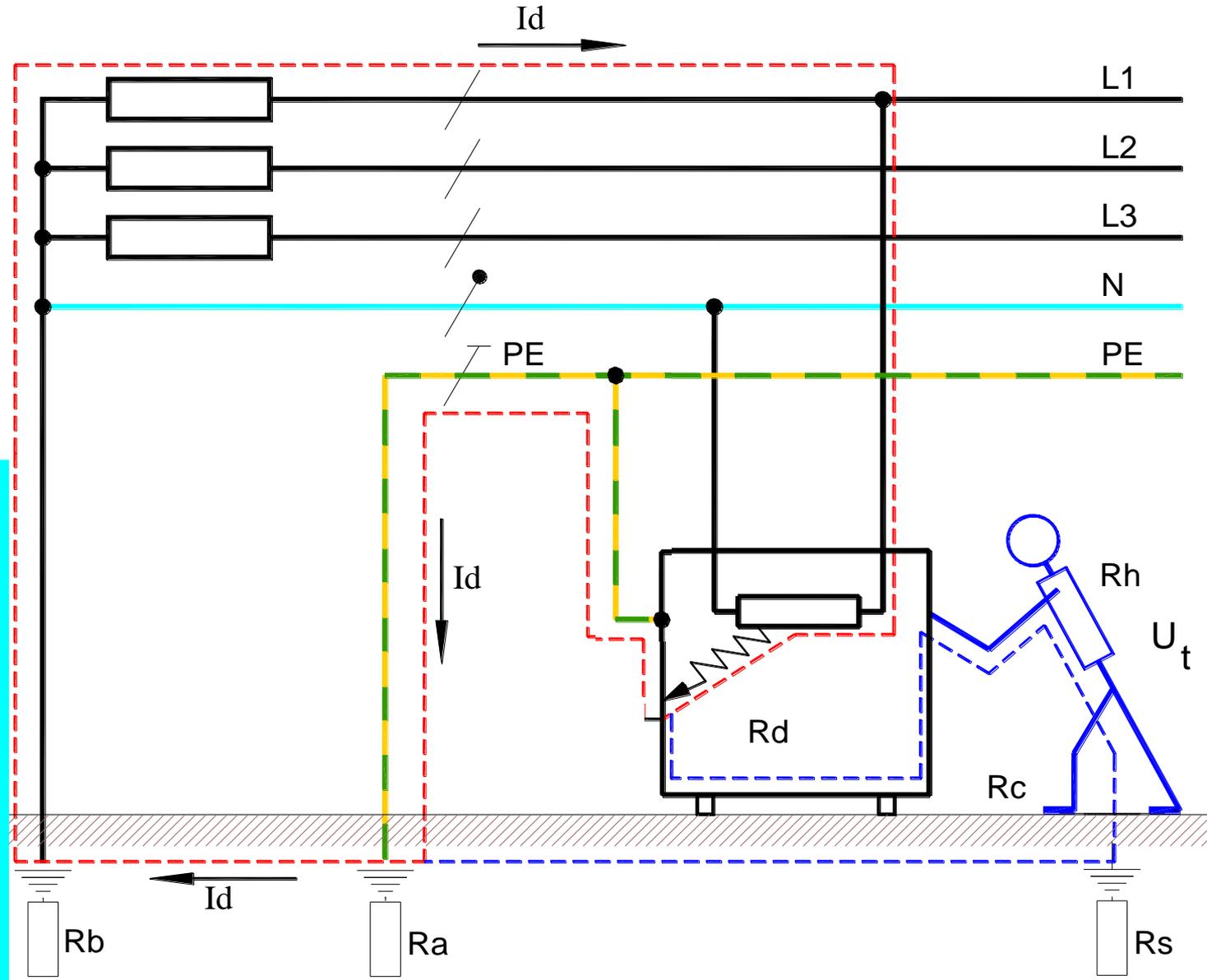
Falla de aislación

Contacto indirecto

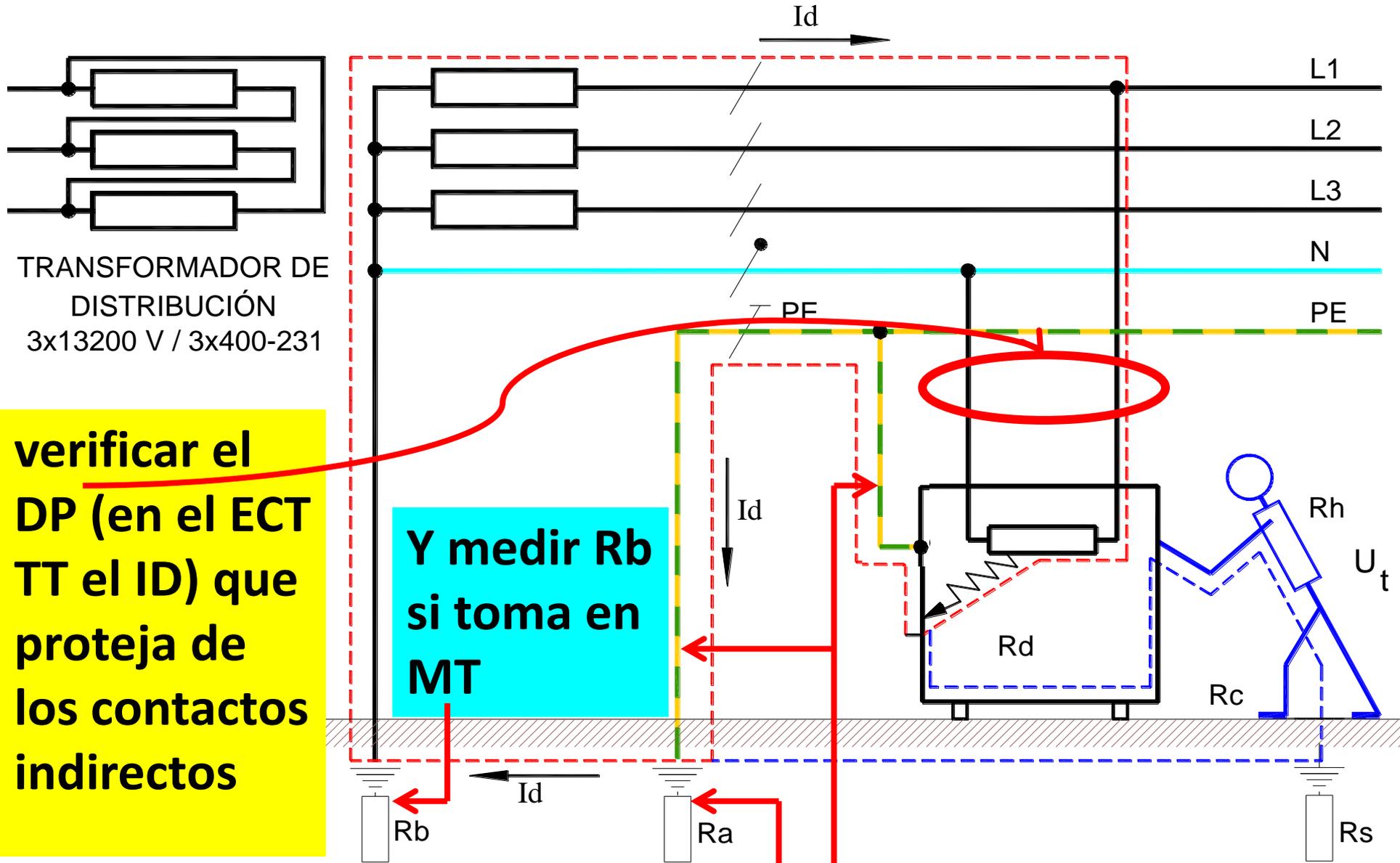


TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
3x13200 V / 3x400-231

Sin DP y pese a estar conectada a tierra la masa recibe una tensión



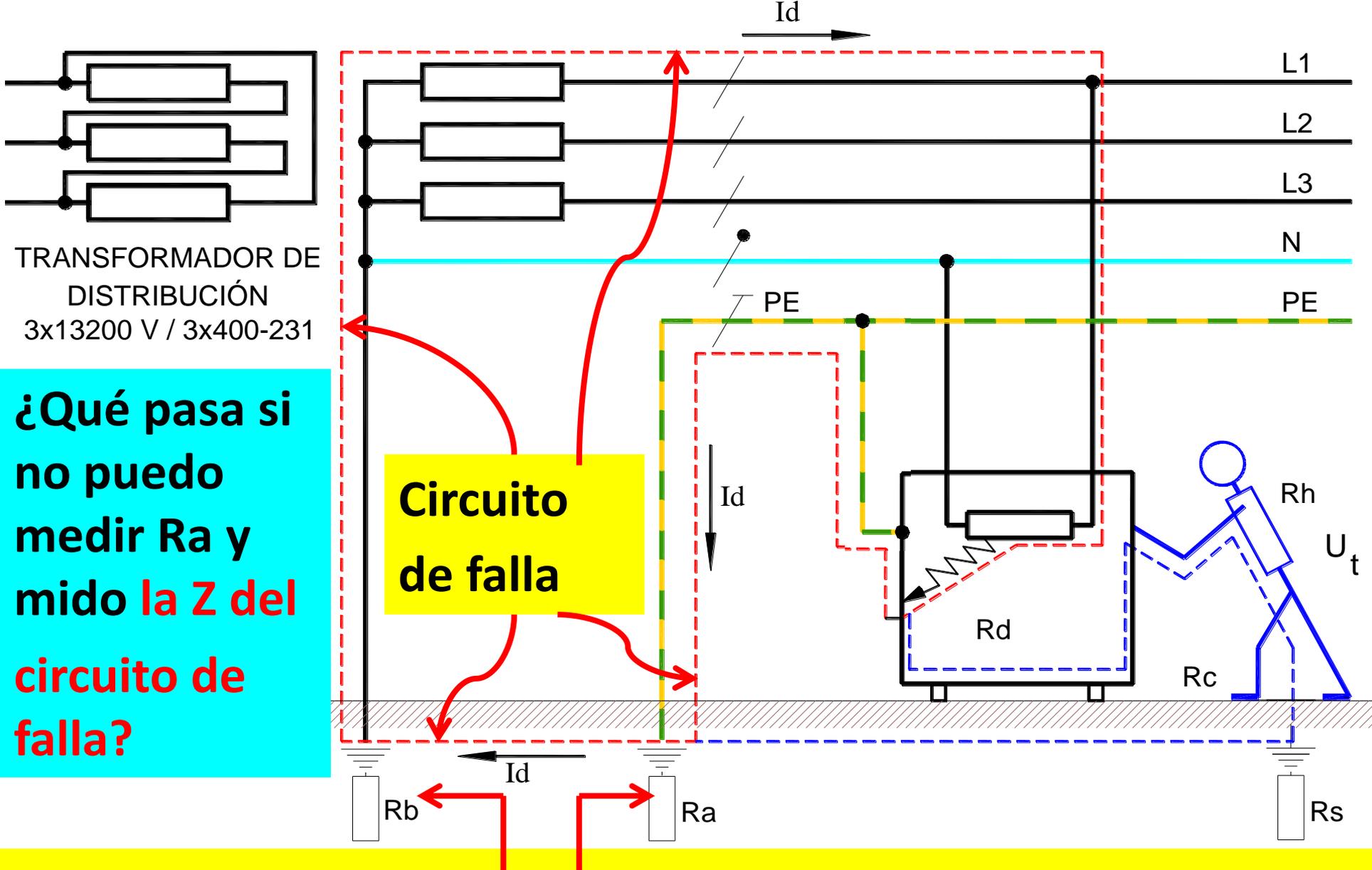
$$U_t = I_d \times R_a$$



verificar el DP (en el ECT TT el ID) que proteja de los contactos indirectos

Y medir Rb si toma en MT

¿Qué pide el protocolo? Medir Ra, verificar continuidad de los diferentes conductores de protección y del de tierra,



Mediré $R_b + R_a$ (R_a en exceso). Si ese valor es menor o igual al máximo valor permitido para R_a cumplimos con el RAEA

**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

VERSION 1.2

Higiene y Seguridad en el Trabajo

- Ley (L. 19587)
- Decreto Reglamentario
(D. 351/79 y modif.)
- Normas Complementarias



SEPARATAS
ERREPAR

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**).



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 f) 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

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.

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

“PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA”

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA

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. 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 PAT) 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 a que pueden quedar expuestos los trabajadores.

La Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 y sus cuatro Decretos Reglamentarios hacen obligatorio el empleo en todo el país, de la Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina). En consecuencia es de aplicación la Reglamentación AEA 90364.

Los cuatro Decretos Reglamentarios a que se hace referencia en la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19587 son, al día de hoy: el Decreto 351/79, el Decreto 911/96, el Decreto 617/97 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 Electrotécnicos" 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 911/96, Capítulo 6, Art. 86 Normas Generales Aplicables en Obra. Instalaciones Eléctricas. Art. 86, dice: "toda instalación deberá proyectarse como instalación permanente, 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".





En el Decreto 617/97 Título V Riesgos Eléctricos, Art. 18 dice "Las instalaciones eléctricas deben cumplir con la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina" Será de aplicación supletoria 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 el 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 Electrotécnica Argentina y con carácter supletorio, las emitidas por el ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD."

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

La Reglamentación 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-B.1)
- a las Canalizaciones e instalaciones en locales mojados (Sección 7-771-B.2)
- a las Canalizaciones e instalaciones a la intemperie (Sección 7-771-B.3)
- a las Canalizaciones e instalaciones en locales con riesgo de corrosión (Sección 7-771-B.4)
- a las Canalizaciones e instalaciones en lugares o locales con riesgo de explosión (lugares o locales BE3) (Sección 7-771-B.5)
- a las Instalaciones en locales donde existen baterías de acumuladores (Sección 7-771-B.6)
- a las Instalaciones en lugares de construcción, obras, demoliciones, obradores y lugares análogos (Sección 7-771-B.7)
- a las Instalaciones de iluminación exterior (Sección 7-771-B.8)
- a las Cercas electrificadas (Sección 7-771-B.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 correspondan de las partes 0 a 6. Las instalaciones industriales incorporarán las Partes 0 a 6 de la RAEA 90364, incluyendo en los casos necesarios las Secciones de la Parte 7 que correspondan.



Interpretación de la Res. 900/2015.

Art. 1°. Da 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 PAT 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 Reglamentación AEA en referencia al protocolo para la medición del valor de Resistencia de PAT 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 mencionaran 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, $U \leq 1$ kV.), desde la red pública o lo reciba en MT (Media Tensión; $1kV < U \leq 33kV$).

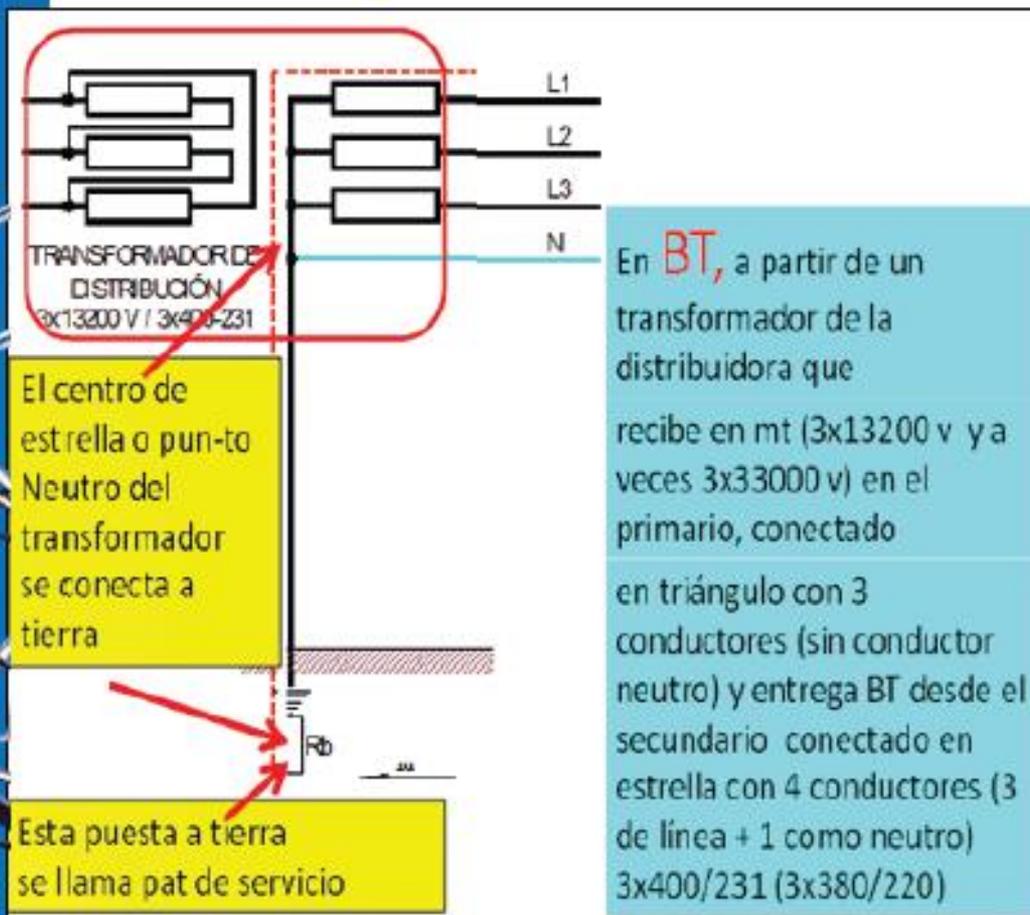
Cuando la empresa proveedora del suministro de energía entrega en BT, el transformador es propiedad de la distribuidora, y en ese caso el establecimiento debe emplear internamente, en su conexión con la red, el esquema de conexión a tierra (ECT) TT, sin poder elegir ninguna otra alternativa.

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

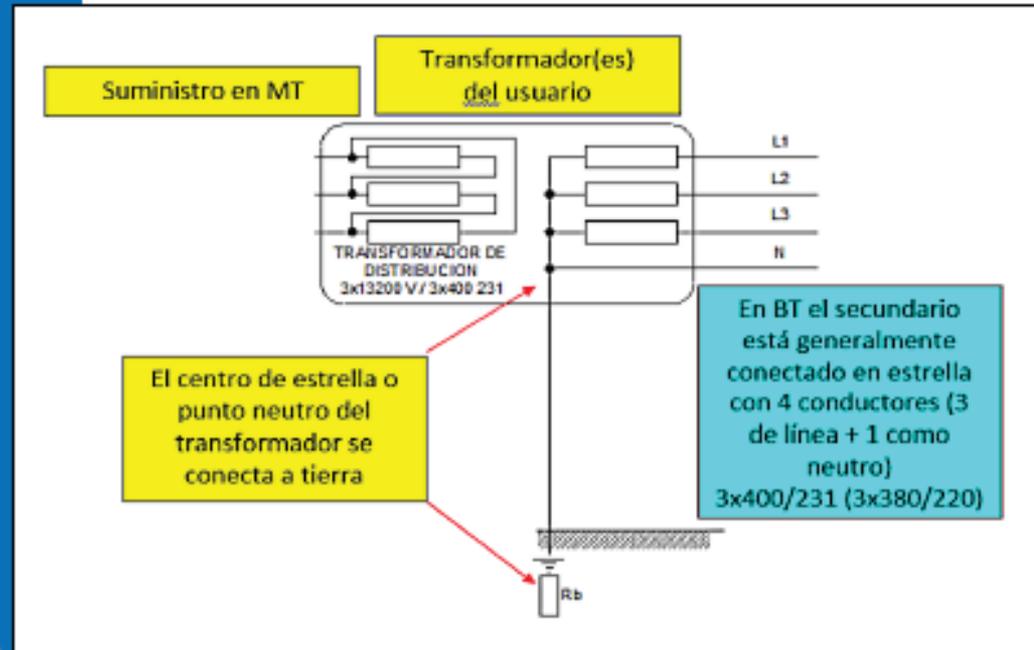
SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN

Transformador de la
Distribuidora eléctrica

Suministro en Baja Tensión



SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN



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 / TN-C-S / 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).

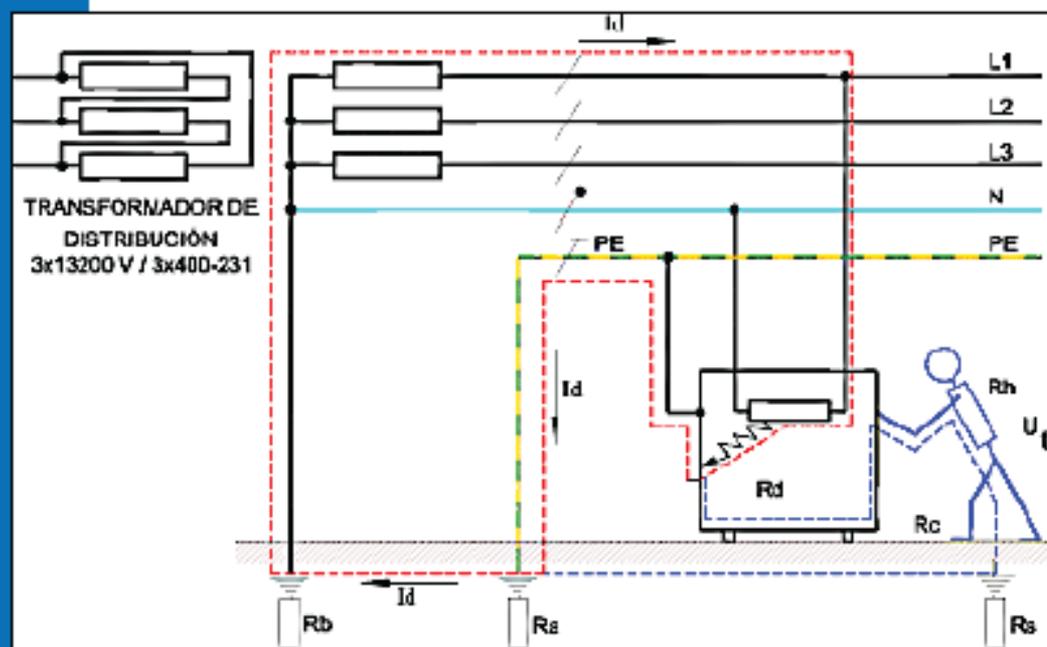
El neutro del transformador, que puede ser del establecimiento (si el usuario compra en MT) o de la distribuidora (si el usuario compra en BT), que alimenta al establecimiento está puesto a tierra (esa puesta a tierra (PaT)) es llamada puesta a tierra de servicio, primera T y se la designa Rb). La segunda 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. A esa misma puesta a tierra se deben conectar todas las masas no eléctricas llamadas masas extrañas 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)





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 presunta 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 y 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} , R_a 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) y R_b sigue siendo de 1 Ω , la corriente de defecto o falla ahora es de 5,37 A= [220/(1+40)] y la tensión probable de contacto es de 214,6 V= (5,37A x 40 Ω).

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 presunta U_t que queda aplicada a la masa de la carga que presentó una falla de aislación.

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

- Una de ellas es medir la R_{PaT} R_a 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 va a arrojar 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.



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:

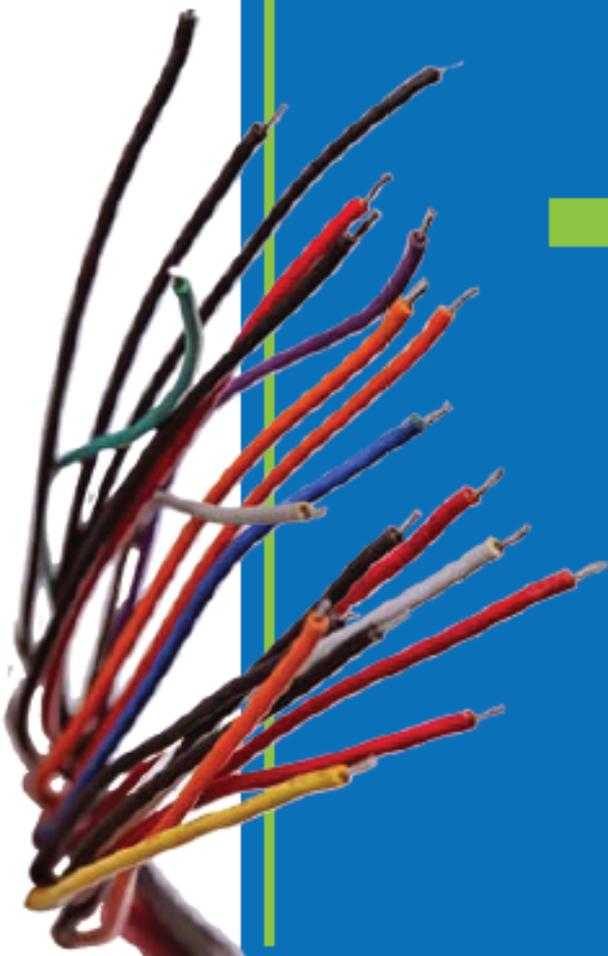
| Corriente diferencial máxima asignada del dispositivo diferencial $I_{\Delta n}$ | | Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas $R_a(\Omega)$ para U_L 50 V | Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas $R_a(\Omega)$ para U_L 24 V | Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (W) |
|---|-----------------------|--|--|--|
| Sensibilidad baja | 20 A | 2,5 | 1,2 | 0,6 |
| | 10 A | 5 | 2,4 | 1,2 |
| | 5 A | 10 | 4,8 | 2,4 |
| | 3 A | 17 | 8 | 4 |
| Sensibilidad media | 1 A | 50 | 24 | 12 |
| | 500 mA | 100 | 48 | 24 |
| | 300 mA | 167 | 80 | 40 |
| | 100 mA | 500 | 240 | 40 |
| Sensibilidad alta | Hasta 30 mA inclusive | 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 disparo 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 las $I_{\Delta n}$ 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 lo hacen las normas internacionales IEC.

Cuando el establecimiento compra en MT el 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

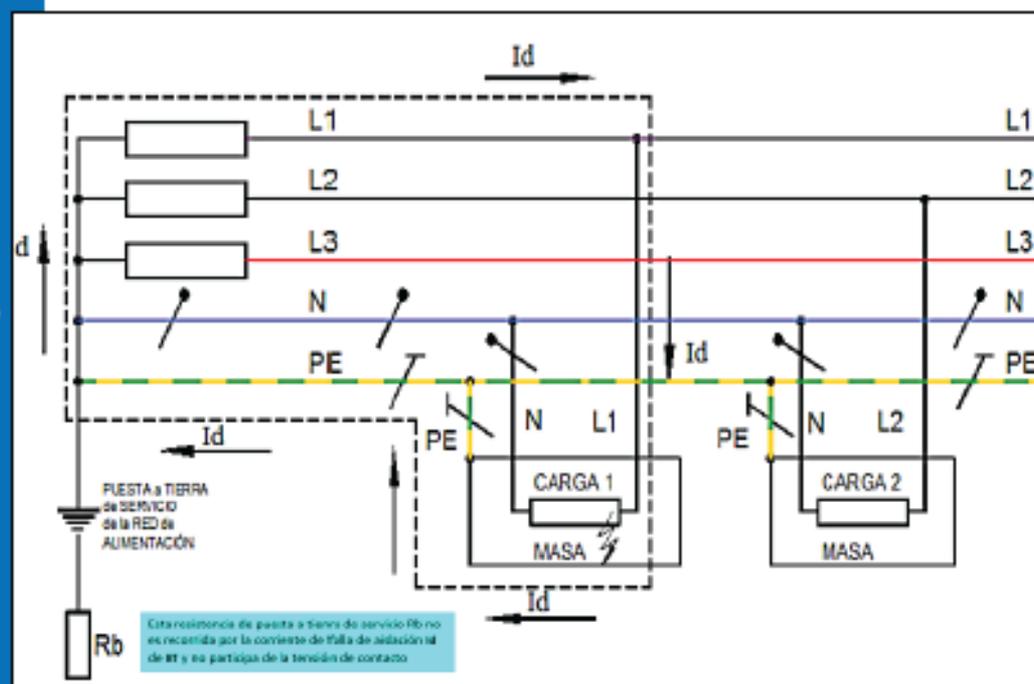


técnico pudiendo en ese caso adoptar el ECT TT ; TN-S o el IT.
El ECT TN-C está prohibido en las instalaciones en inmuebles salvo en situaciones excepcionales. (ver excepciones en AEA 90364-3, cláusula 312.2.1.1).

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 tiende 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





En el ECT TN-S de la figura el único electrodo de puesta a tierra 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 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 (todos 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 actúen dentro de los tiempos indicados en la Tabla 41.3, o 771.18.I de la RAEA y en los dos párrafos a) y b) que siguen a la tabla.

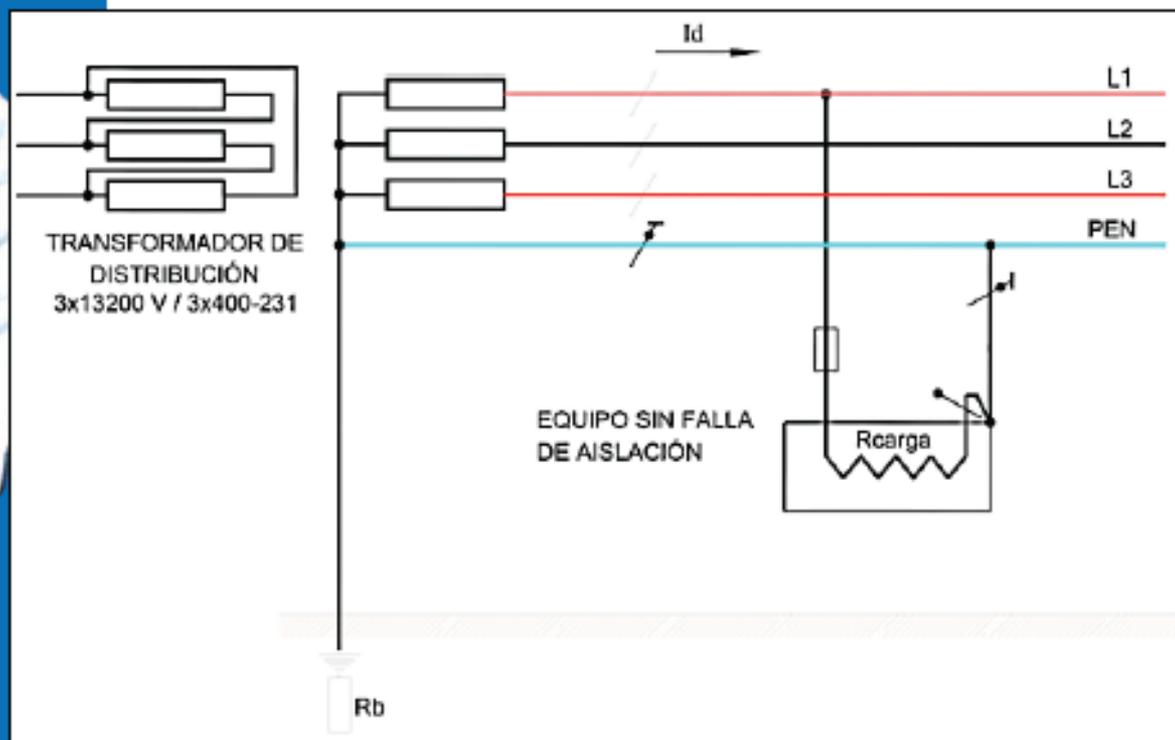
En el ECT TN-S la tensión de contacto presunta que aparecería sobre la masa sería del orden de los 100 a 110 V.

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 las 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.

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).

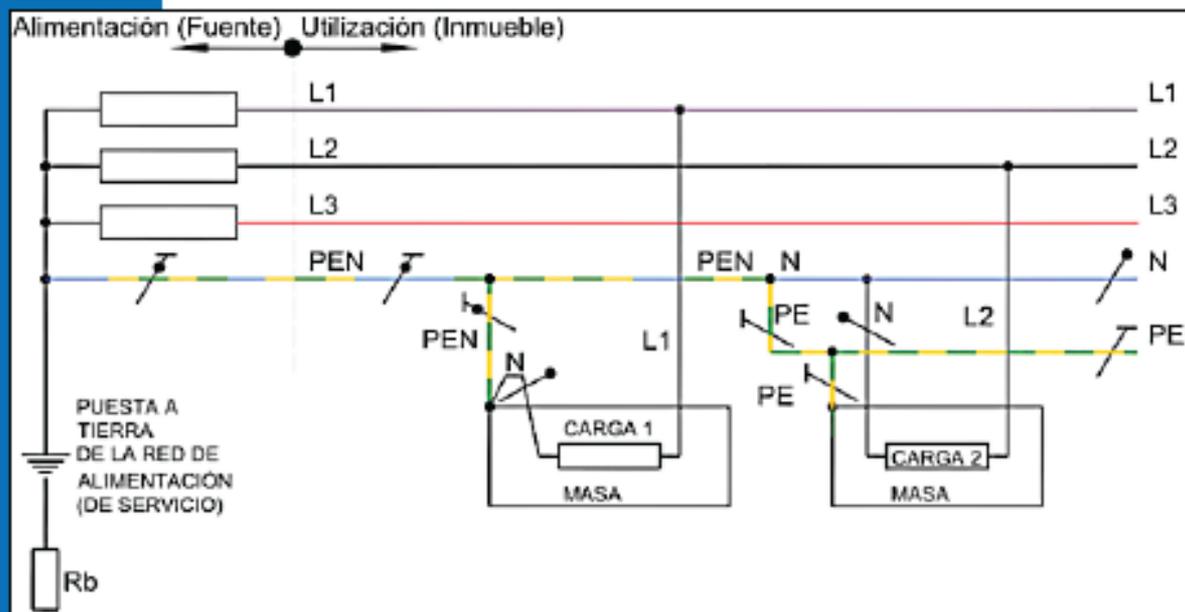
TN-C-S: Cuando se habla del ECT TN-C-S se está indicando que, hasta un punto de la instalación, las funciones de neutro N y de protección PE se Combinan en un solo conductor (PEN), puesto a tierra en la alimentación (actuando esa parte de la instalación como TN-C) y que aguas abajo de ese punto, dicho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



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 (aguas abajo) es de cinco conductores.

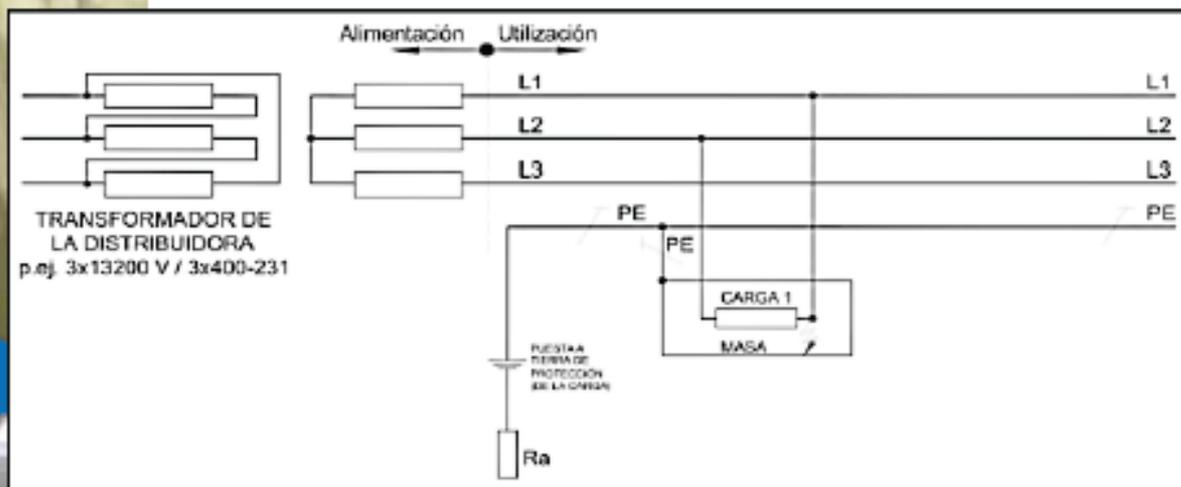
El esquema TN-C-S, está prohibido para las instalaciones internas de los inmuebles, con la excepción que se indica AEA 90364-3, cláusula 312.2.1.1.

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 en inglés) de tierra, primera letra I. La segunda letra, que es 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.

ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA IT



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 PaT, (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 la cual la sección del conductor de protección PE o del conductor de tierra pueden seleccionarse en función de la sección del conductor de línea.



aislado con color verde-amarillo en toda la instalación, con la excepción del caso en que se emplee en bandeja portacables, 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 U_t (tensión de contacto presunta)=24 V en Ca y una tensión de fase $U_o= 220$ 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)

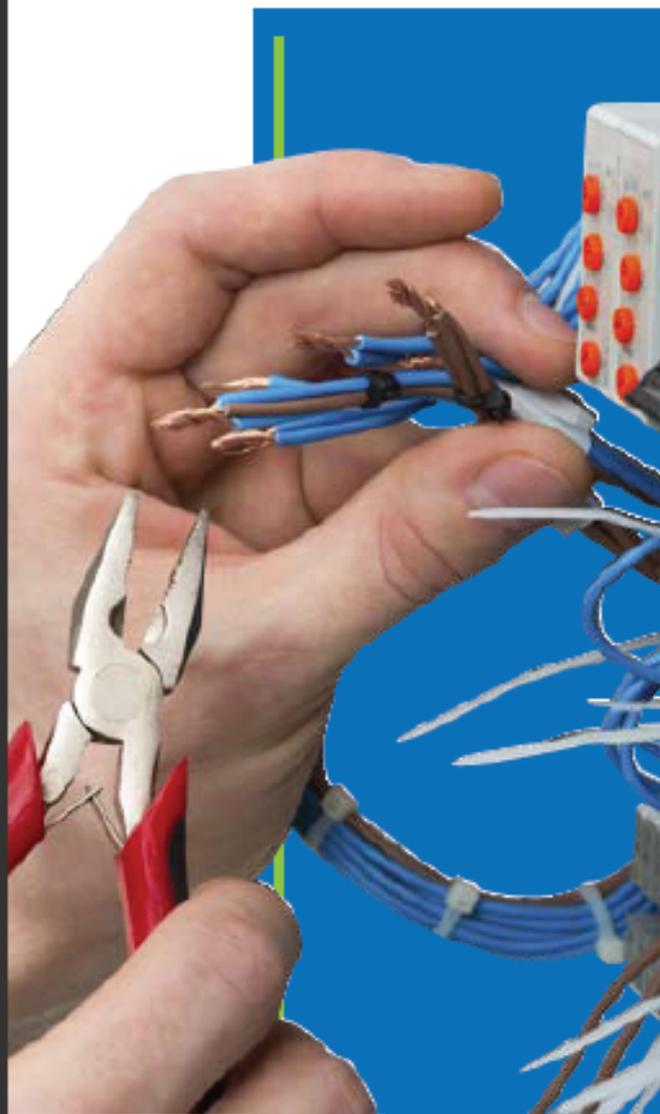
Tabla 41.3 o 771.18.I de la RAEA-Tiempos máximos de desconexión para la protección contra contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación en circuitos terminales para $U_t = 24$ V

| Esquema | $50 V < U_o \leq 120 V$ | | $120 V < U_o \leq 230 V$ | | $230 V < U_o \leq 400 V$ | |
|---------|-------------------------|----|--------------------------|-------|--------------------------|--------|
| | 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 | 0,02 s |
| IT | Ver 413.1.5 | | | | | |

U_o 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 considera el tiempo de apertura a $I_{\Delta n}$ sino a $5I_{\Delta n}$



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 $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$.

Esta medida obligatoria complementa las medidas básicas de protección contra los contactos directos (aislación, envoltentes 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).



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 UL como “el Valor máximo de la tensión de contacto presunta U_t 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, 617/97 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 con la que 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 atiendan artefactos de iluminación y tomacorrientes de hasta 32 A, se debe emplear un interruptor diferencial de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$

Los interruptores diferenciales de cualquier $I_{\Delta n}$ 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 $1xI_{\Delta n}$ aplicada súbitamente el ID debe disparar en como máximo 300 ms.



- que con una corriente diferencial igual a $2xI\Delta n$ aplicada súbitamente el ID debe disparar en como máximo 150 ms,
- que con una corriente diferencial igual a $5xI\Delta n$ 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 $I\Delta n$ comprendida entre $0,5xI\Delta n$ y $1xI\Delta n$ y que el tiempo de actuación esté dentro de los 300 ms.

Continuidad de las masas

Se debe comprobar que cada 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 tinglados parabólicos, armaduras de hormigón armado, etc.) estén conectadas a la puesta a tierra de la instalación (a la puesta a tierra R_a de protección en el ECT TT, y al borne Neutro de la instalación puesto a tierra en el ECT TN-S). Además se debe verificar que el borne de tierra de todos y c/u de los tomacorrientes esté conectado 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 mA 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 jabalina 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.



La Toma de tierra independiente se define en IEC 60050 "International Electrotechnical Vocabulary" o sea el Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI) en 195-02-02 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 IRAM 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

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

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



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 las normas 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 RPaT 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 al costo de PERDER EQUIPOTENCIALIDAD.

En todas las instalaciones donde exista un sistema de protección contra descargas atmosféricas o en las zonas donde exista un nivel cerámico 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 771.19.iii – 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 barra de



neutro del tablero principal esté realmente conectada con el neutro. Esa verificación será tanto para el TT como para el TN-S. 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 no 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 RPaT 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 cual 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.



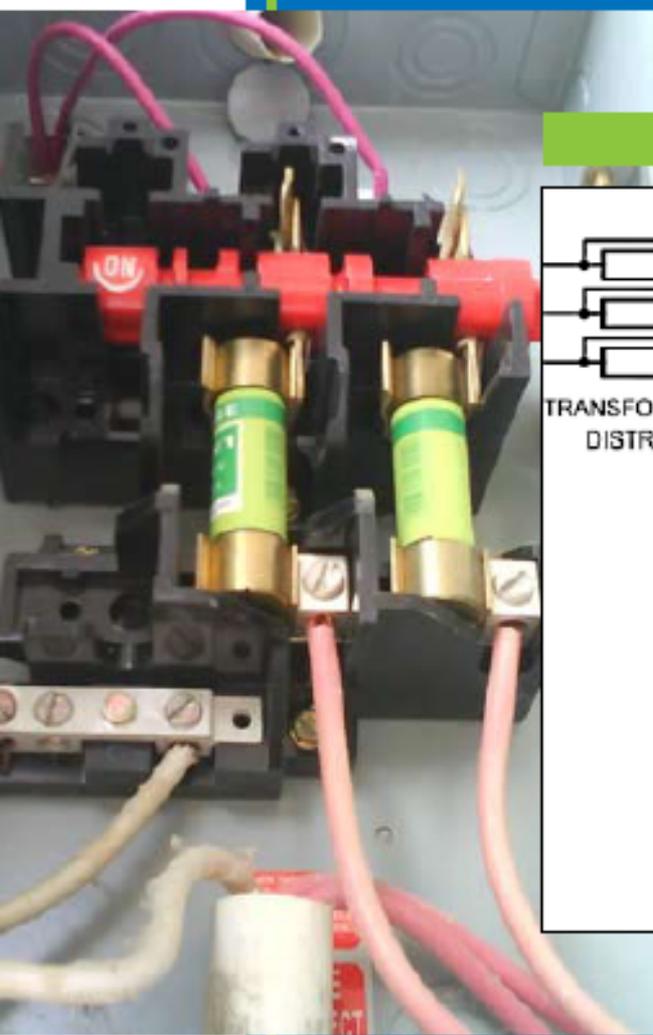
- Si la protección contra los contactos indirectos se realiza mediante interruptores automáticos que cumplen con IEC 60947-2 y no por protecciones diferenciales, se deberá verificar por medición o por cálculo la corriente de falla entre el conductor de línea y el PE en cada masa que se pretende proteger. Para validar el funcionamiento de la protección ese valor debe ser un 20 % 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 (5xIn en un PIA B; 10xIn en un PIA C y 20xIn 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 las corrientes de falla medidas o calculadas logran fundir los respectivos fusibles en como máximo 5 segundos para lo cual se deberán 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 R_a que en cambio sí existe en el TT. Por esta razón en el TN-S no hay ninguna resistencia de puesta a tierra que forme parte del circuito de falla y que haya que medir con ese objetivo.

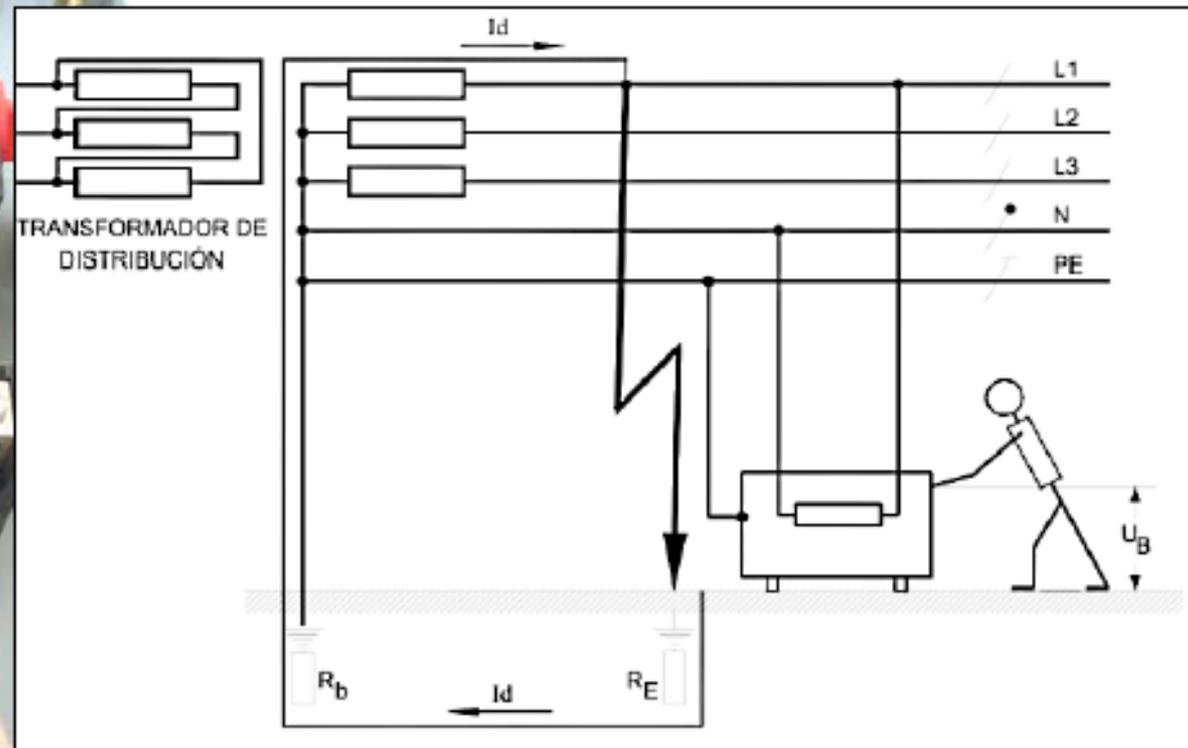
En el lado de BT del ECT TN-S el único sistema de puesta a tierra que existe es el que pone a tierra al centro de estrella del transformador o punto neutro, electrodo llamado de puesta a tierra de servicio, por el cual no circula la corriente de defecto I_d provocada por una falla de aislación en la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

Sin embargo por ese electrodo con R_{pat} R_b 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).



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 R_b un valor menor o igual a 2Ω , y si fuera posible menor o igual a 1Ω .

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.

Bibliografía

1. Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inm
2. Normas IEC 61008; IEC61557-4; IEC 61557-6 ; IEC 60050; IEC 62301
60898.

Organismos de Consulta

ASOCIACION ELECTROTÉCNICA ARGENTINA.

Se agradece la colaboración de:

- Ing. Carlos Alberto Galizia. Consultor AEA
- Ing. Pedro G. Rosenfeld. Presidente AEA
- Ing. Ernesto O. Vignaroli. Vicepresidente primero AEA
- Ing. Carlos M. Manili. Vicepresidente segundo AEA
- Ing. Carlos Garcia del Corro. Gerente Técnico AEA



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 2º 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**

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

¿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

¿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 chasis a la canilla le dábamos tierra y eso nos salvaba.

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

¿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”

<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 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 f) 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

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.

ANEXO 1

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS

| | |
|-------------------|---------------|
| (1) Razón Social: | |
| (2) Dirección: | |
| (3) Localidad: | |
| (4) Provincia: | |
| (5) CP: | (6) C.U.I.T.: |



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

| Datos para medición | | |
|--|----------------------|-------------------------|
| (7) Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado: | | |
| (8) Fecha de Calibración del Instrumental utilizado: | | |
| (9) Fecha de la medición: | (10) Hora de inicio: | (11) Hora finalización: |
| (12) Metodología utilizada | | |

| |
|---------------------|
| (13) Observaciones: |
|---------------------|

| Documentación que se Adjuntara a la Medición |
|---|
| (14) Certificado de Calibración. |
| (15) Plano o croquis. |



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.



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

- 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).



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.



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

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

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.

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

“PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA”

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS

(1) Razón Social:

(2) Dirección:

(3) Localidad:

(4) Provincia:

(5) CP:

(6) C.U.I.T.:

Datos para medición

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

(8) Fecha de Calibración del Instrumental utilizado:

(9) Fecha de la medición:

(10) Hora de inicio:

(11) Hora finalización:

(12) Metodología utilizada

(12) Metodología utilizada

(13) Observaciones:

Documentación que se Adjuntara a la Medición

(14) Certificado de Calibración.

(15) Plano o croquis.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

(16) Razón Social:

(18) Dirección:

(19)

(22)

Número de toma
de tierra

(23)

Sector

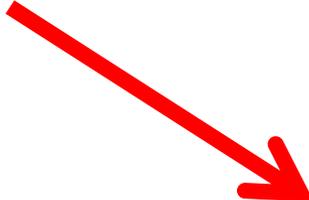
(24)

Descripción de la condición del terreno al
momento de la medición
Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso / Lluvias
recientes / Arenoso seco o húmedo / Otro

CIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE L

| | |
|----------------|----------|
| (9) Localidad: | (20) CP: |
|----------------|----------|

Datos de la Medición

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| (25) | (26) | Medición |
| <p>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.</p>   | <p>Esquema de conexión a tierra utilizado: TT / TN-S/ TN-C / TN-C-S / IT</p>   | (27) Valor obtenido medición en ohm (|

Medición de la puesta a tierra

Continuidad de las masas

(27) (28)
Valor obtenido en la medición expresado en ohm (Ω)

cumple
SI / NO

(29) (30)
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

| | | | |
|---|---|--|---|
| | | | |
| <p>(30)</p> <p>El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente / NO</p> | <p>(31)</p> <p>Continuidad de las masas</p> <p>El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada SI / NO</p> | <p>(32)</p> <p>Para la protección contra contactos indirectos se utiliza: dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusible (Fus).</p> | <p>(32)</p> <p>El c empl e alin prote</p> |
| | | | |



| | | |
|--|--|--|
| (31) | | (32) |
| sta a dad de ir la una ada | 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
momento de la medición
Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso /
recientes / Arenoso seco o húmedo

(33) Información adicional:

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS

| | | | |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| ⁽³⁴⁾ Razón Social: | ⁽³⁵⁾ C.U.I.T.: | | |
| ⁽³⁶⁾ Dirección: | ⁽³⁷⁾ Localidad: | ⁽³⁸⁾ CP: | ⁽³⁹⁾ Provincia: |

Análisis de los Datos y Mejoras a Realizar

| ⁽⁴⁰⁾ Conclusiones. | ⁽⁴¹⁾ Recomendaciones para la adecuación a la legislación vigente. |
|-------------------------------|--|
| | |



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
EFFECTOS 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:

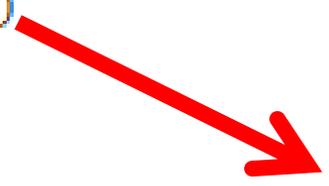
Toma de Tierra del neutro de Transformador / Toma de Tierra de Seguridad de las Masas / De Protección / De protección de equipos electrónicos / De informática / De iluminación / De Pararrayos / Otros

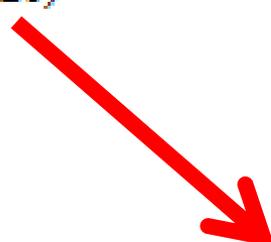
OTRA DE LAS PRIMERAS
PREGUNTAS QUE SE HACE ES

¿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
(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

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 ”?

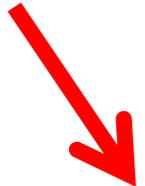
“Cumple (SI/NO)”.

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 | | Conti |
| <p>nexión a do: -C / TN-</p> | <p>(27)</p>  <p>Valor obtenido en la medición expresado en ohm (Ω)</p> | <p>(28)</p>  <p>cumple SI / NO</p> | <p>(29)</p> <p>El circuito d puesta a tierra es continuo permanente SI / NO</p> |

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)”

| | | | |
|---------|---|--|--|
| ra | Continuidad de las masas | | (31) |
| e D) | <p>(29) </p> <p>El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente</p> <p>SI / NO</p> | <p>(30) </p> <p>El circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada</p> <p>SI / NO</p> | Para l contacto disposit interrup |

Conductores de protección

TABLA 54.3 Sección mínima de los conductores de protección

| Sección de los conductores de línea de la instalación (mm ²) | S mínima del conductor de protección en mm ² | |
|--|--|--|
| | Si el PE es del mismo material que el conductor de línea | Si (k ₂) del PE no es del mismo material (k ₁) que el conductor de línea |
| $S \leq 16$ | S | $S \times k_1 / k_2$ |
| $16 < S \leq 35$ | 16 | $16 \times k_1 / k_2$ |
| $S > 35$ | $S/2$ | $S/2 \times k_1 / k_2$ |

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)



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?

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 R_{pat} 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?

Las alimentaciones
¿tienen algún punto
puesto a tierra?

En general
SÍ

las masas de la
instalación
consumidora
¿están a tierra?

En general
SÍ

Según como se vinculan estas masas

con la red de alimentación se definen los
esquemas de conexión a tierra (ECT)

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

ENTREGA EN **BT**, A PARTIR de un

TRANSFORMADOR DE LA DISTRIBUIDORA que

RECIBE EN MT (3×13200 V Y a veces 3×33000 V) en el PRIMARIO, CONECTADO

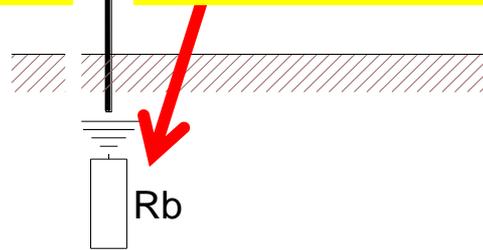
En Δ con 3 CONDUCTORES (SIN CONDUCTOR NEUTRO) Y ENTREGA BT desde EL SECUNDARIO CONECTADO en ESTRELLA con 4 CONDUCTORES (3 de LÍNEA + 1 COMO NEUTRO) $3 \times 400/231$ ($3 \times 380/220$)

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
 3×13200 V / $3 \times 400/231$

El centro de estrella o punto Neutro del transformador

se conecta a tierra (¿y en otros países?)

Esta puesta a tierra (Rb) se llama pat de servicio)



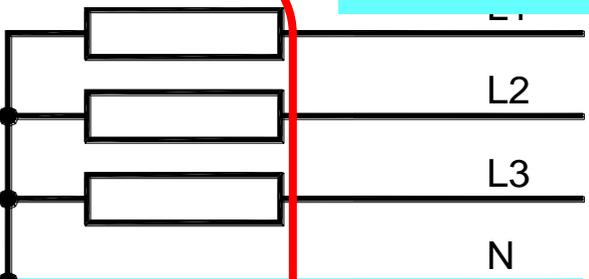
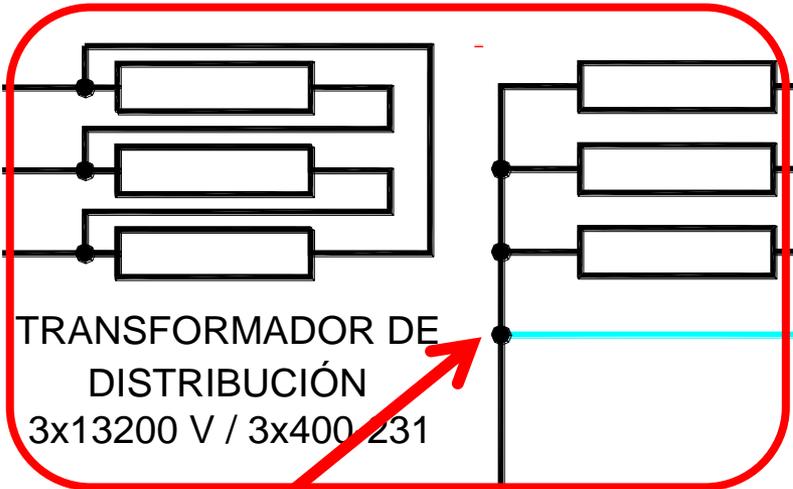
ENTREGA EN **MT**, A PARTIR DE

UNO O VARIOS
TRANSFORMADORES

DEL USUARIO que

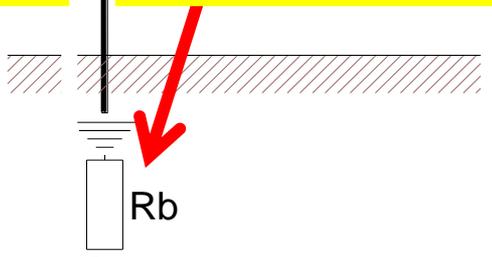
REDUCEN LOS 3x13200 V
(a veces 3x33000 V) DEL
PRIMARIO

A BT EN EL SECUNDARIO
CONECTADO EN GENERAL
en ESTRELLA con 4
CONDUCTORES (3 de LÍNEA
+ 1 COMO NEUTRO)
3x400/231 (3x380/220)



El centro de
estrella o pun-
to Neutro del
transformador

se conecta a
tierra
prácticamente
siempre



Esta puesta a tierra (Rb)
se llama pat de servicio)



ESQUEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA (ECT)

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**

LOS ESQUEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA (ECT)

SON BÁSICAMENTE TRES

ESQUEMA TT

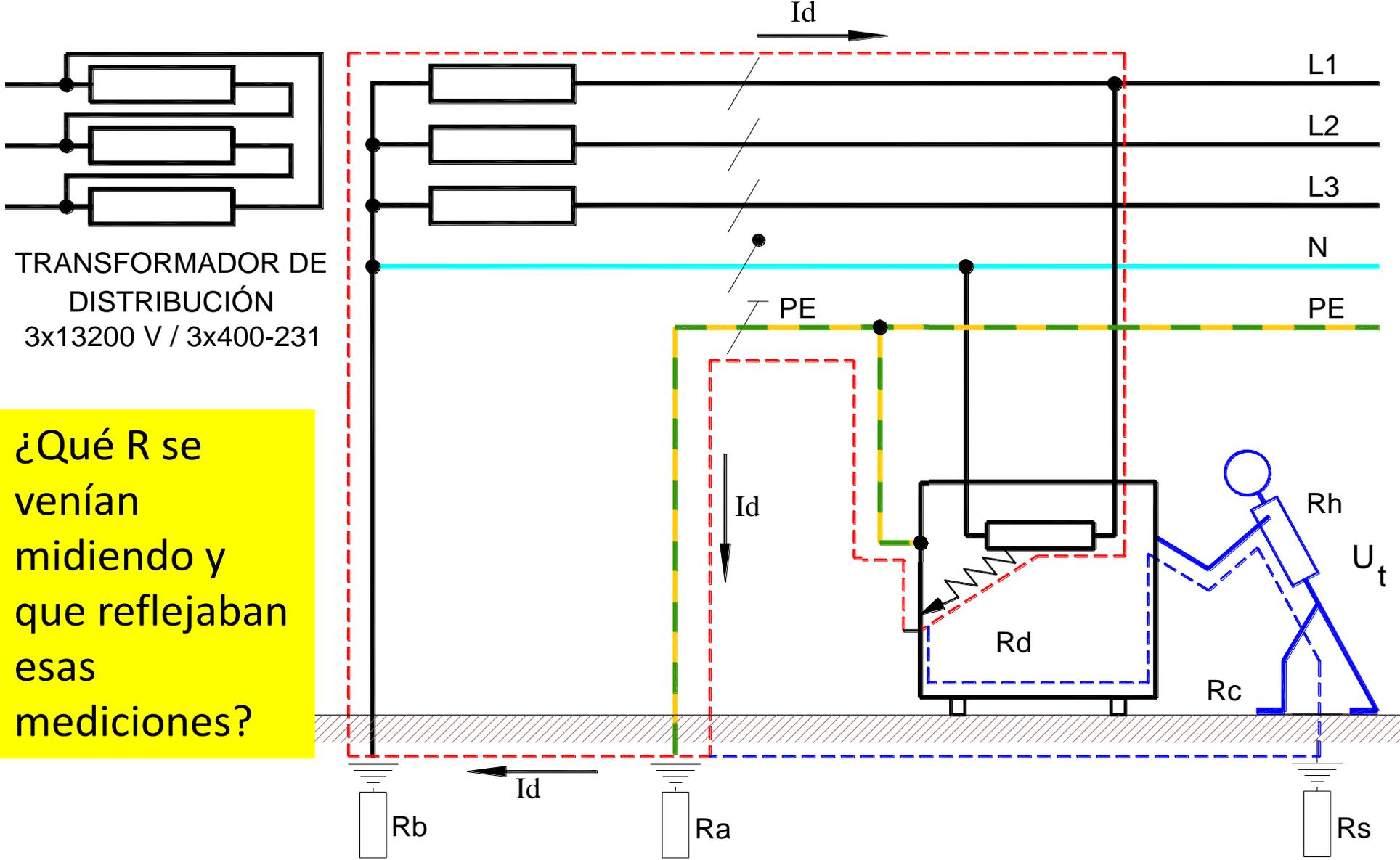
ESQUEMA TN (Con 3 variantes),

ESQUEMA IT (Con variantes),

EL CONOCIMIENTO DEL *ECT EMPLEADO*

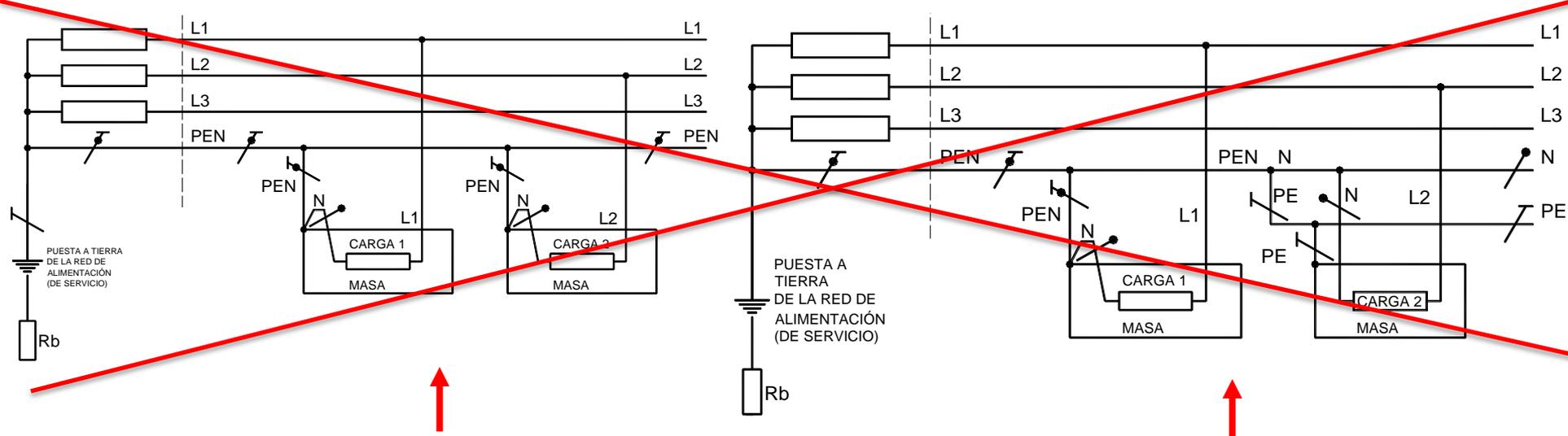
NOS PERMITE DETERMINAR

- 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



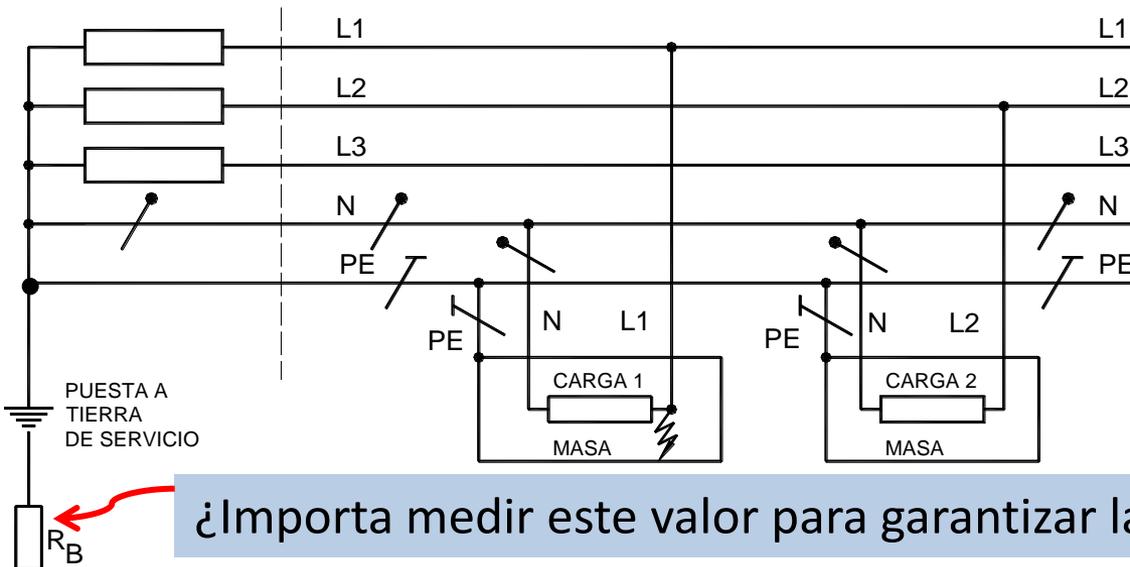
ECT TT con circuito de falla

ECT TN (3 VARIANTES)



ESQUEMA TN-C

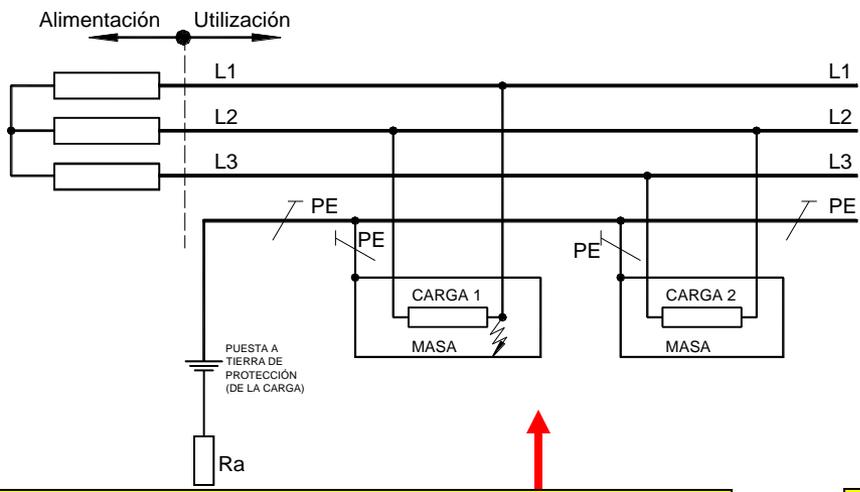
ESQUEMA TN-C-S



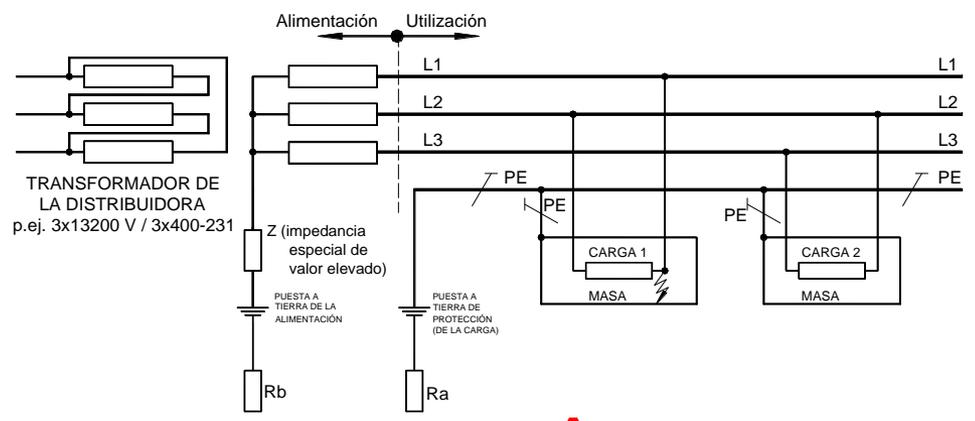
ESQUEMA TN-S

¿Importa medir este valor para garantizar la seguridad en BT?

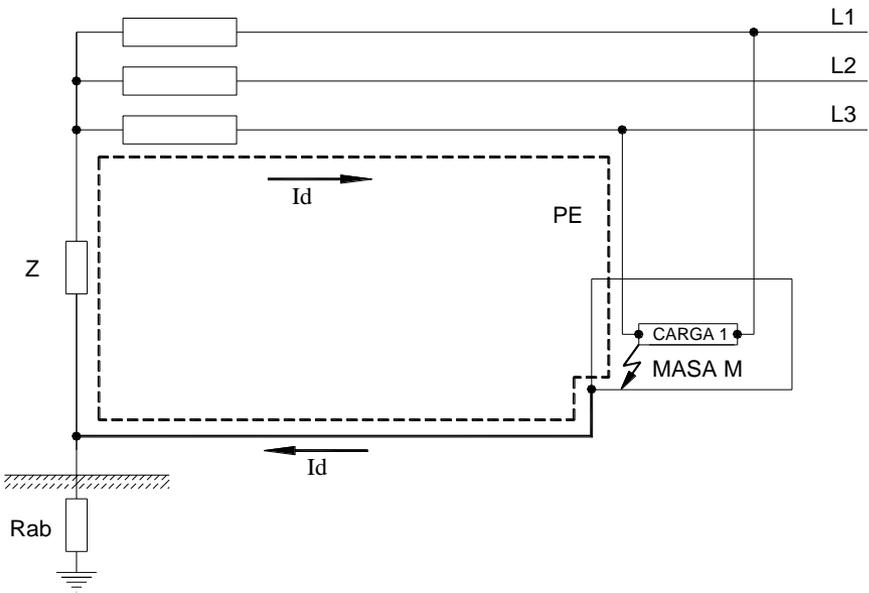
ECT IT (VARIANTES)



ESQUEMA IT (Puro)

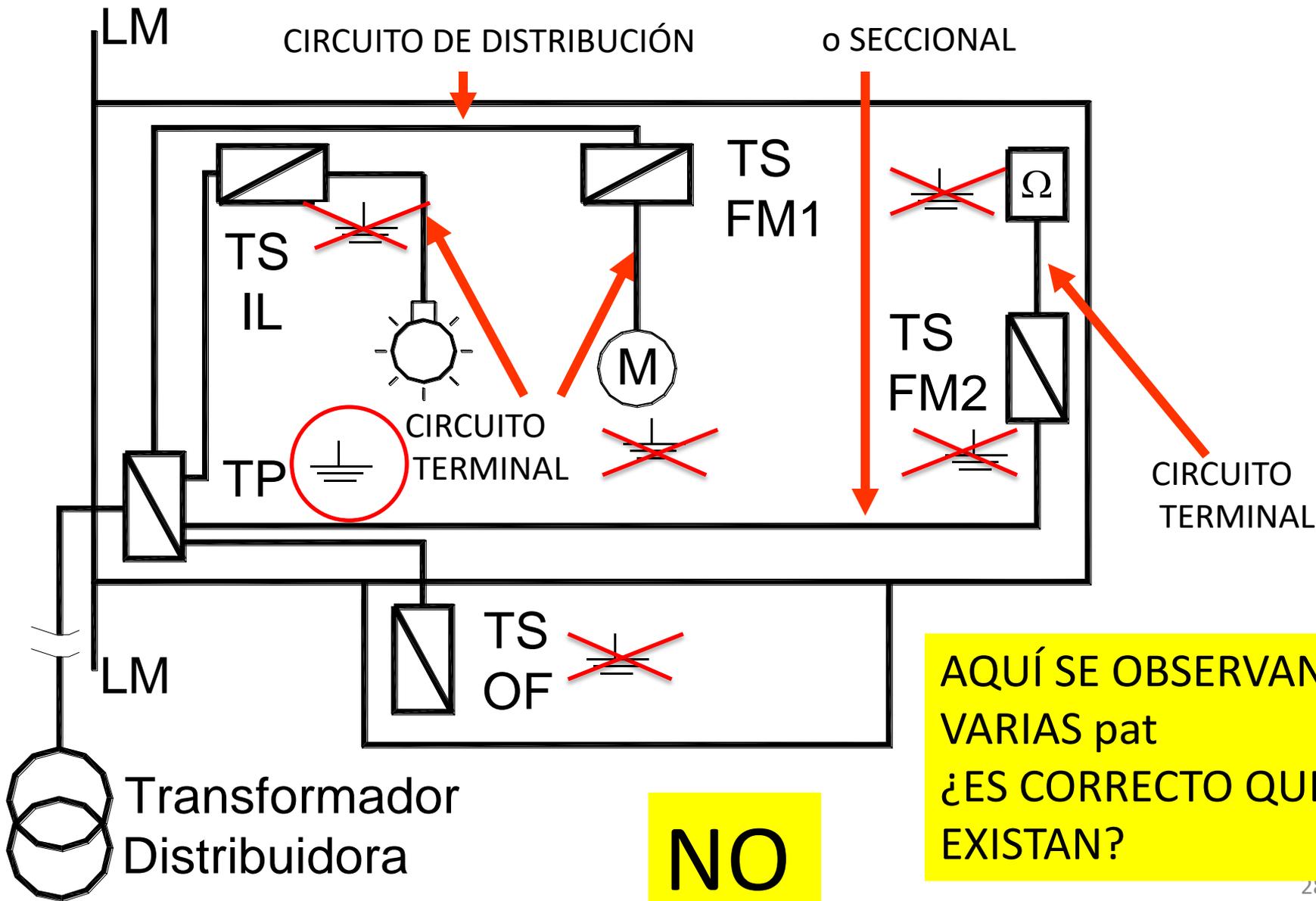


ESQUEMA IT (c/ Impedancia)



ESQUEMA IT
(tierra común para las masas de la instalación y para la red)

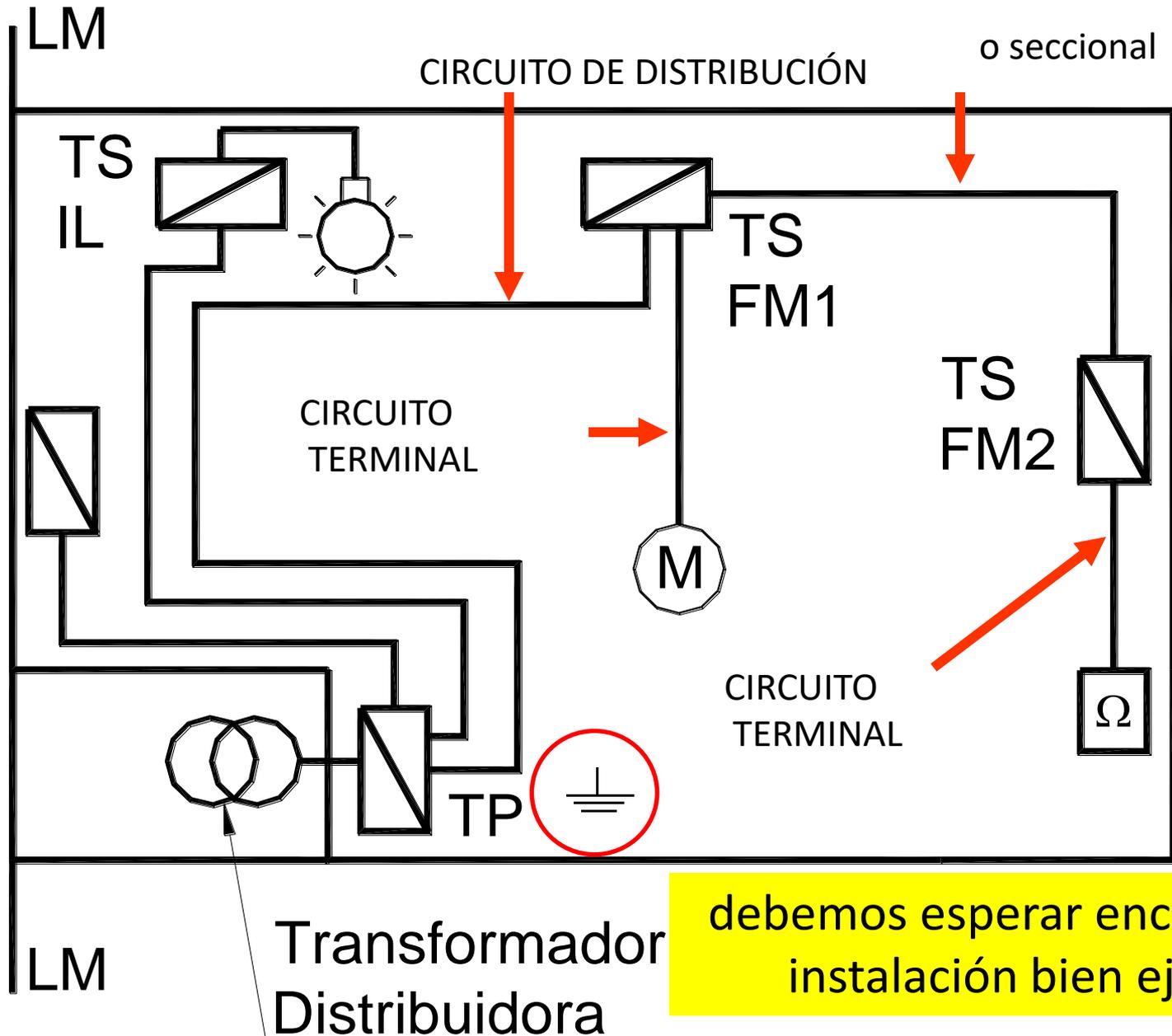
CIRCUITOS EN UN INMUEBLE INDUSTRIAL



AQUÍ SE OBSERVAN VARIAS pat ¿ES CORRECTO QUE EXISTAN?

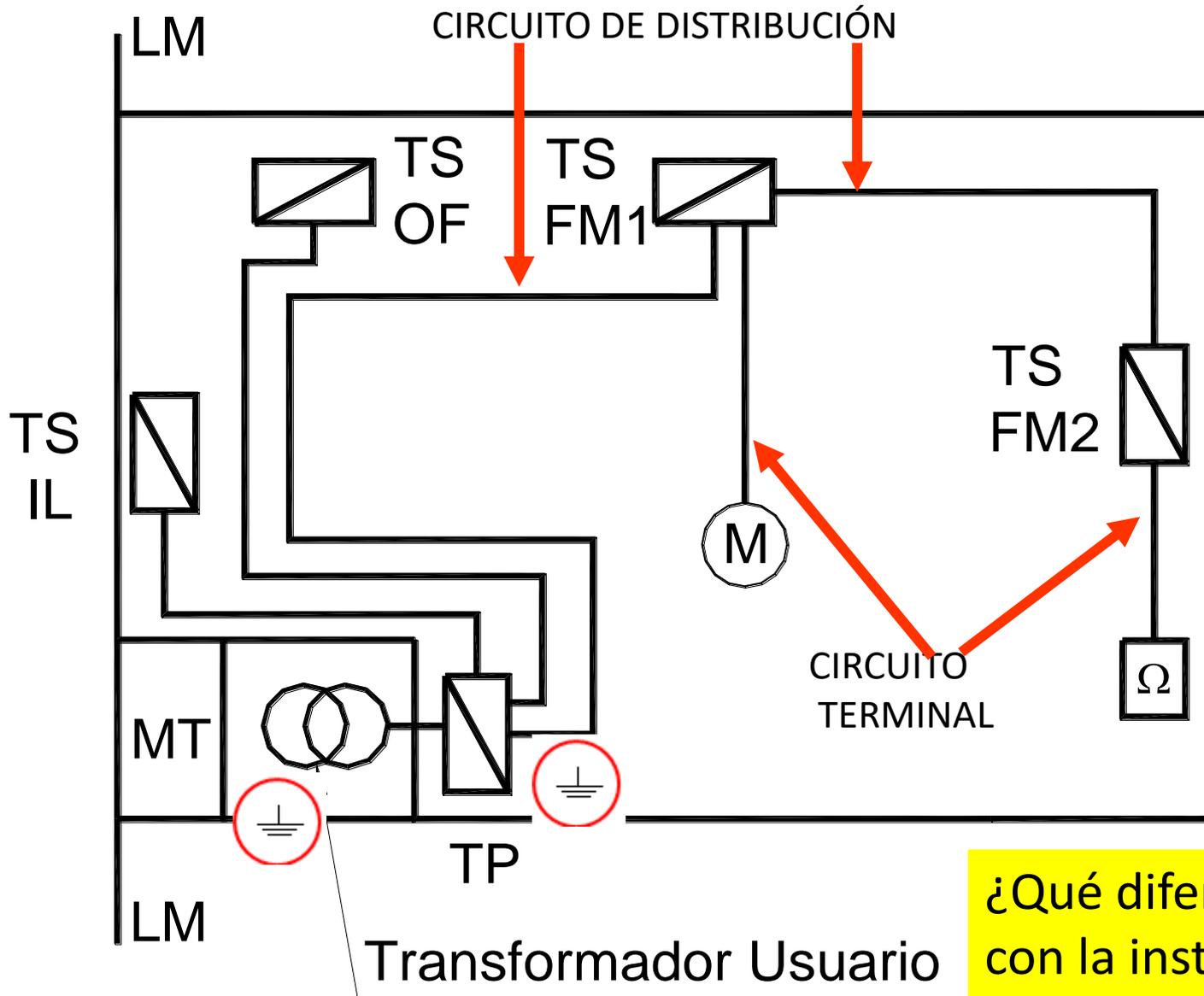
NO

CIRCUITOS EN UN INMUEBLE INDUSTRIAL



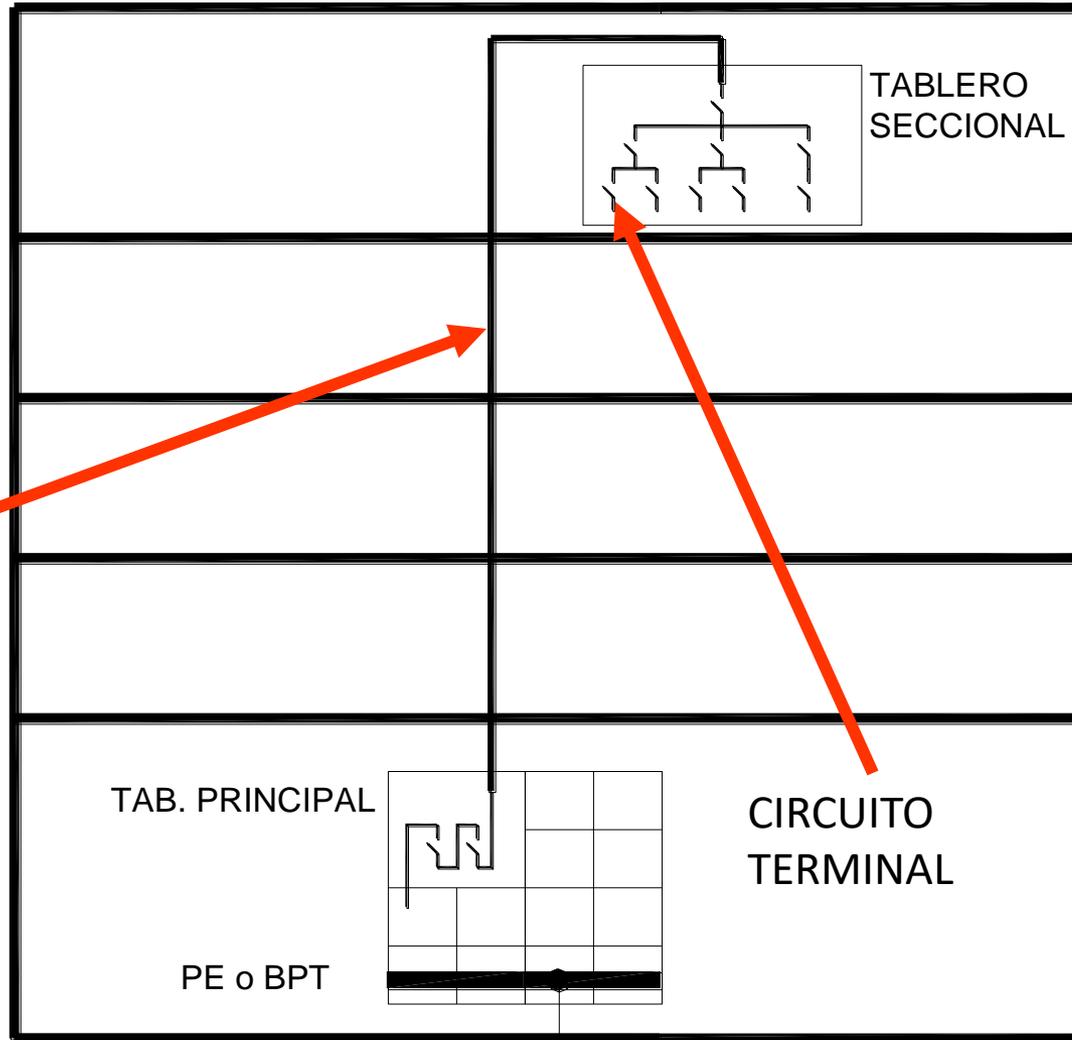
¿Cuántas pat
debemos esperar encontrar en una
instalación bien ejecutada?

EJEMPLO DE CIRCUITOS EN UN INMUEBLE INDUSTRIAL



¿Qué diferencia hay con la instalación anterior?

EJEMPLO DE CIRCUITOS EN UN INMUEBLE DE PROPIEDAD HORIZONTAL



¿Qué relación hay

entre esta Ra con Rb (pat del N)?

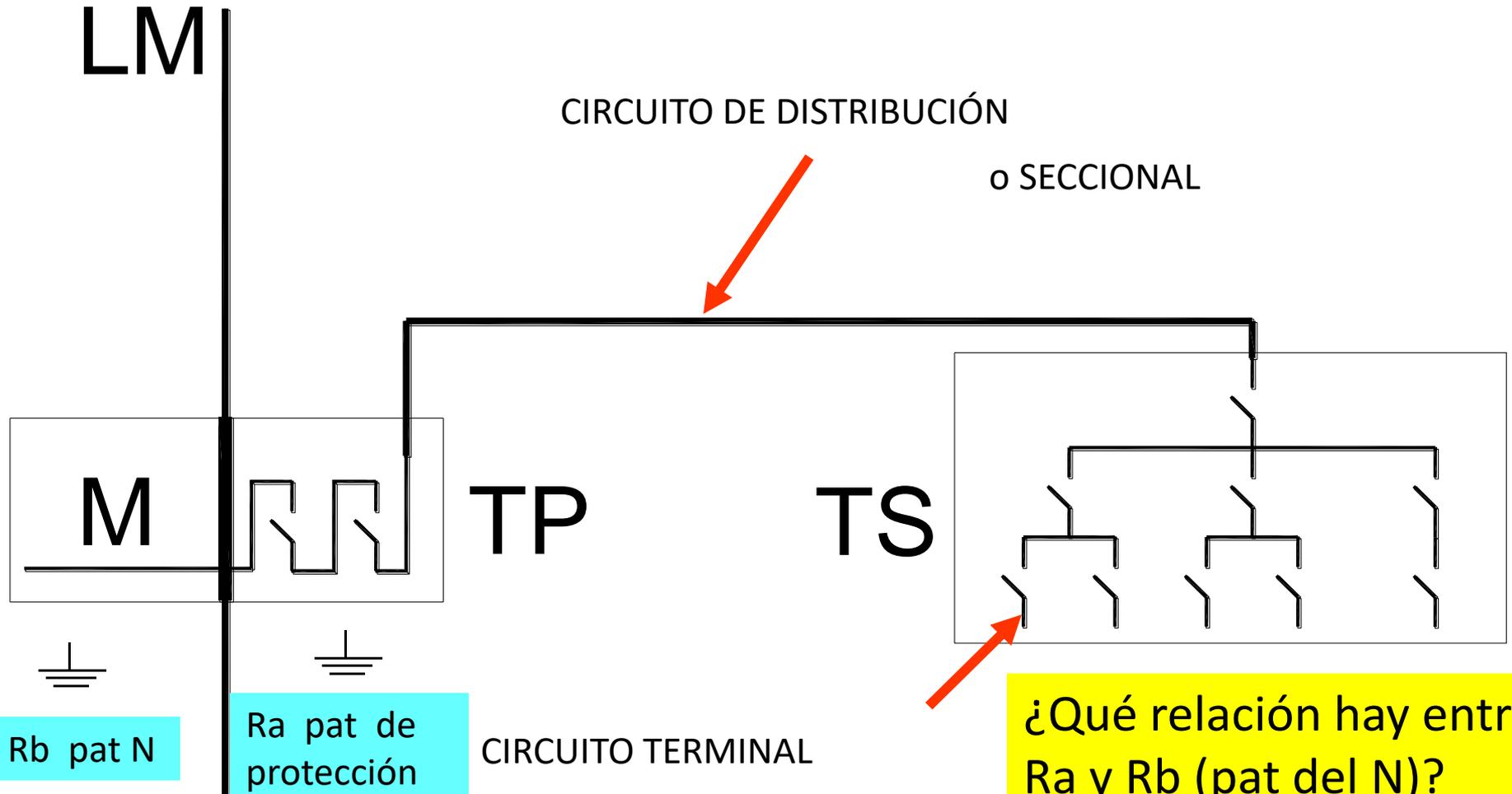
INMUEBLE EN PROPIEDAD HORIZONTAL


Rb pat N

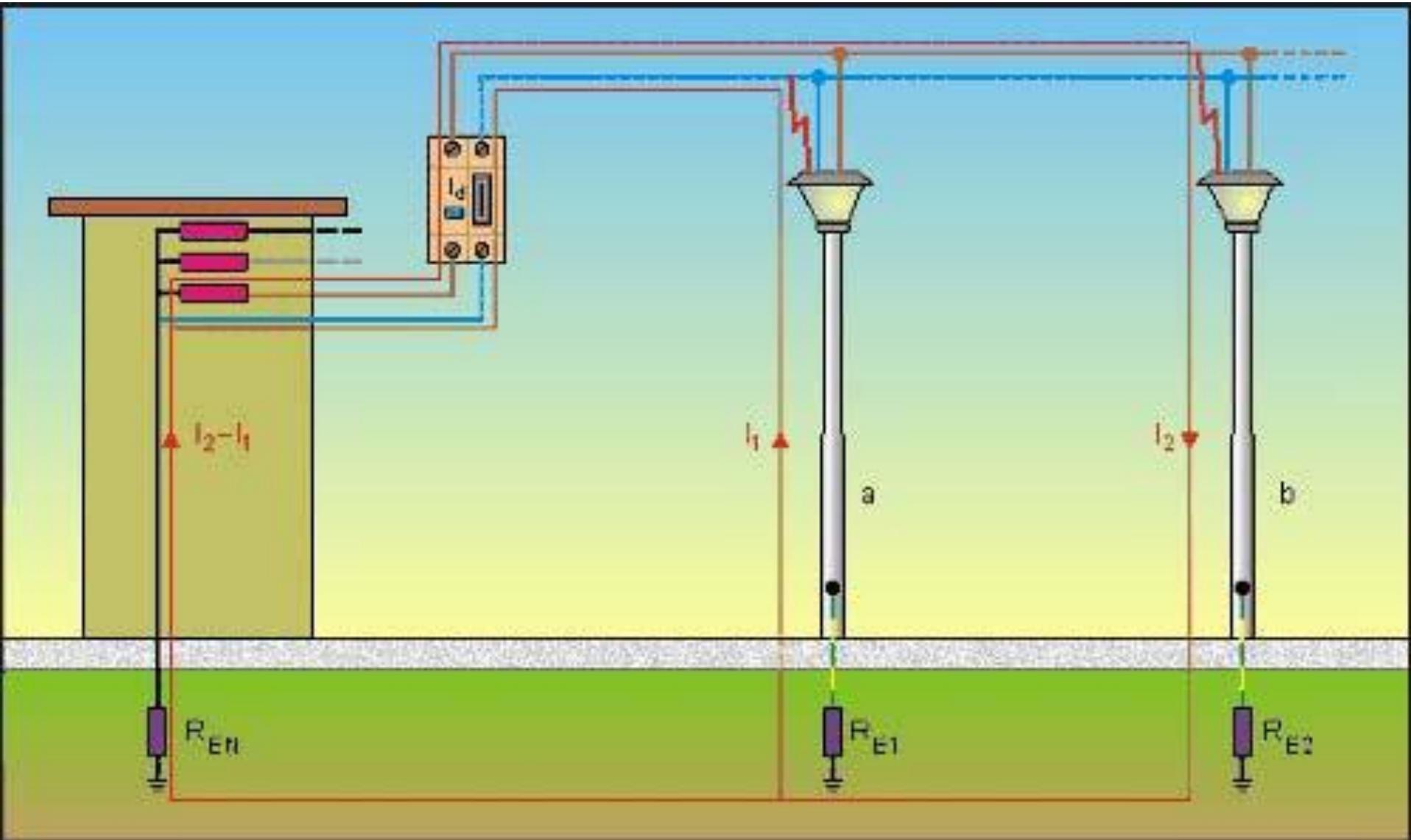

Ra pat de protección

CIRCUITOS EN UN INMUEBLE PARA VIVIENDA

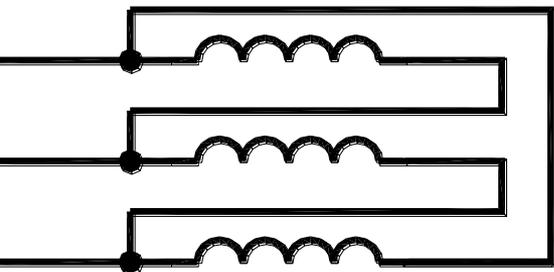
SITUACIÓN TÍPICA EN UNA VIVIENDA



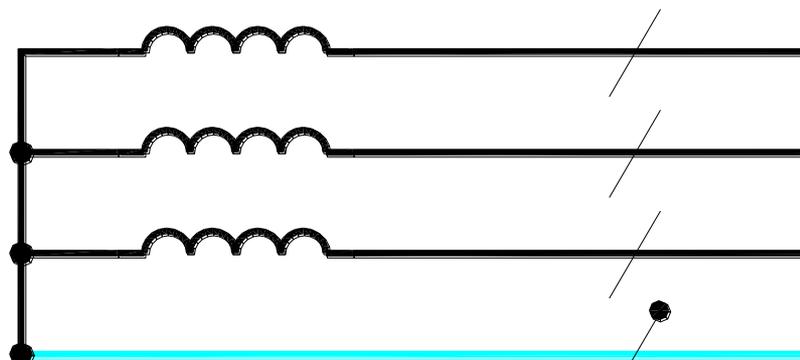
ILUMINACIÓN EXTERIOR



ECT TT



TRANSFORMADOR DE
DISTRIBUCIÓN
3x13200 V / 3x400-231



PE

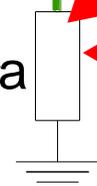
R_a: máximo
valor 40 Ω en
ECT TT con DD
de hasta 300
mA,

Puesta a
tierra de
servicio

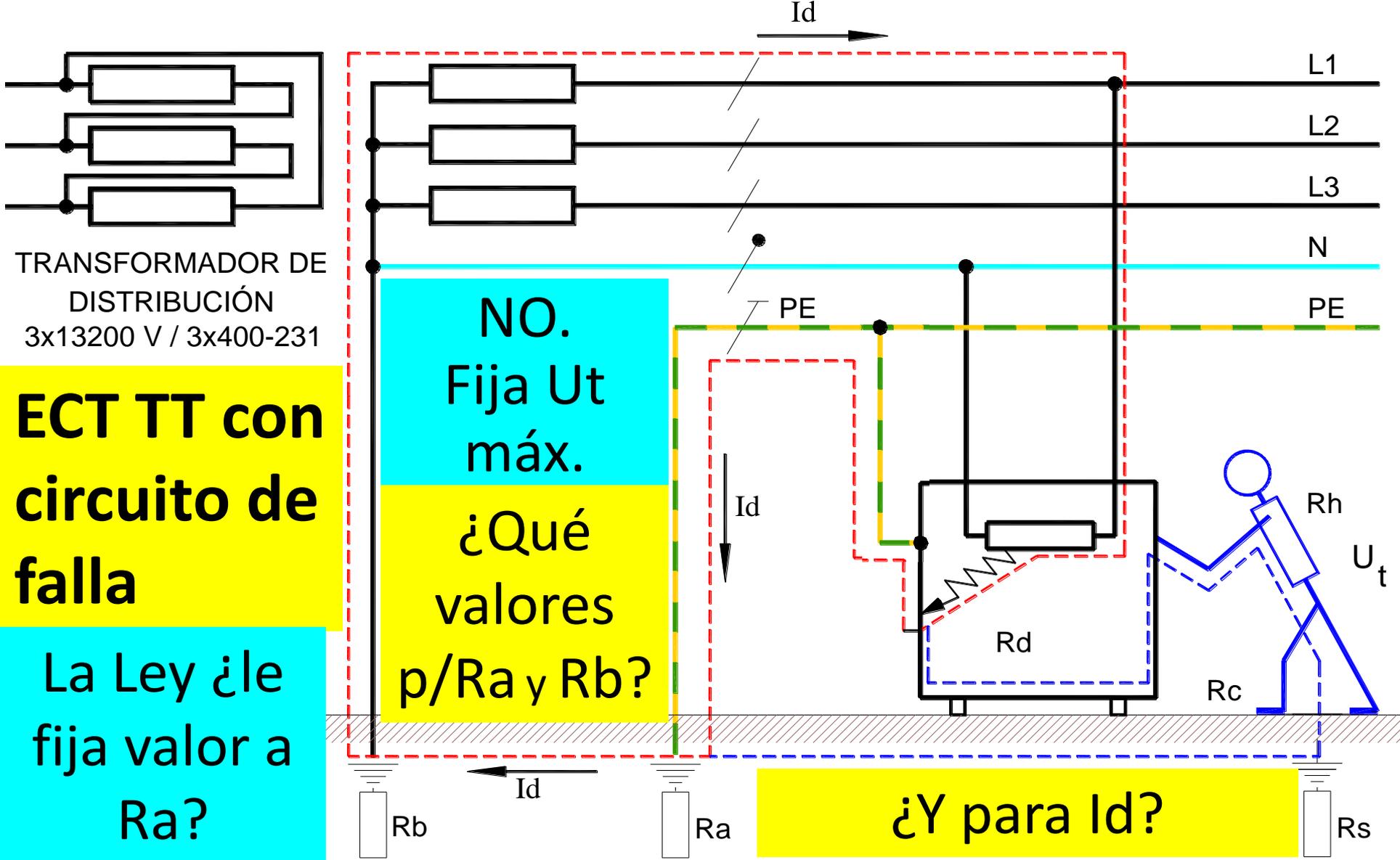
R_b



R_a



Puesta a
tierra de
protección

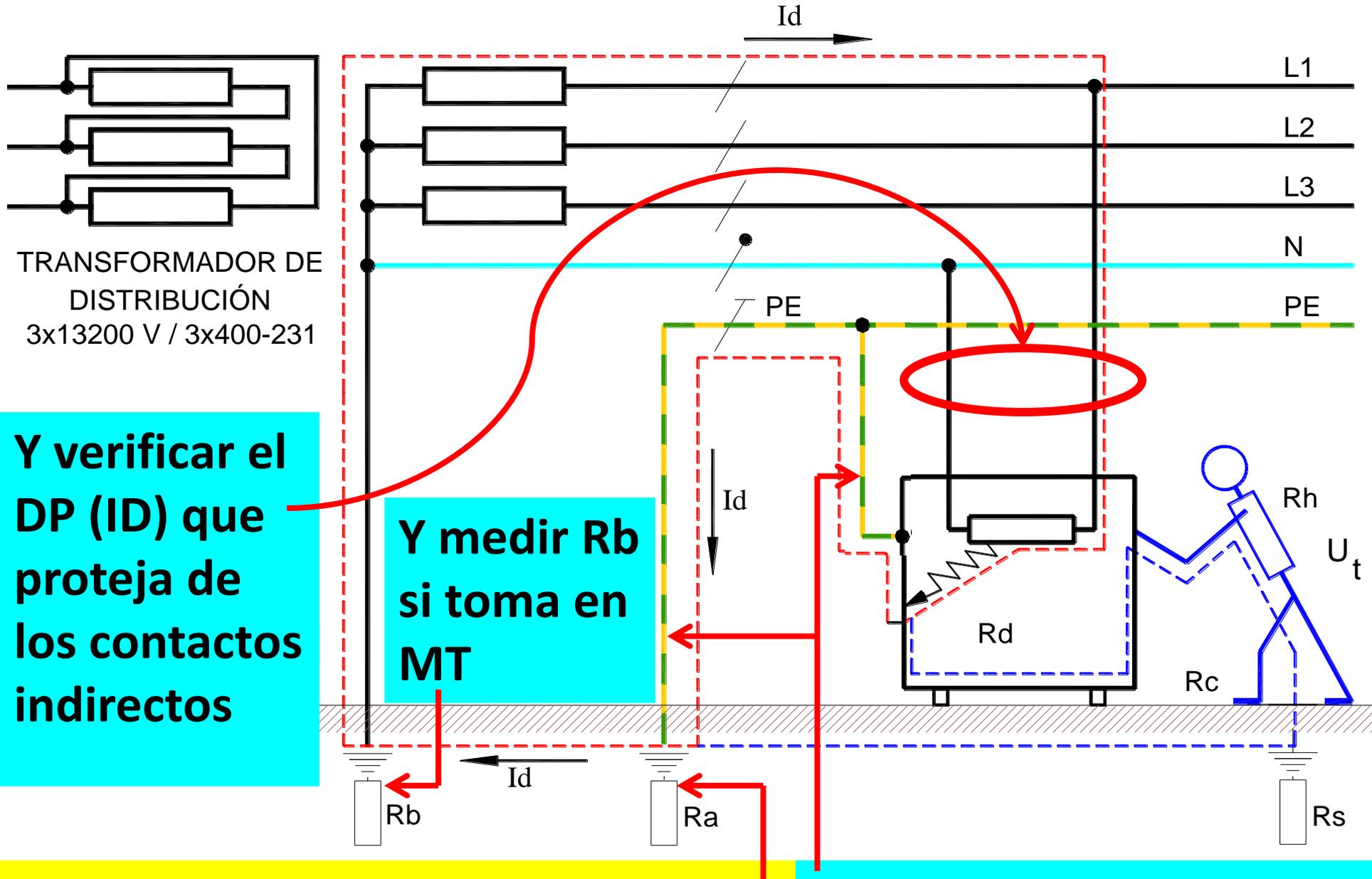


ECT TT con circuito de falla

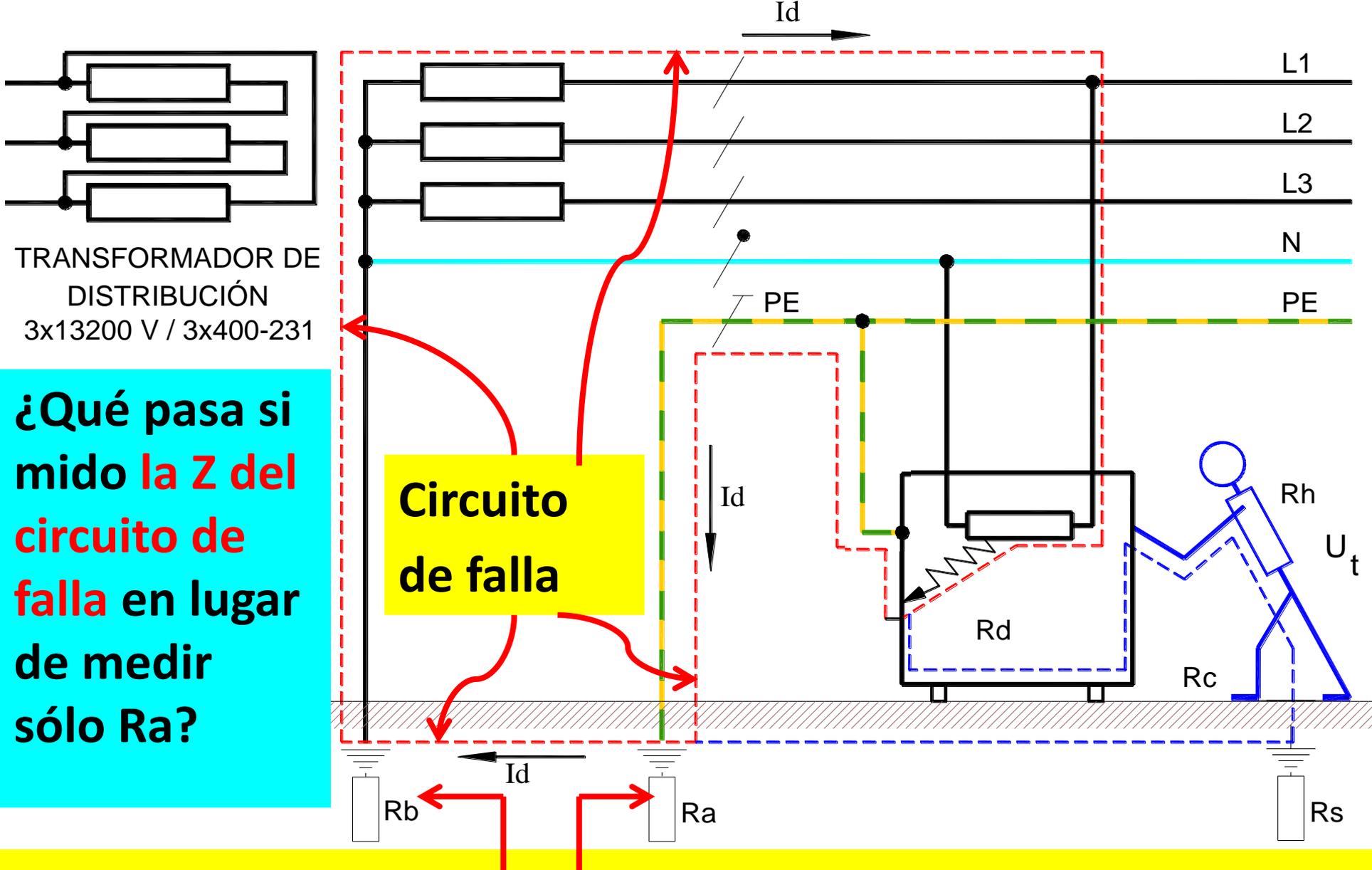
La Ley ¿le fija valor a R_a ?

ES OBLIGATORIO cuando se recibe en BT desde la red pública

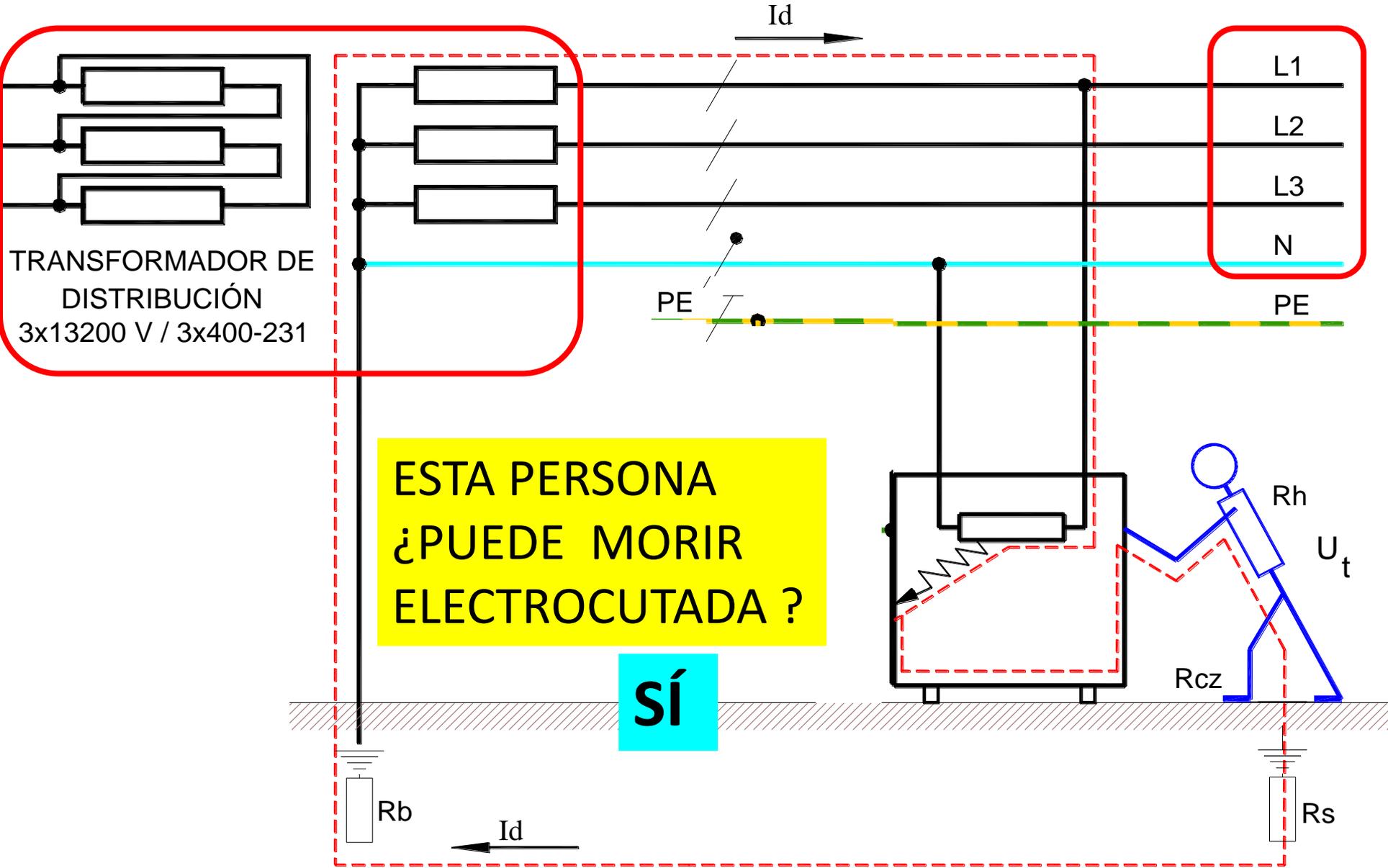
¿Y para U_t ? ¿24 VCA o 24 VCC?

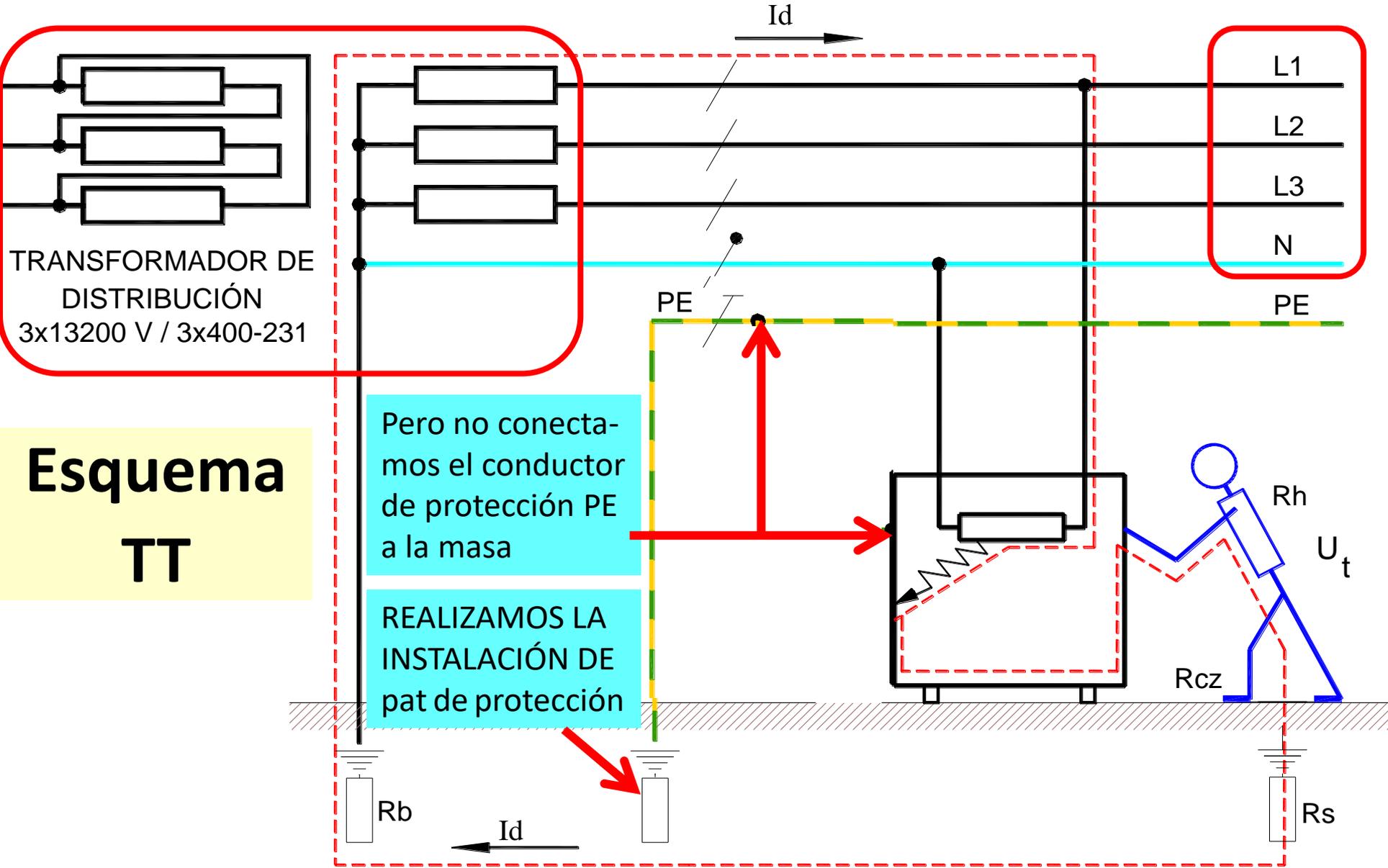


¿Qué pide el protocolo? Medir R_a , verificar continuidad de los diferentes conductores de protección y del de tierra



Mediré entre otras $R_b + R_a$. Si ese valor es menor o igual al máximo valor permitido para R_a cumplimos con el RAEA

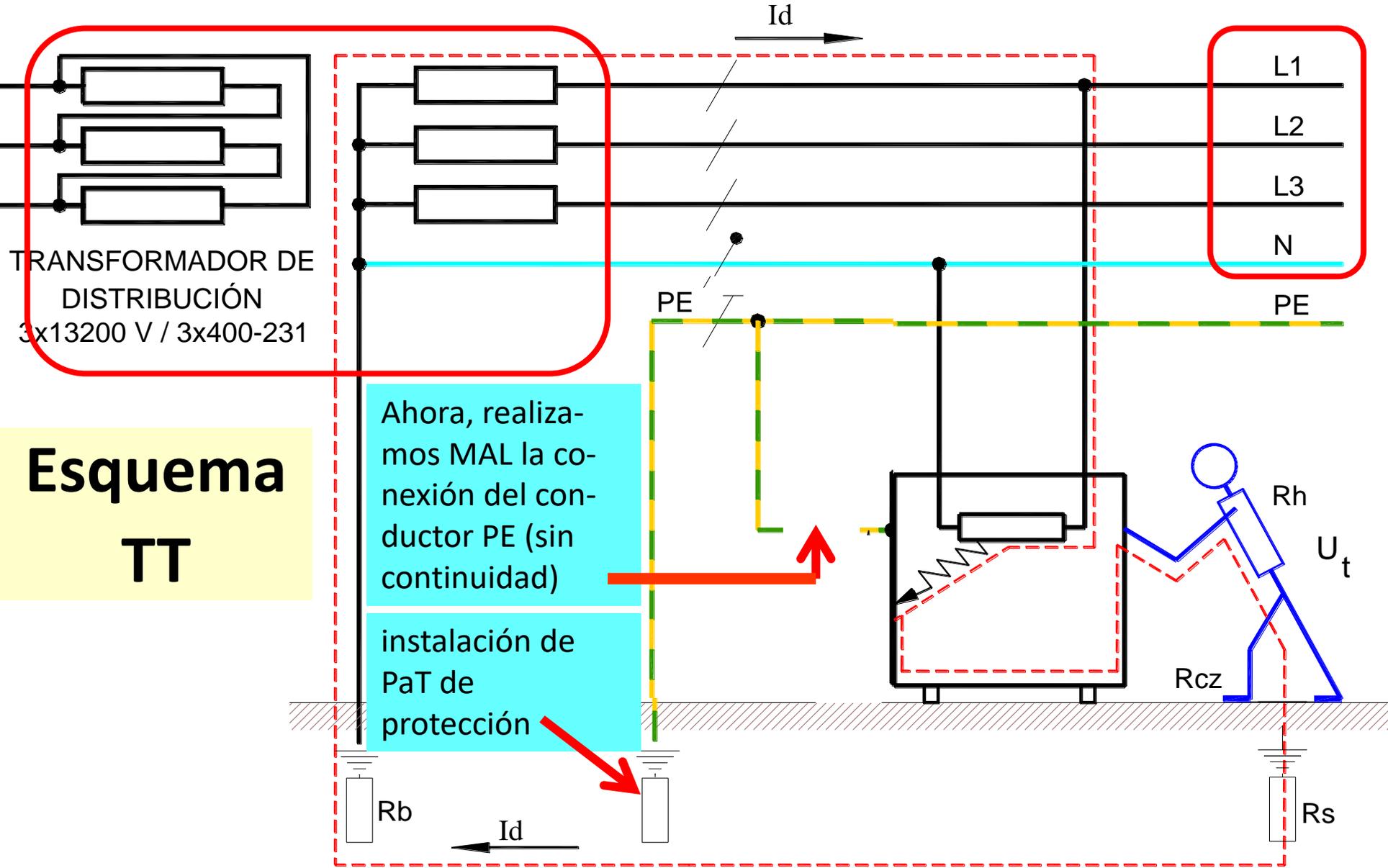




ESTA PERSONA ¿TODAVÍA PUEDE MORIR ELECTROCUTADA ?

SÍ

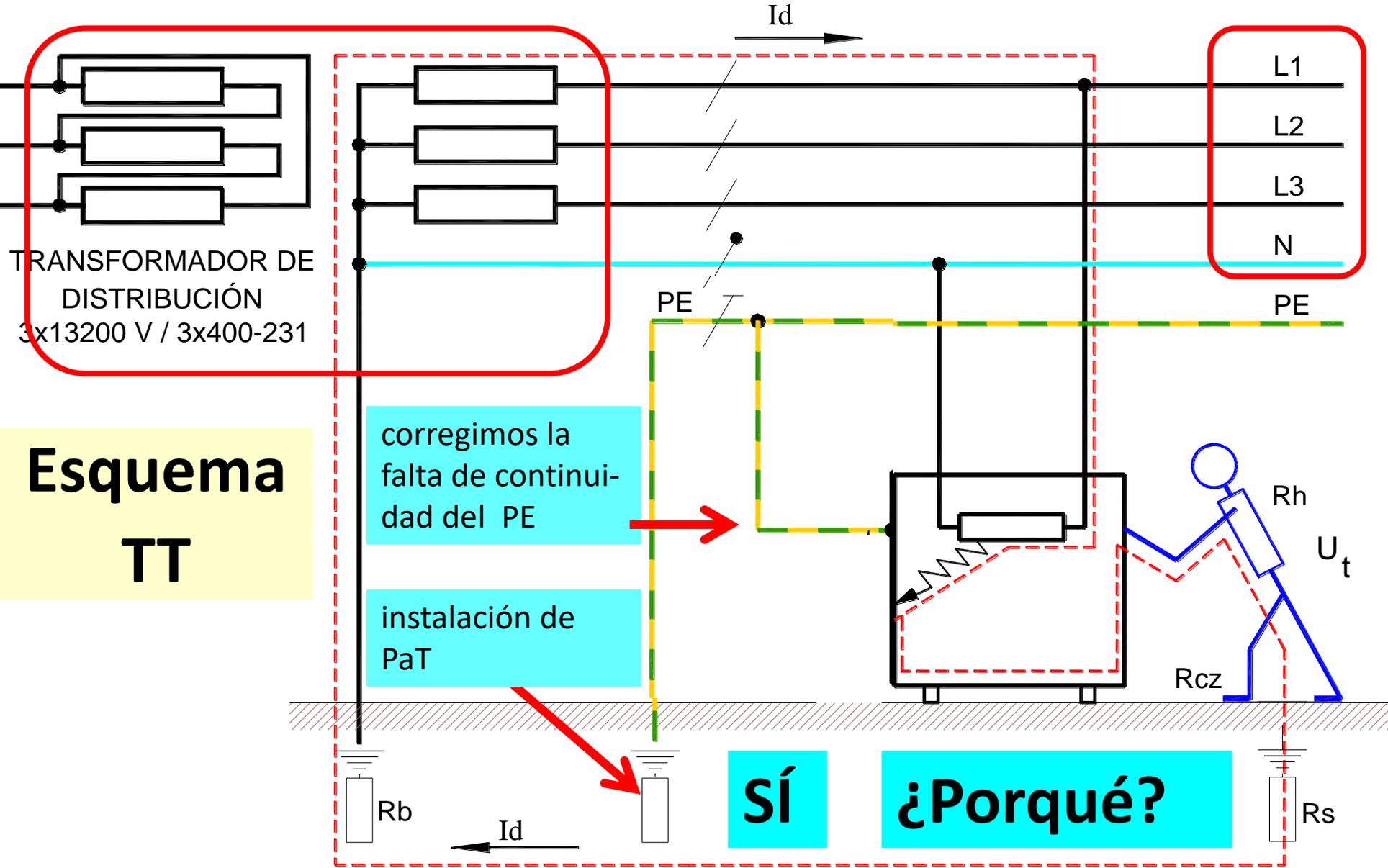




ESTA PERSONA ¿TODAVÍA PUEDE MORIR ELECTROCUTADA ?

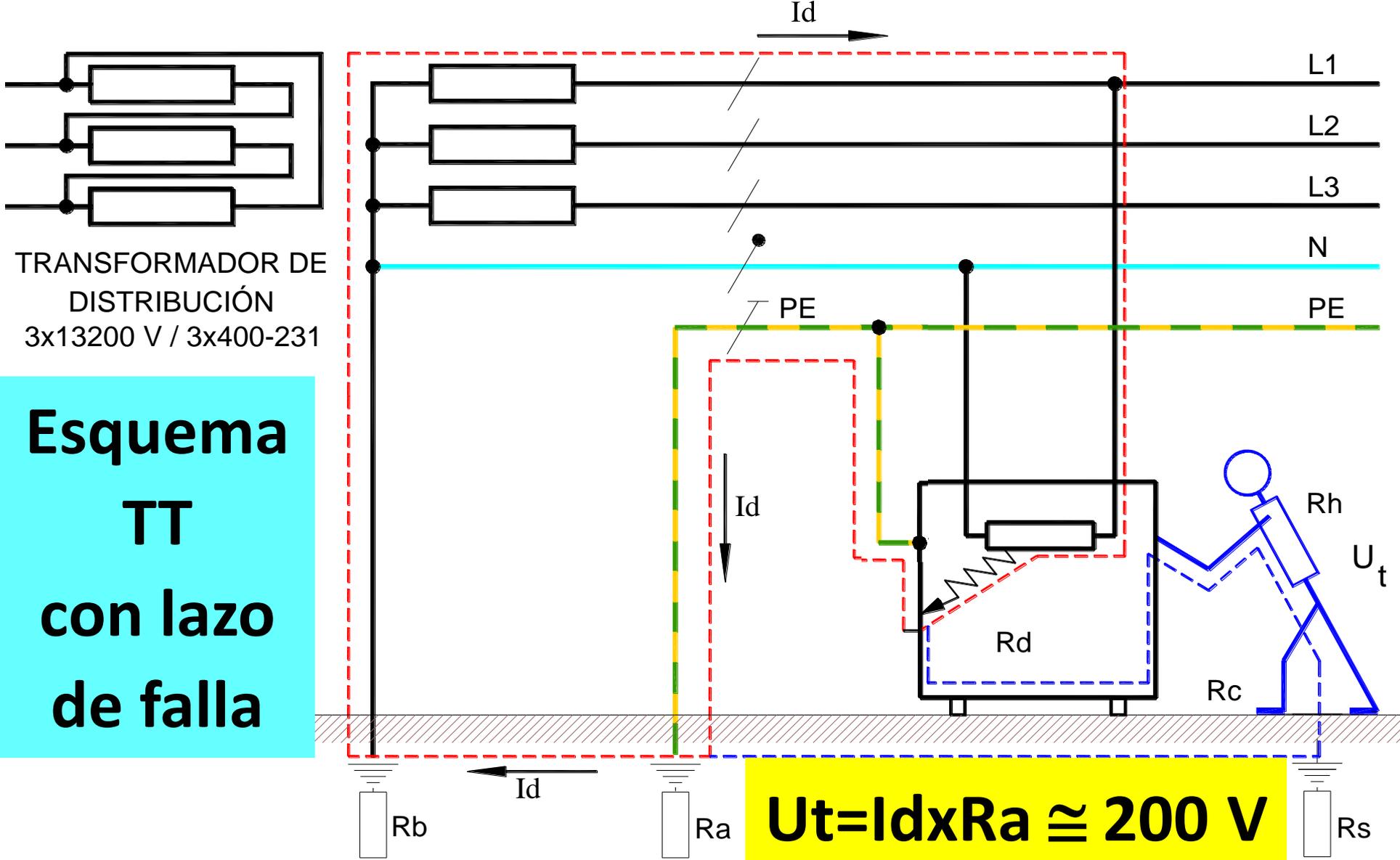
SÍ





Esta persona ¿todavía puede morir electrocutada ?

Porque la masa recibe una tensión de contacto de aprox. 200 V



¿De qué valor es la tensión de contacto presunta U_t que tomaría la masa? ¿sería recibida por la persona?

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

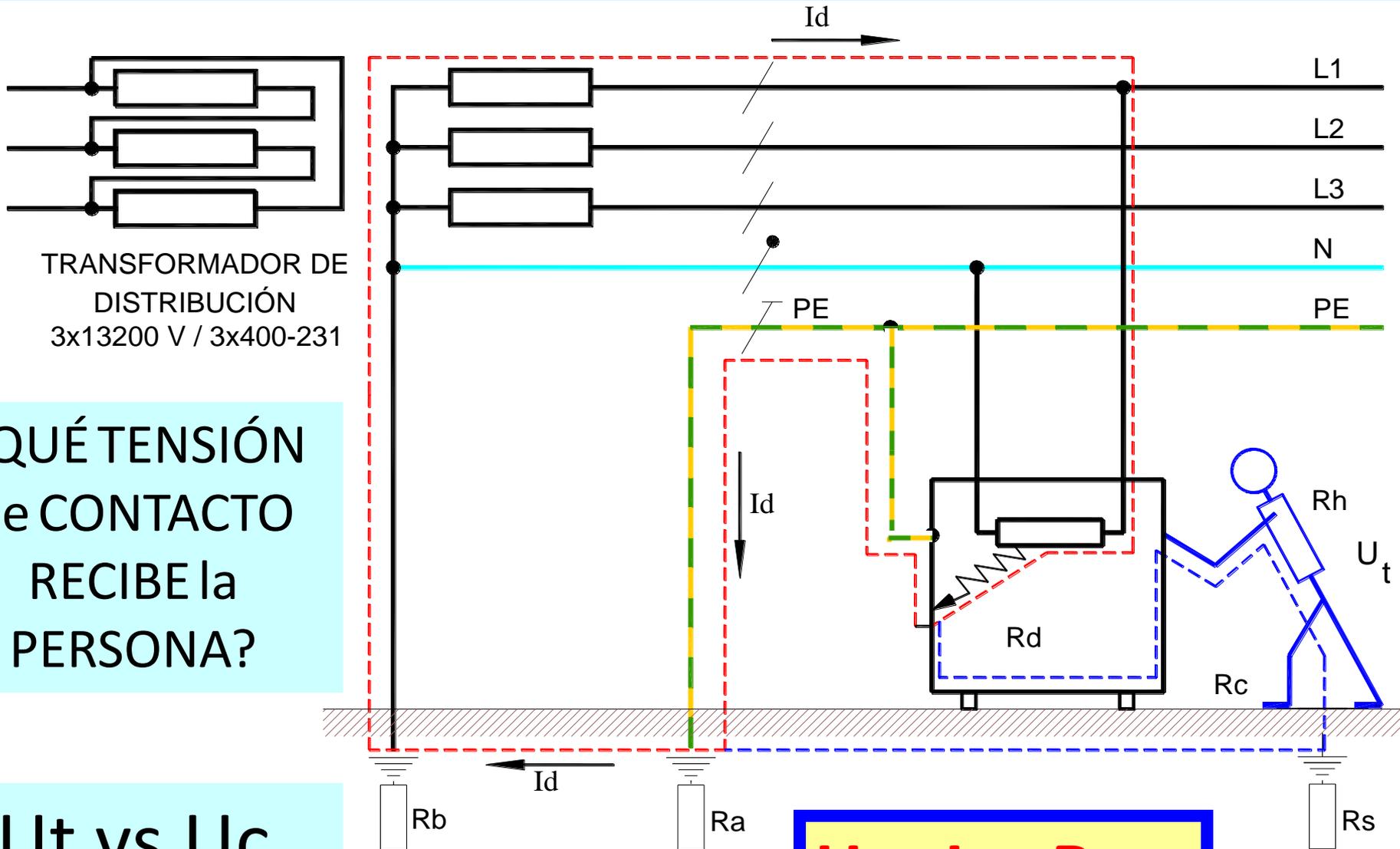
Si ahora suponemos $R_b = 1 \Omega$ y $R_a = 40 \Omega$

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

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



Choque Eléctrico: RESUMEN DE LA PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS EN ECT TT

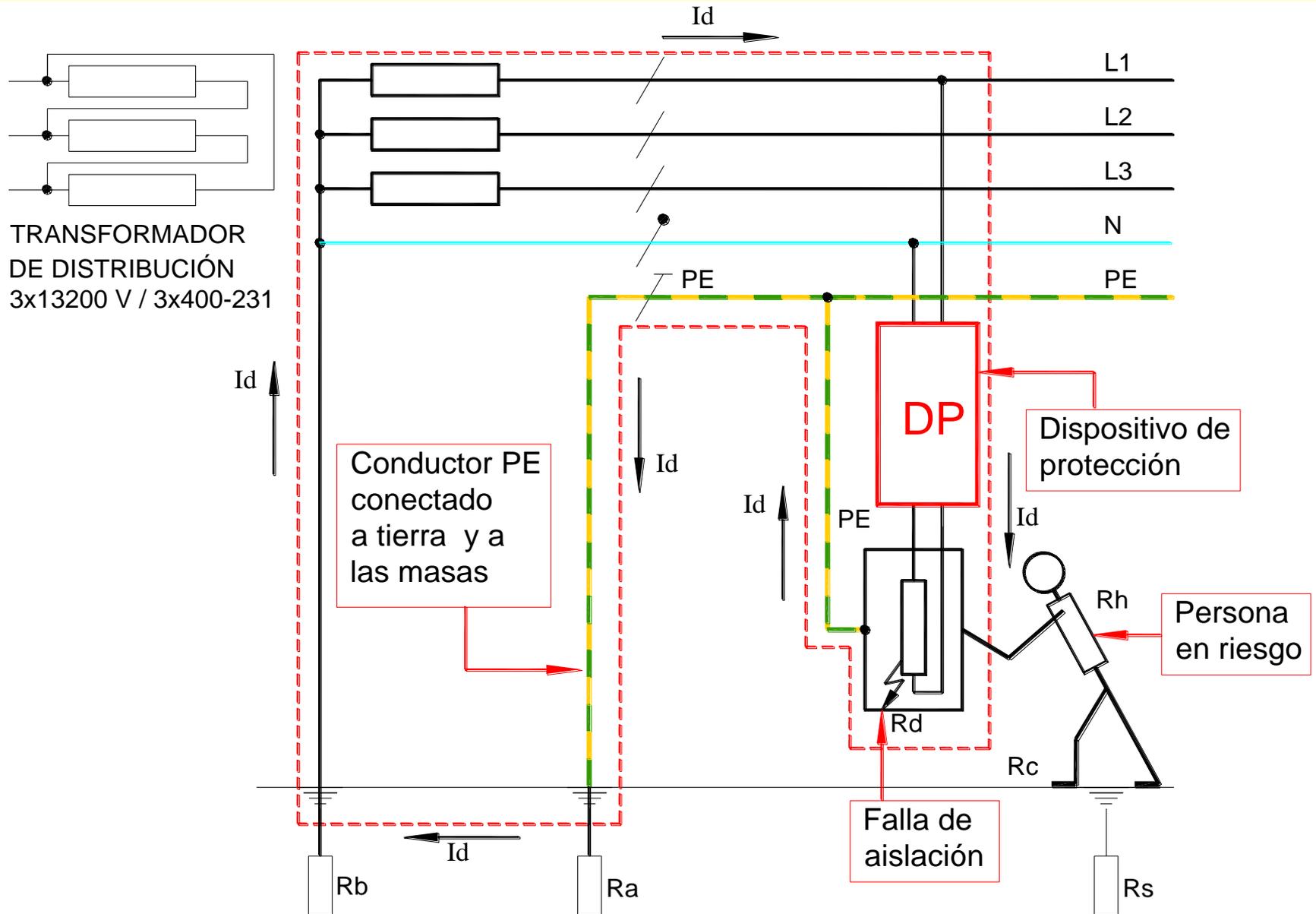


¿QUÉ TENSIÓN de CONTACTO RECIBE la PERSONA?

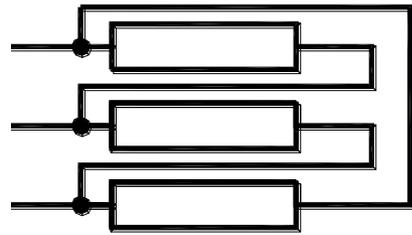
Ut vs Uc

$$U_t = I_d \times R_a$$

PROTECCIÓN c/ los CONTACTOS INDIRECTOS por CORTE AUTOMÁTICO de la ALIMENTACIÓN en TT



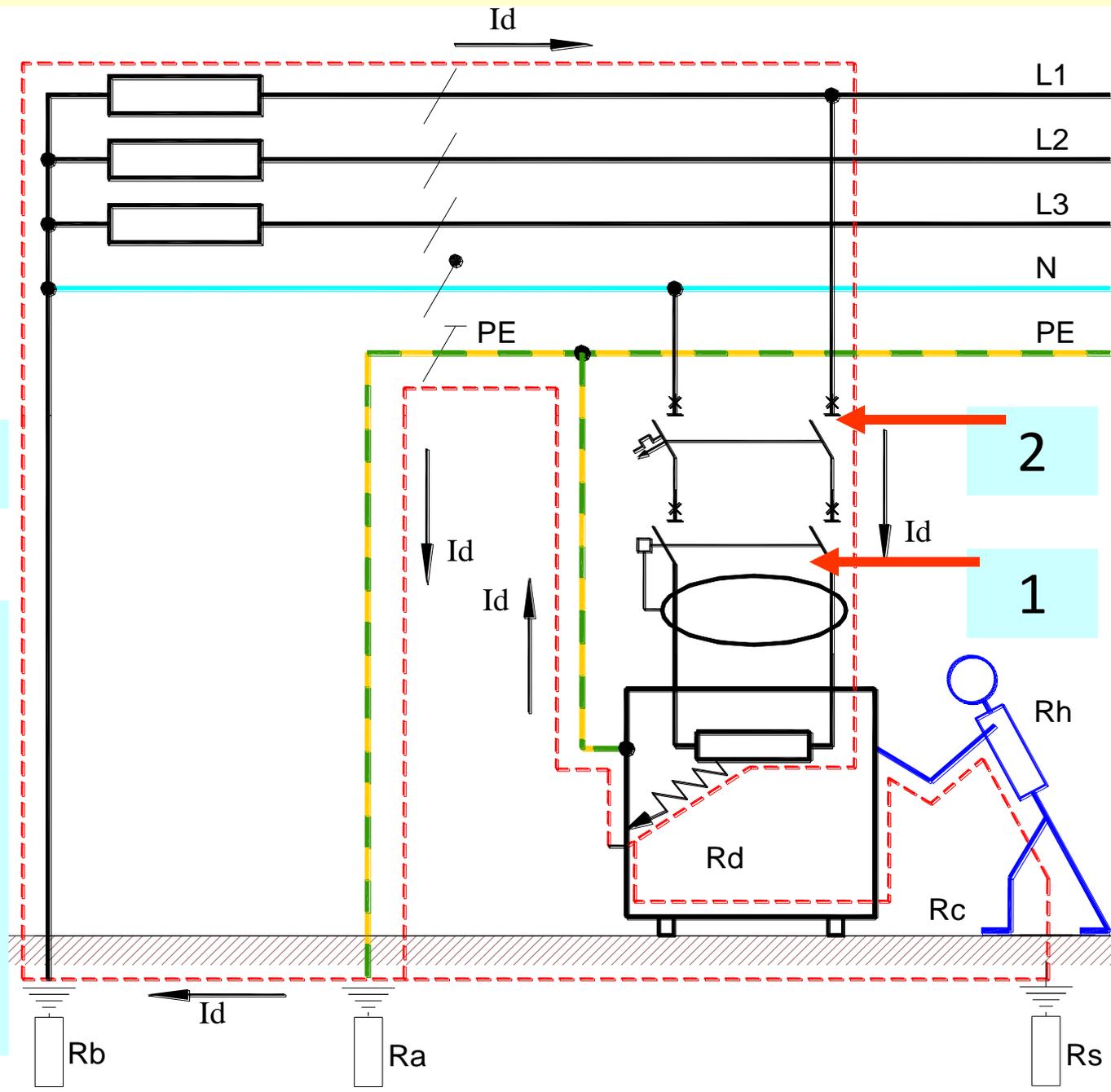
CHOQUE ELÉCTRICO: CONTACTO INDIRECTO



TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
3x13200 V / 3x400-231

1= ID obligatorio

2= DPCC obligatorio para proteger el circuito y necesario para proteger al ID



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 ID 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 $0,5xI_{\Delta n}$

Si dispara como máximo en 300 ms con $1xI_{\Delta n}$

Si dispara como máximo en 150 ms con $2xI_{\Delta n}$

Si dispara como máximo en 40 ms con $5xI_{\Delta n}$

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

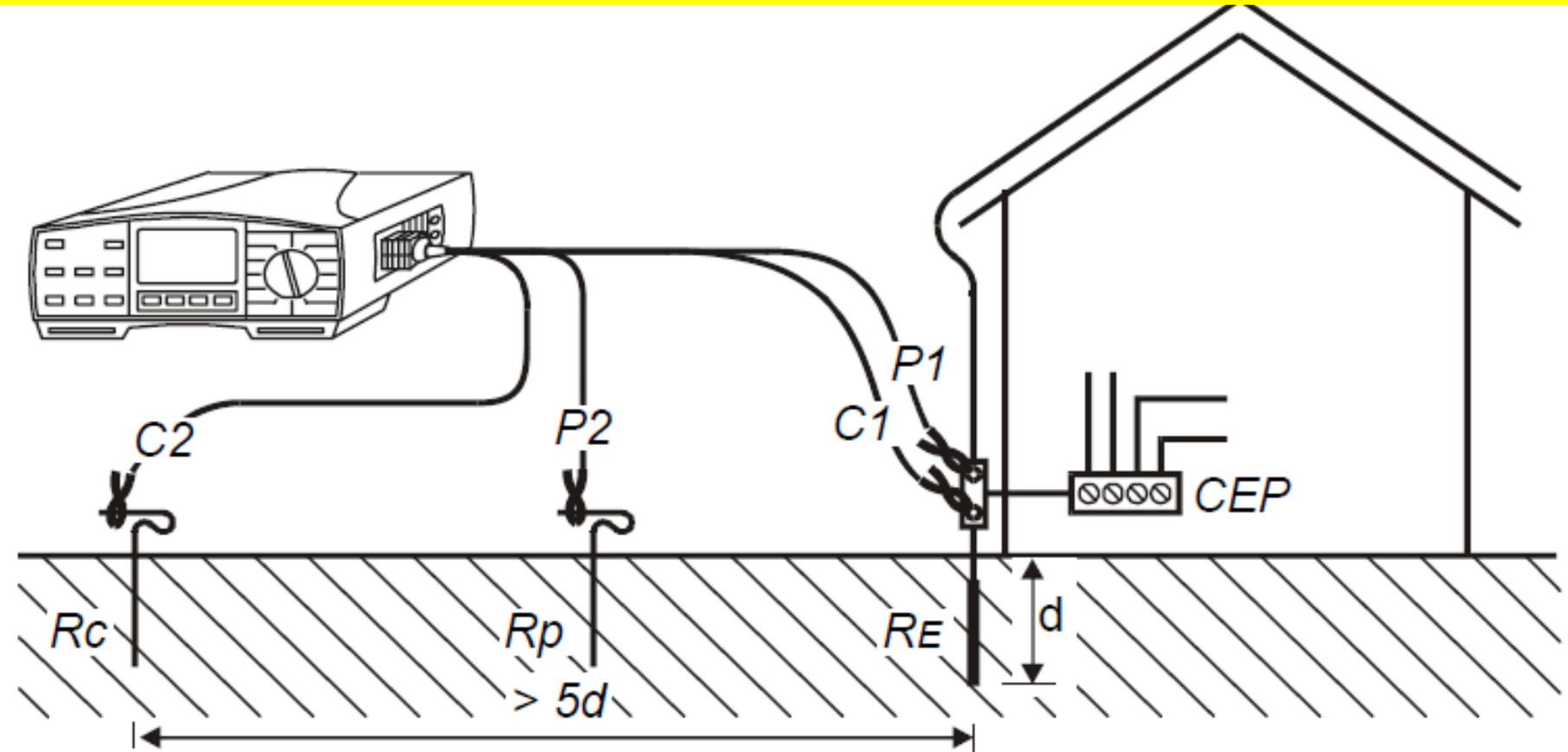
gradualmente la I_{Δ}



!!!ATENCIÓN!!!

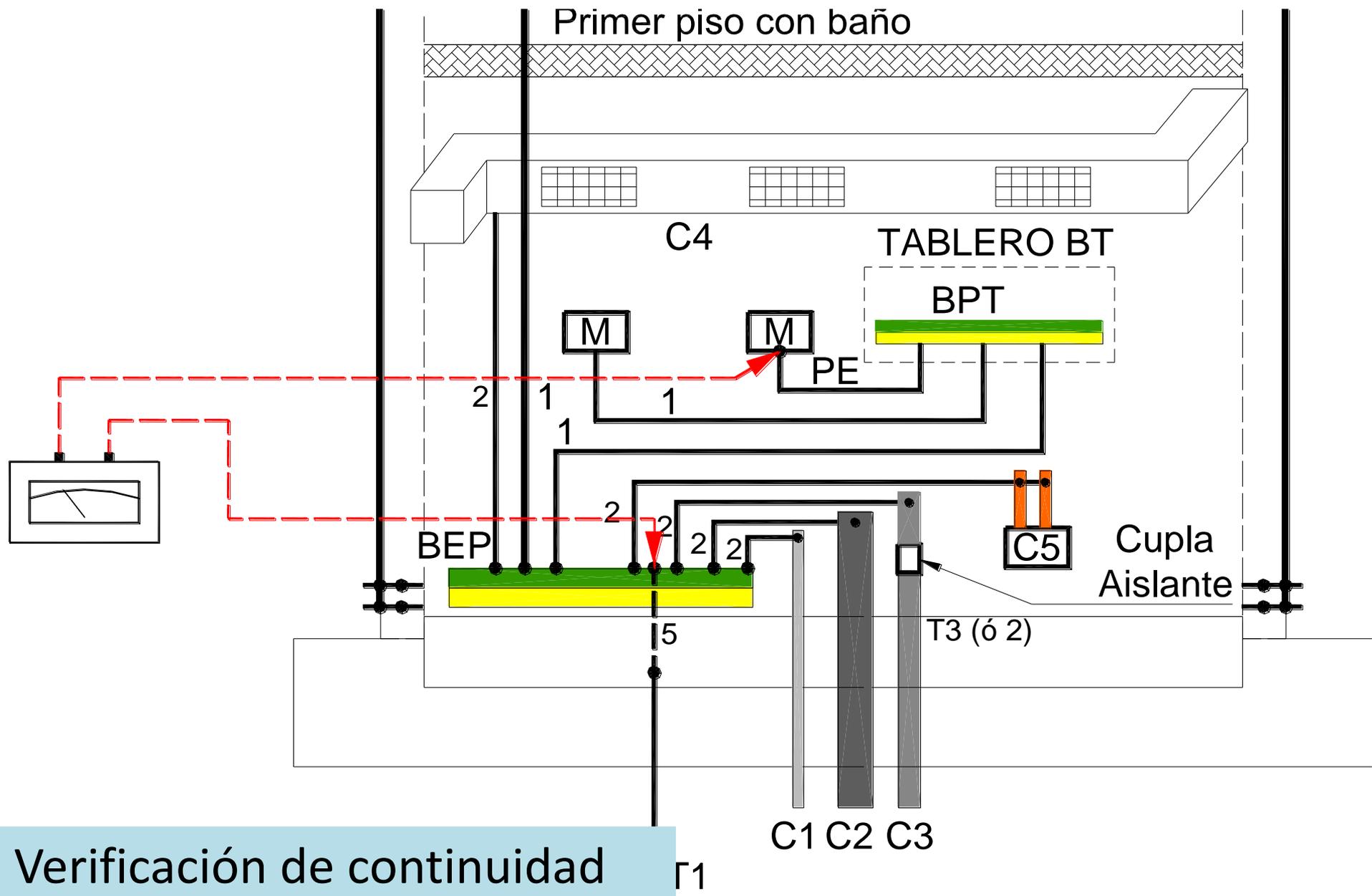
En el ECT TT es tan importante medir la **Rpat** como la **continuidad del PE**, entre los bornes de tierra de c/ tomacorriente y la barra principal de tierra como también medir la **continuidad del PE** entre los bornes de tierra de c/ masa eléctrica (tablero, motor, luminaria) y la barra principal 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 R_{pat} 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)



Verificación de continuidad
de los PE (puesta a tierra de las masas)

!!!ATENCIÓN!!!

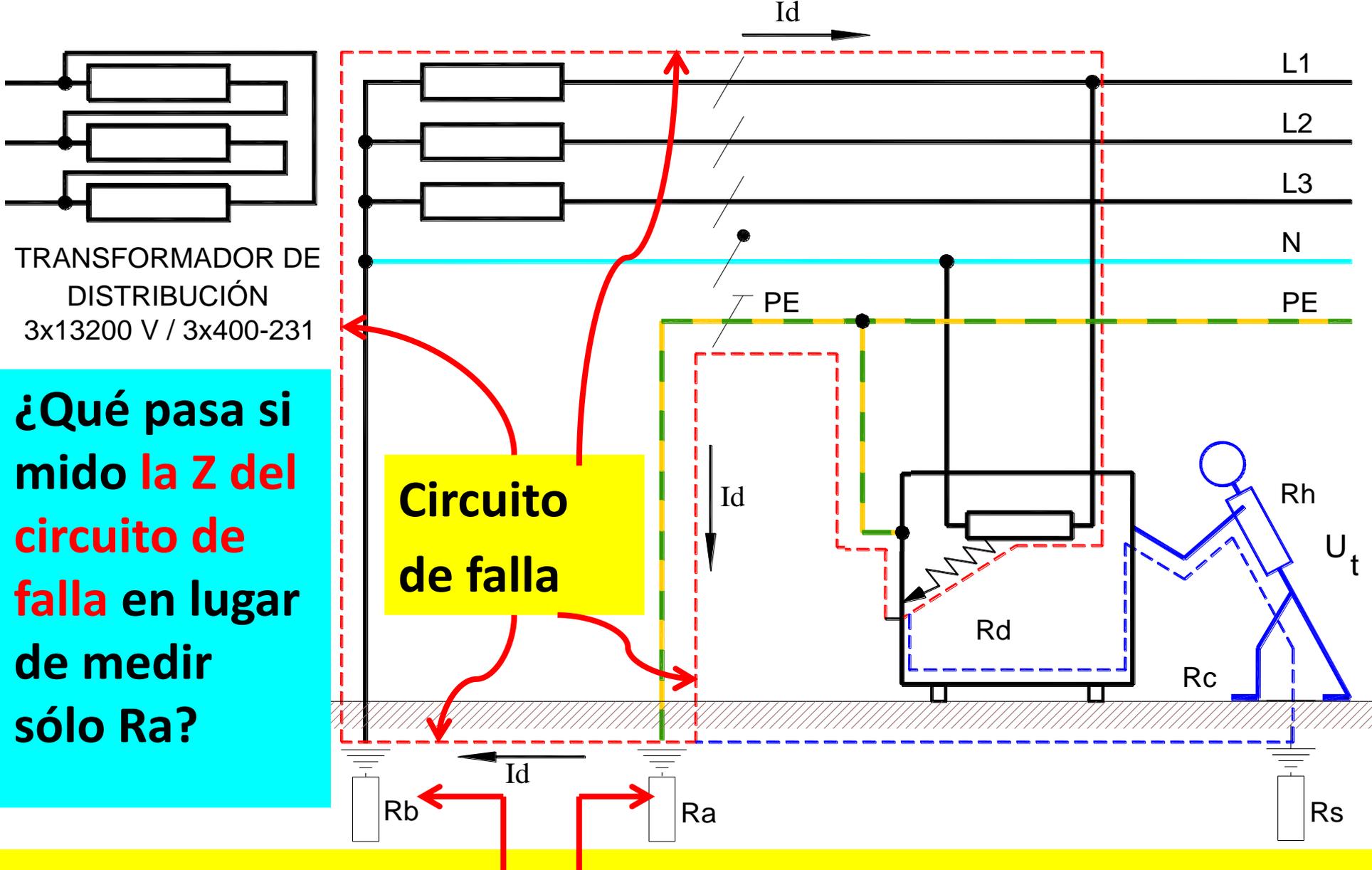
La medición de la **Rpat** se la puede medir con **telurímetro**.

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)

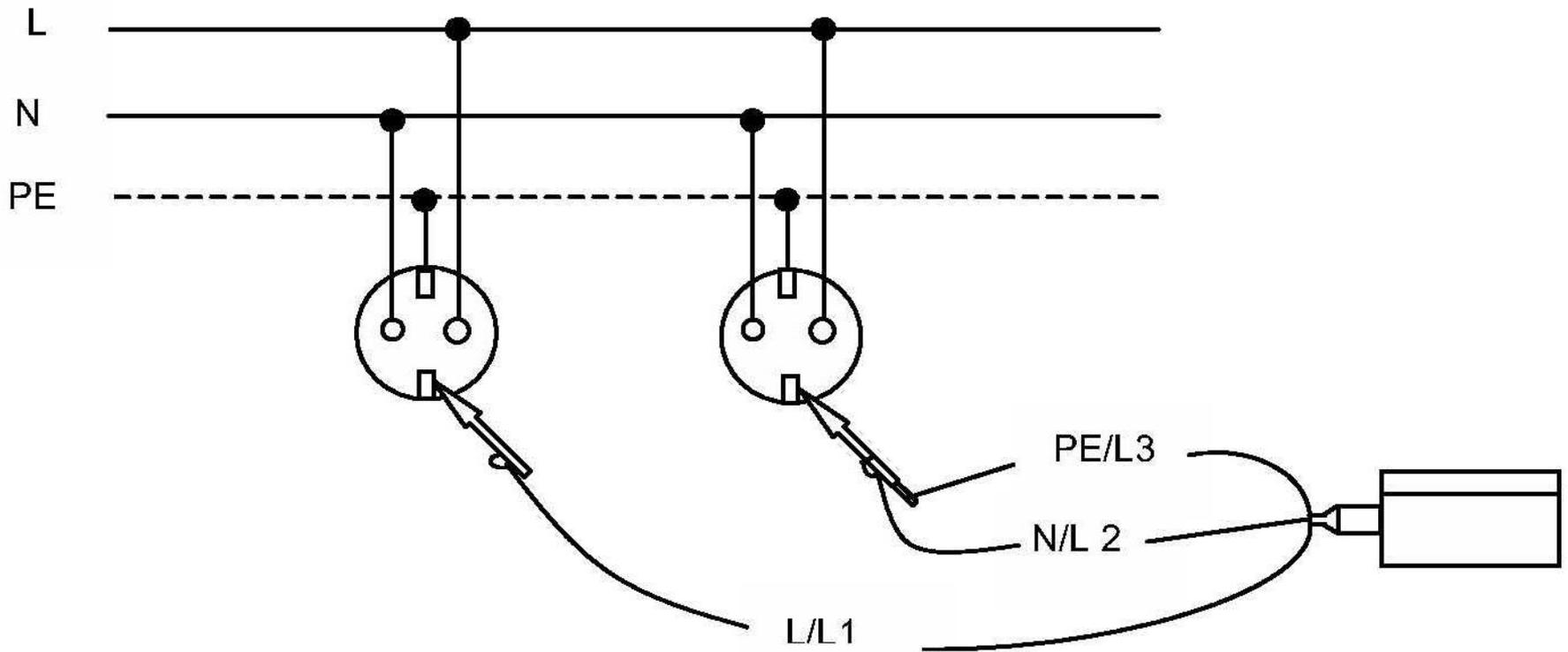
VER GRAFICO SUBSIGUIENTE

En el ECT TT la medición de la R_{pat} 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 R_{pat} de servicio de la Distribuidora (Neutro) y la R_{pat} de protección, incluyendo los conductores.

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



Mediré entre otras R_b+R_a . Si ese valor es menor o igual al máximo valor permitido para R_a cumplimos con el RAEA

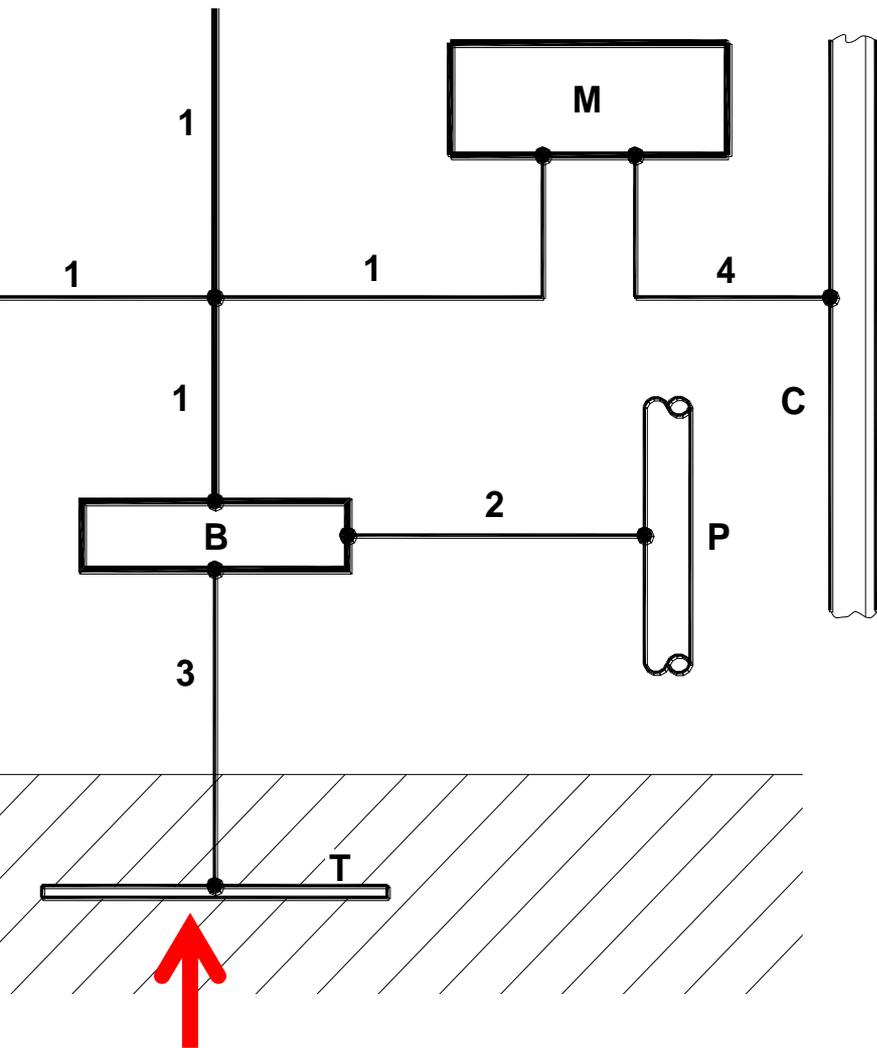


Verificación de la tierra de los Tomacorrientes y continuidad del PE

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 | $R_a \leq 167 \Omega$ | $R_a \leq 80 \Omega$ | $R_a \leq 40 \Omega$ |
| | 100 mA | $R_a \leq 500 \Omega$ | $R_a \leq 240 \Omega$ | $R_a \leq 40 \Omega$ |
| Sensibilidad Alta | Hasta 30 mA inclusive | $500 \Omega < R_a \leq 1666 \Omega$ | $R_a \leq 800 \Omega$ | $R_a \leq 40 \Omega$ |



1= conductor de protección (PE)

2= conductor de conexión equipotencial principal

3= conductor de puesta a tierra

4= conductor de conexión equipotencial suplementario

B= barra principal de puesta a tierra (o barra equipotencial principal) (BPT o BEP o PE)

C= masa extraña (parte metálica conductora, ajena a la instalación eléctrica, por ejemplo estructura metálica)

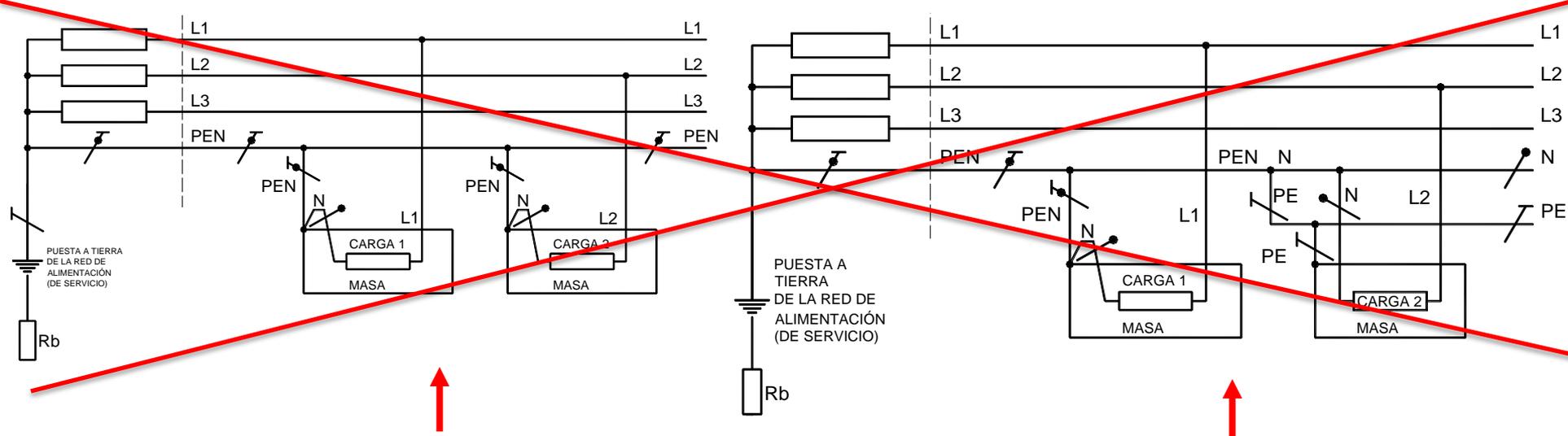
P= masa extraña (parte metálica conductora, ajena a la instalación eléctrica, por ej. canalización metálica de agua)

T= electrodo de tierra

M= masa eléctrica

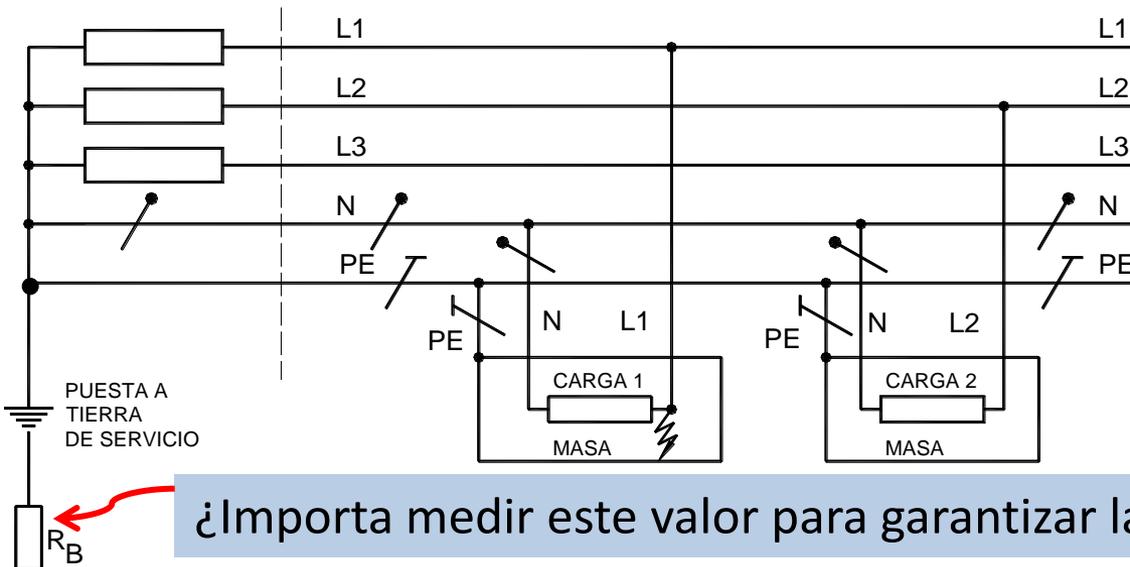
Puesta a tierra de protección

ECT TN (3 VARIANTES)



ESQUEMA TN-C

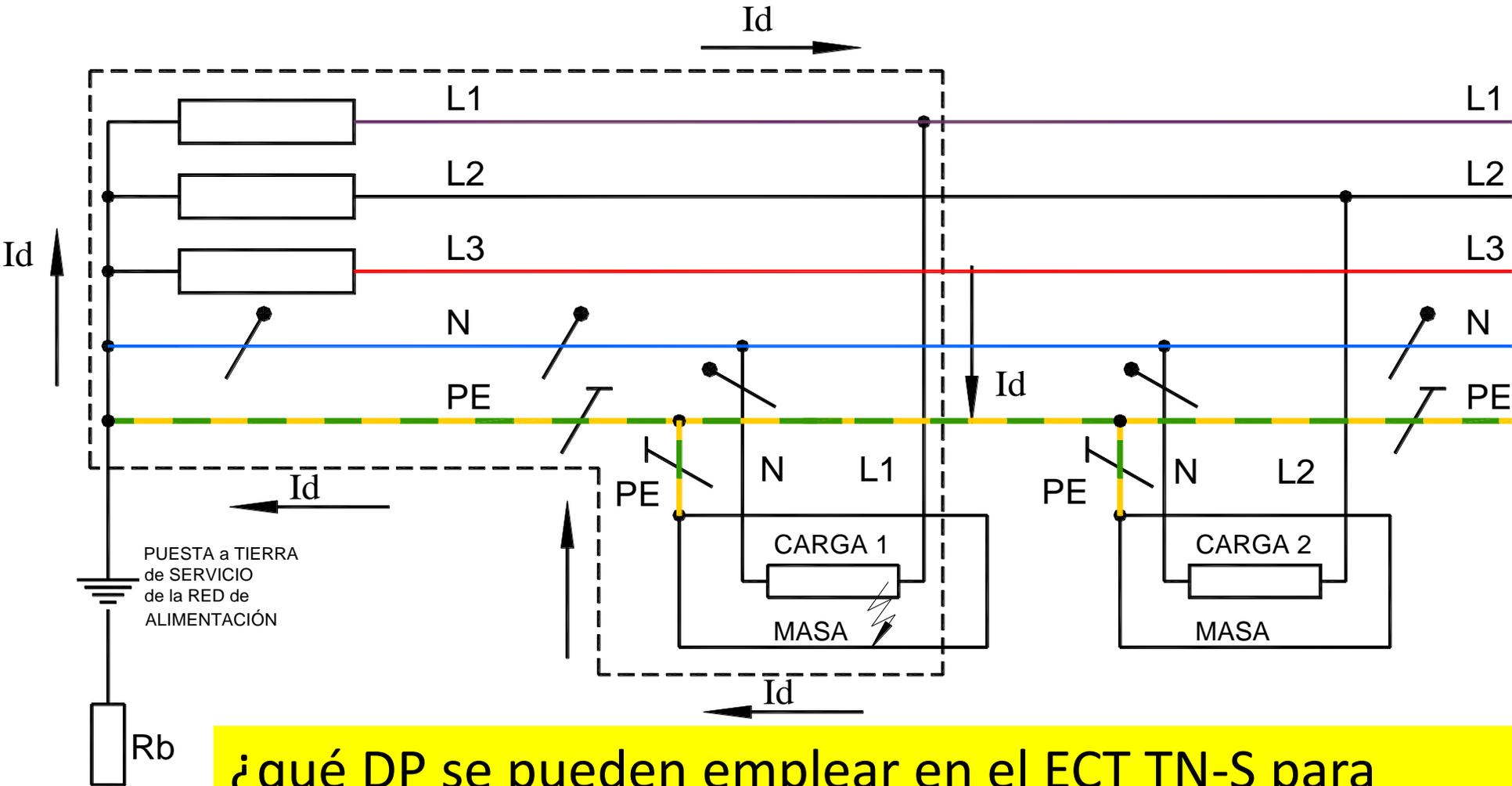
ESQUEMA TN-C-S



ESQUEMA TN-S

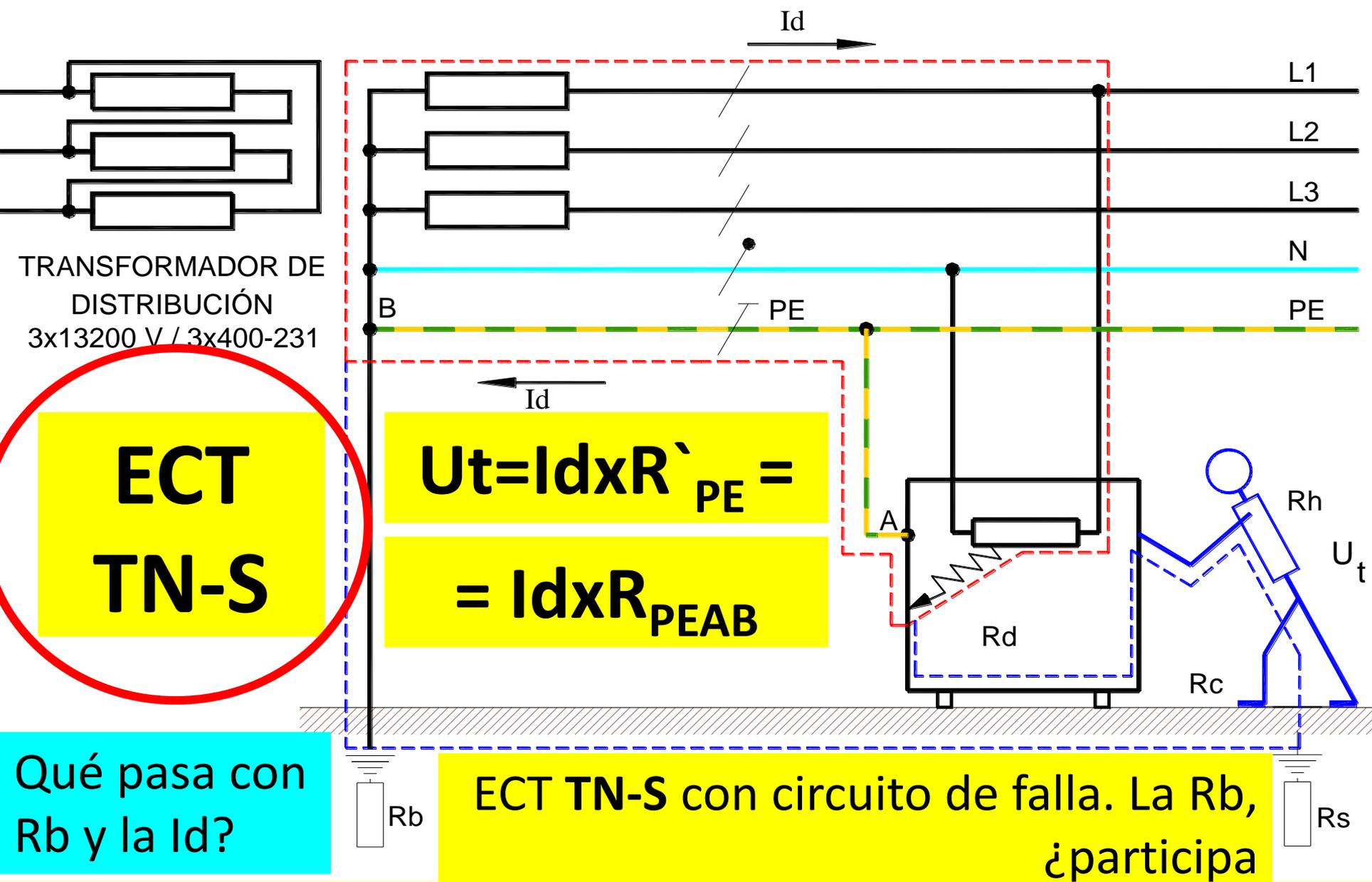
¿Importa medir este valor para garantizar la seguridad en BT?

ESQUEMA TN-S con lazo



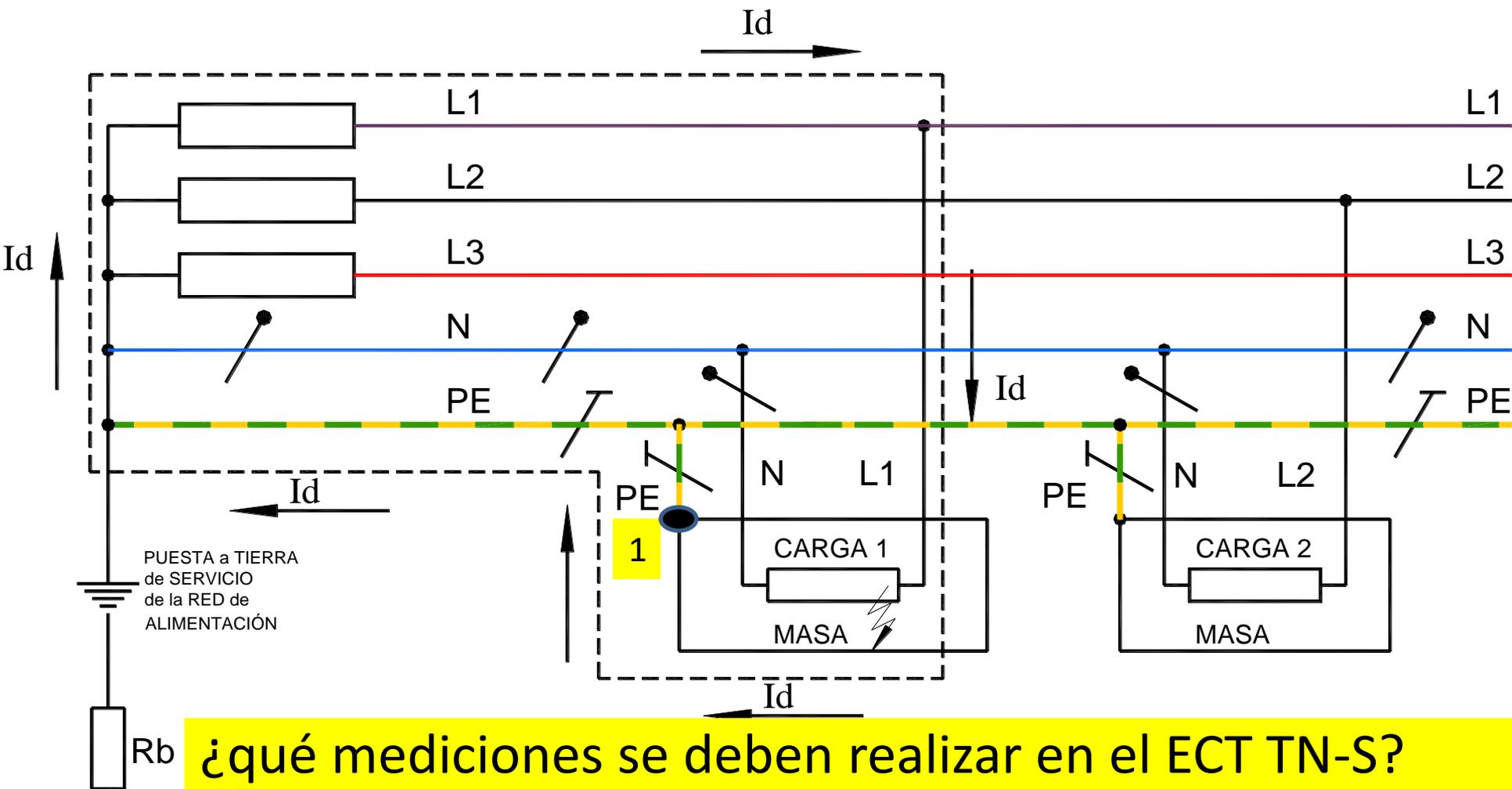
¿qué DP se pueden emplear en el ECT TN-S para proteger a las personas de los contactos indirectos?

DD, Interruptores automáticos y fusibles



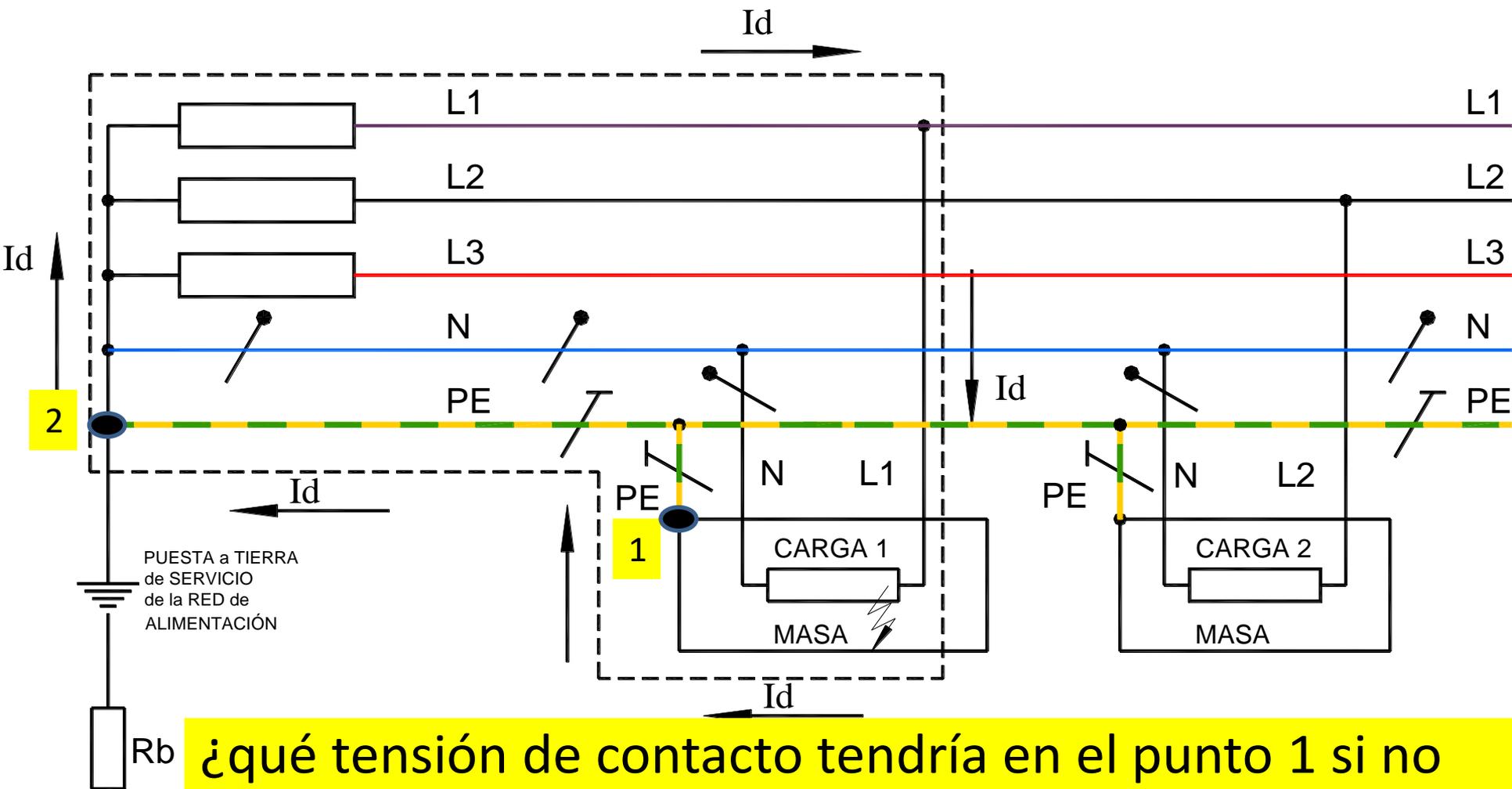
del circuito de falla de BT? NO. ¿Y porqué se la mide como si participara en la Id de BT?

ESQUEMA TN-S con lazo



La I_d en el punto 1 si se emplean IA o fusibles en cuyo caso se debe comprobar que el disparo del IA responda a esa I_d o que el fusible funda en el t_{max} que fija la RAEA. Con DD solo el DD

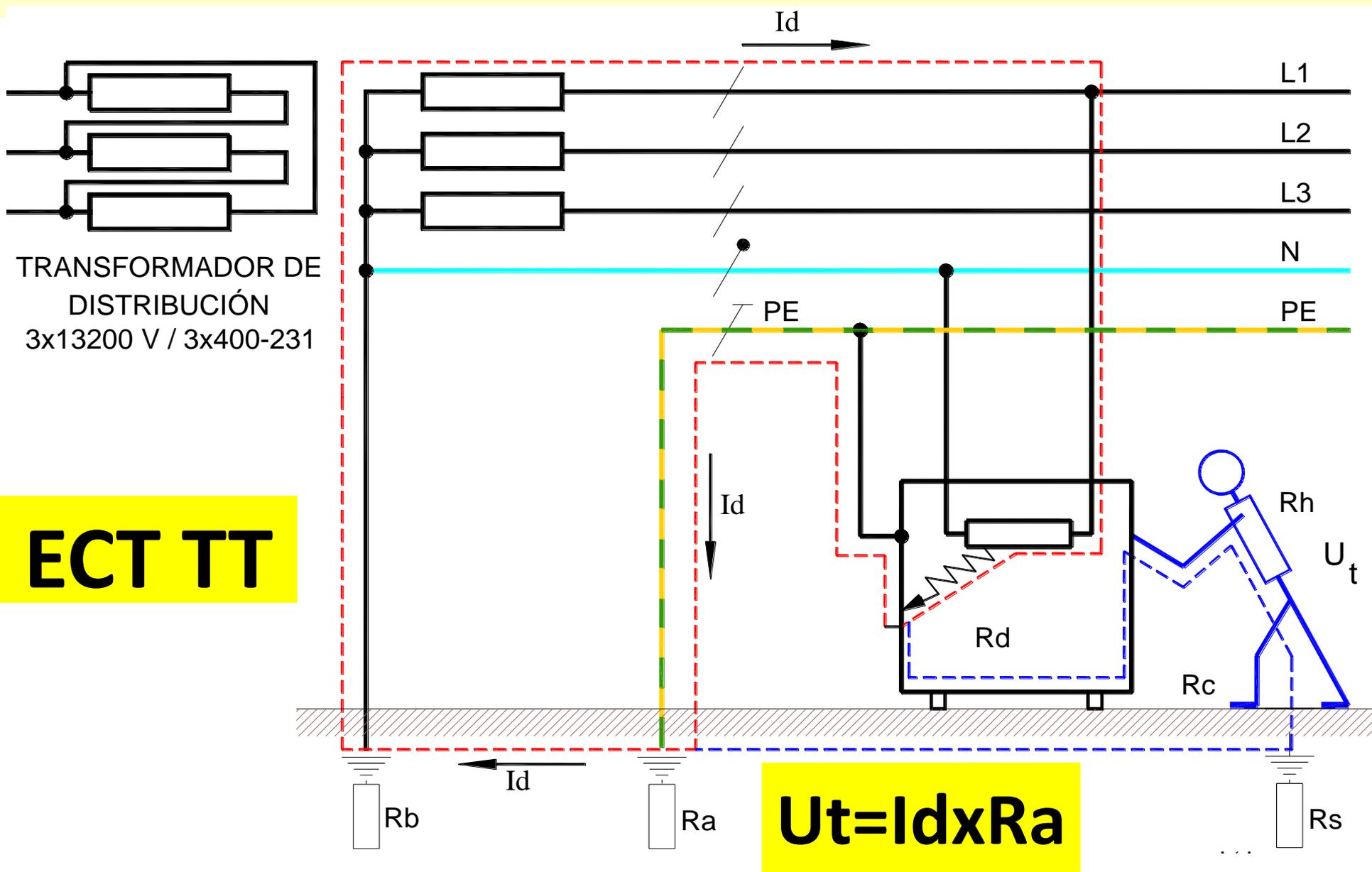
ESQUEMA TN-S con lazo



¿qué tensión de contacto tendría en el punto 1 si no hay protección c/los indirectos?

Con $S_{PE}=S_{L1}$ y mismo material y longitud la $U_t=110\text{ V } \Delta U_{1-2}$

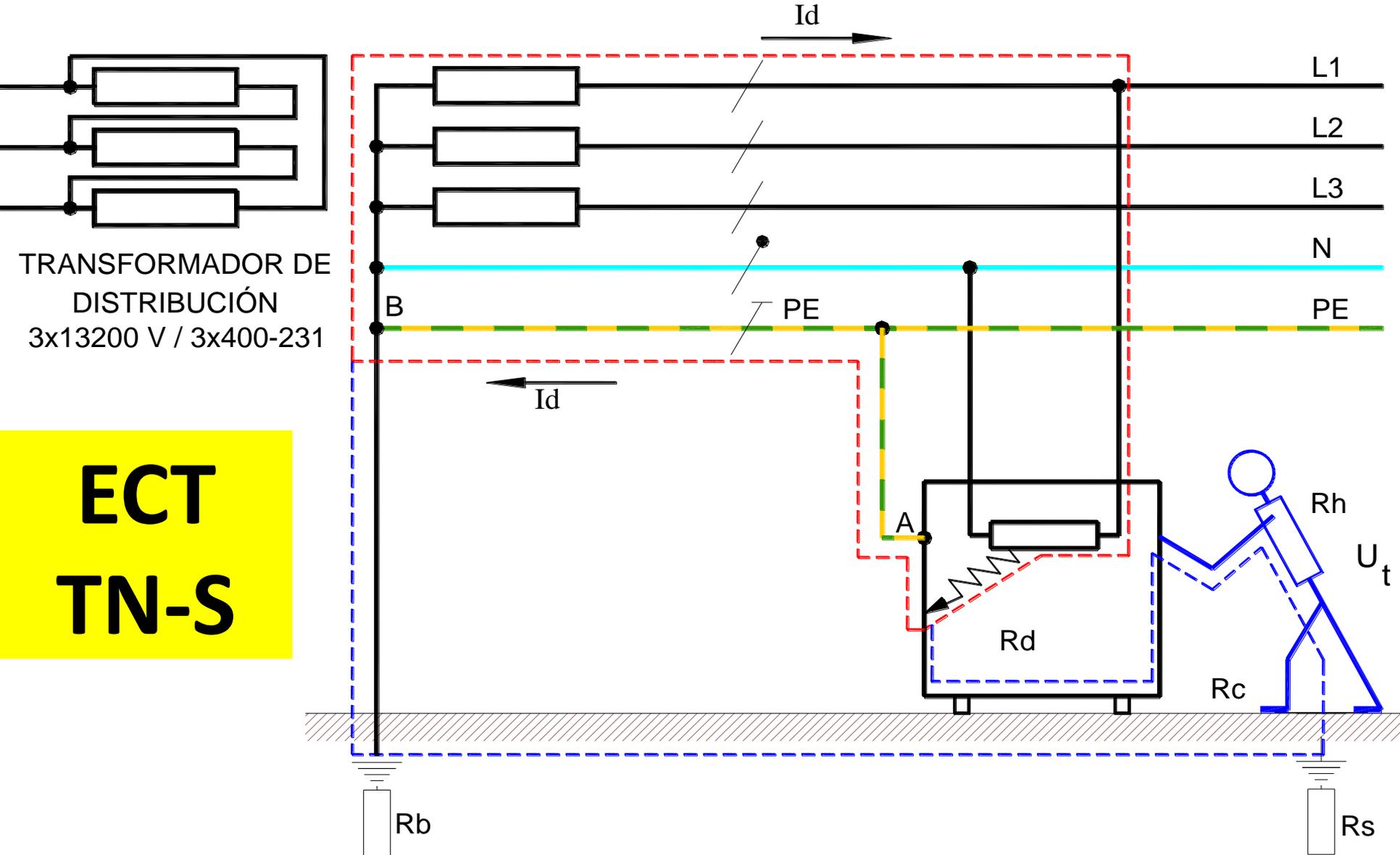
Con $S_{PE}=S_{L1}/2$ y mismo material y longitud la $U_t=146\text{ V } \Delta U_{1-2}$



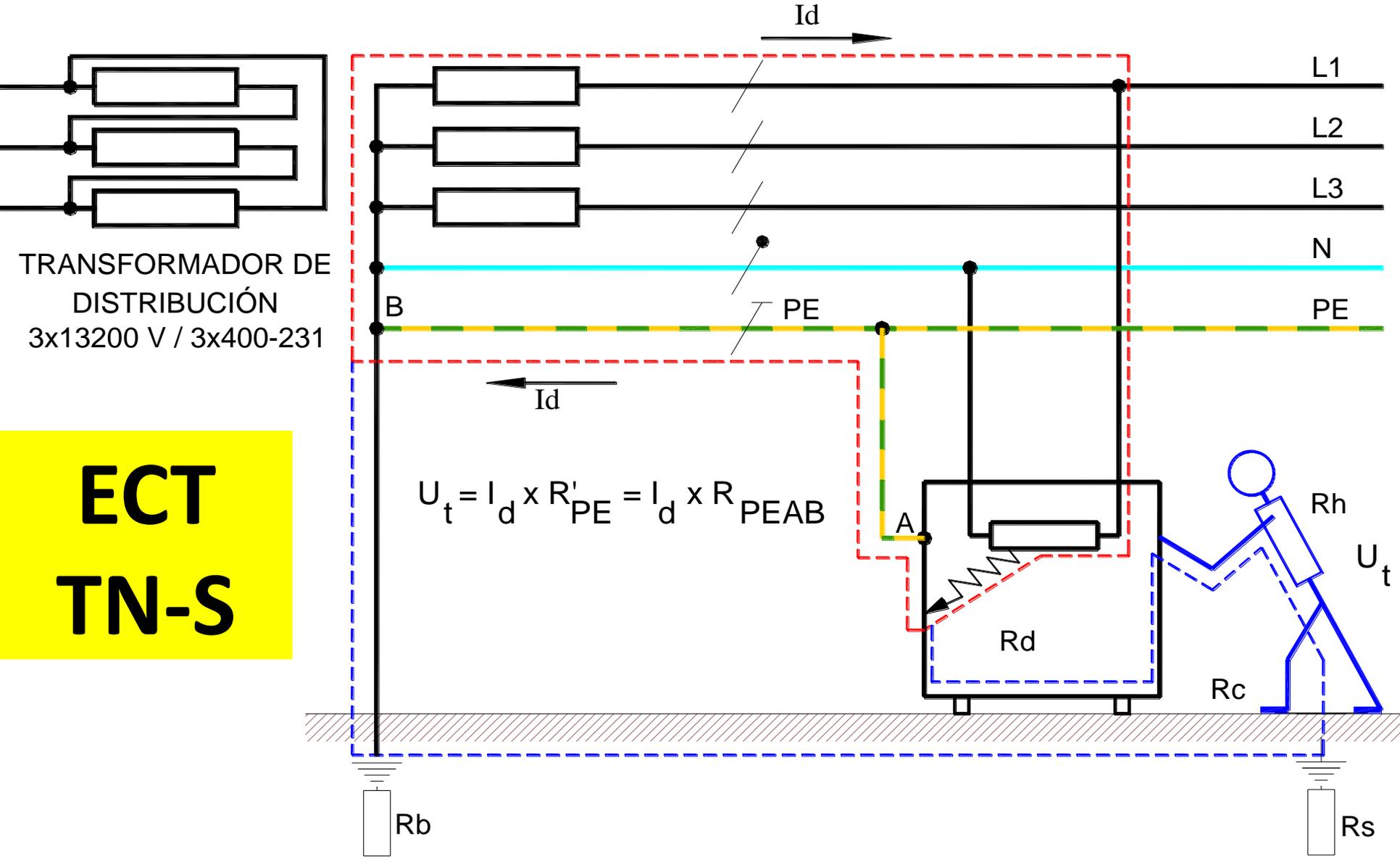
ECT TT

$U_t = I_d \times R_a$

ECT TT con circuito de falla



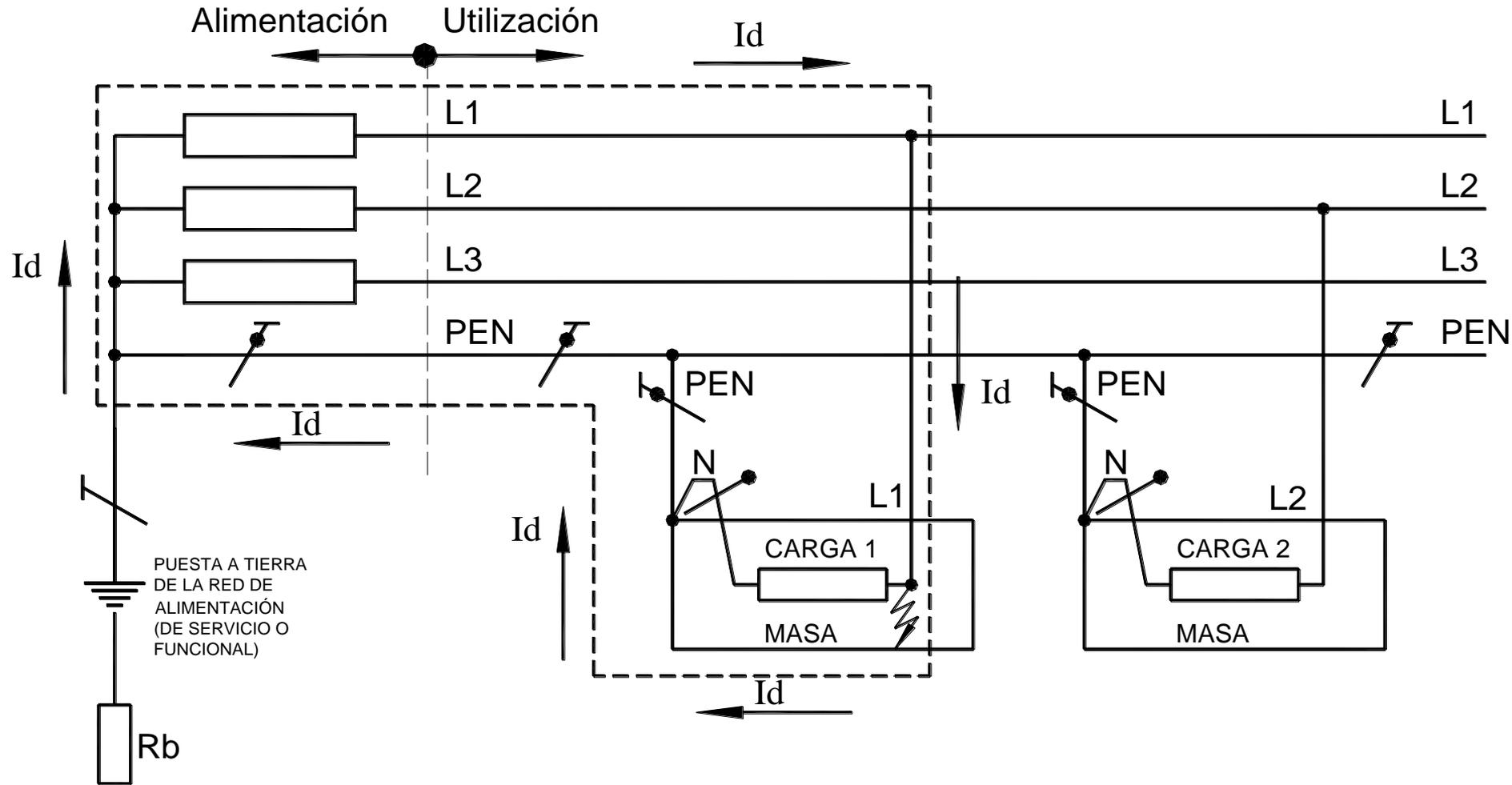
Esquema de conexión a tierra **TN-S** con circuito de falla



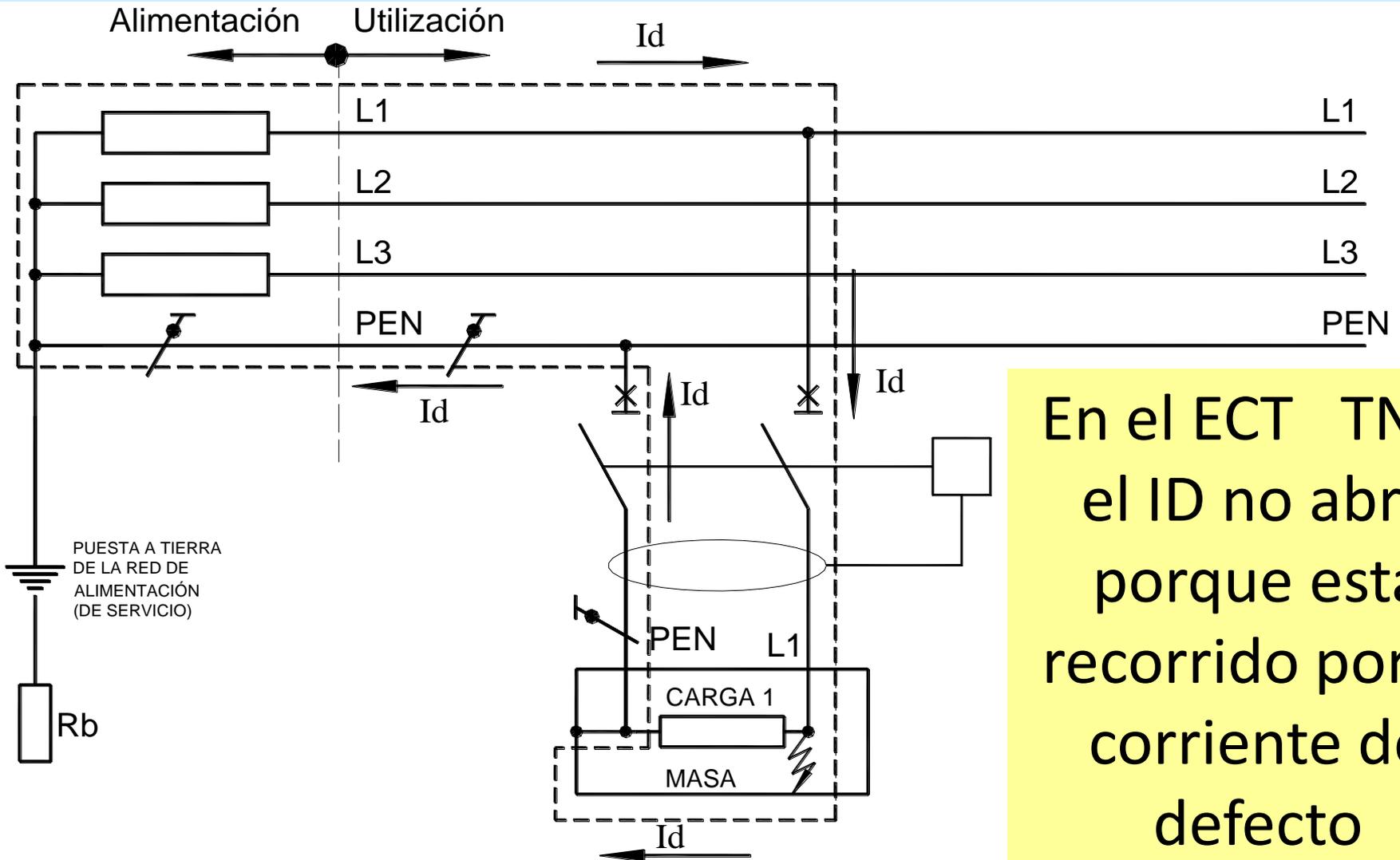
Esquema de conexión a tierra **TN-S** con circuito de falla

ESQUEMA TN-C con LAZO de FALLA

Neutro a (T)ierra – Masas a (N)eutro, con conductor (C)omún de protección (PE) y de neutro (N) denominado conductor PEN]



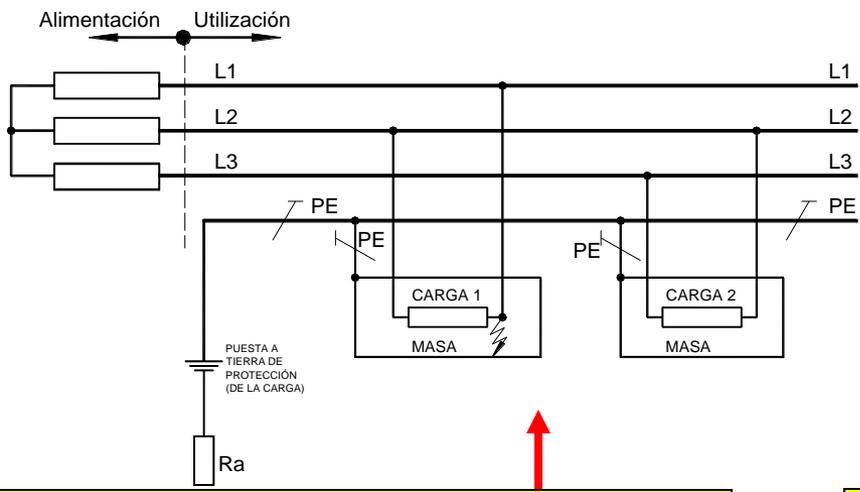
¿Se pueden emplear ID en el ECT TN-C?



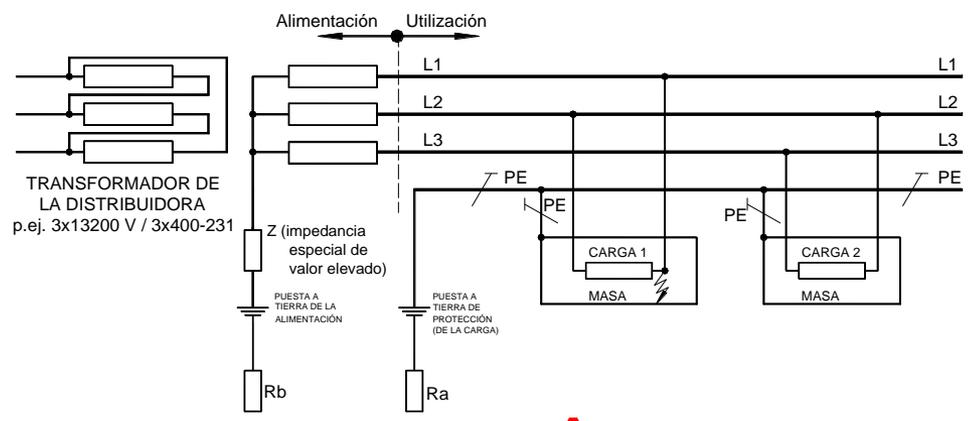
En el ECT TN-C el ID no abre porque está recorrido por la corriente de defecto

En el ECT TN-C es incompatible el empleo de la protección diferencial

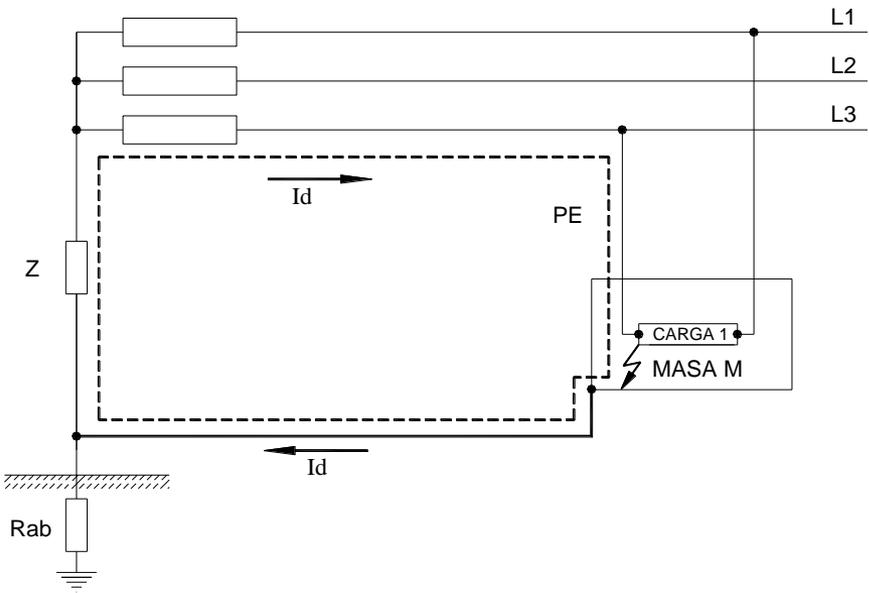
ECT IT (VARIANTES)



ESQUEMA IT (Puro)



ESQUEMA IT (c/ Impedancia)



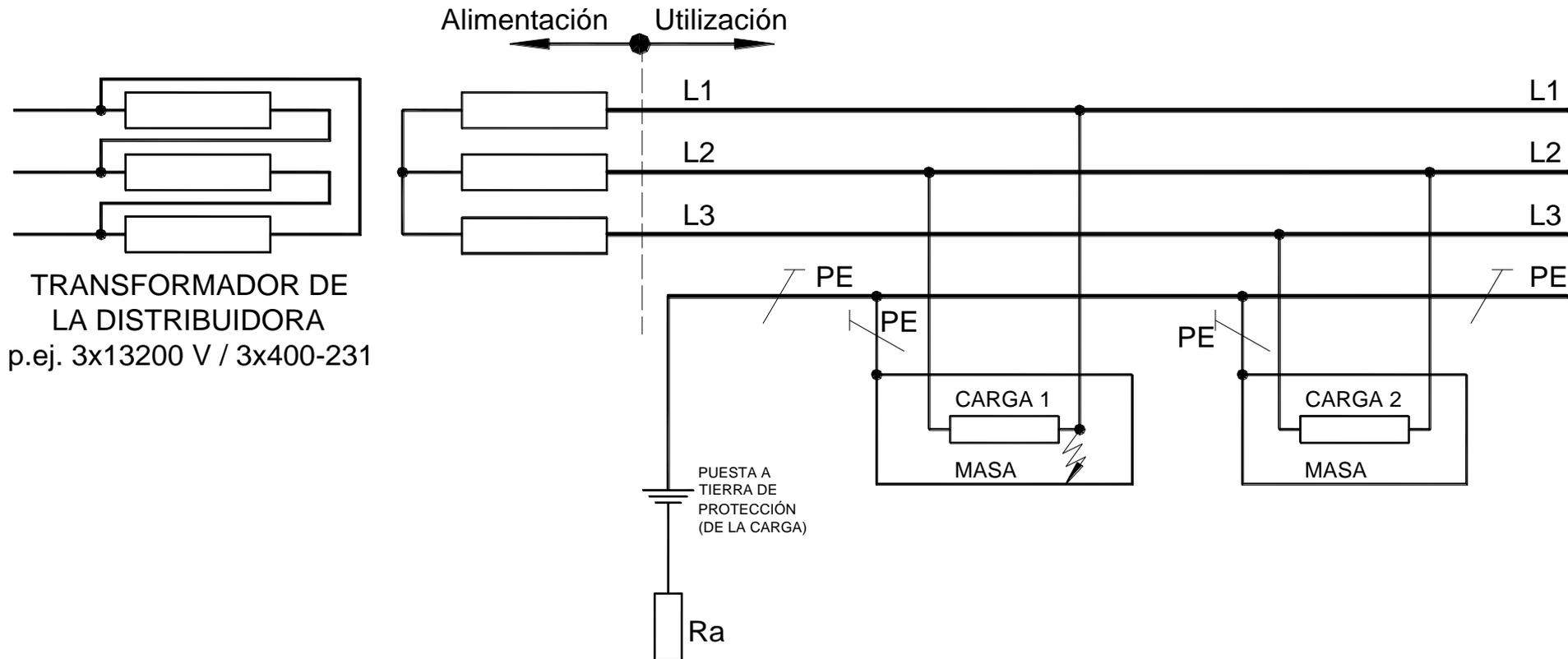
ESQUEMA IT
(tierra común para las masas de la instalación y para la red)

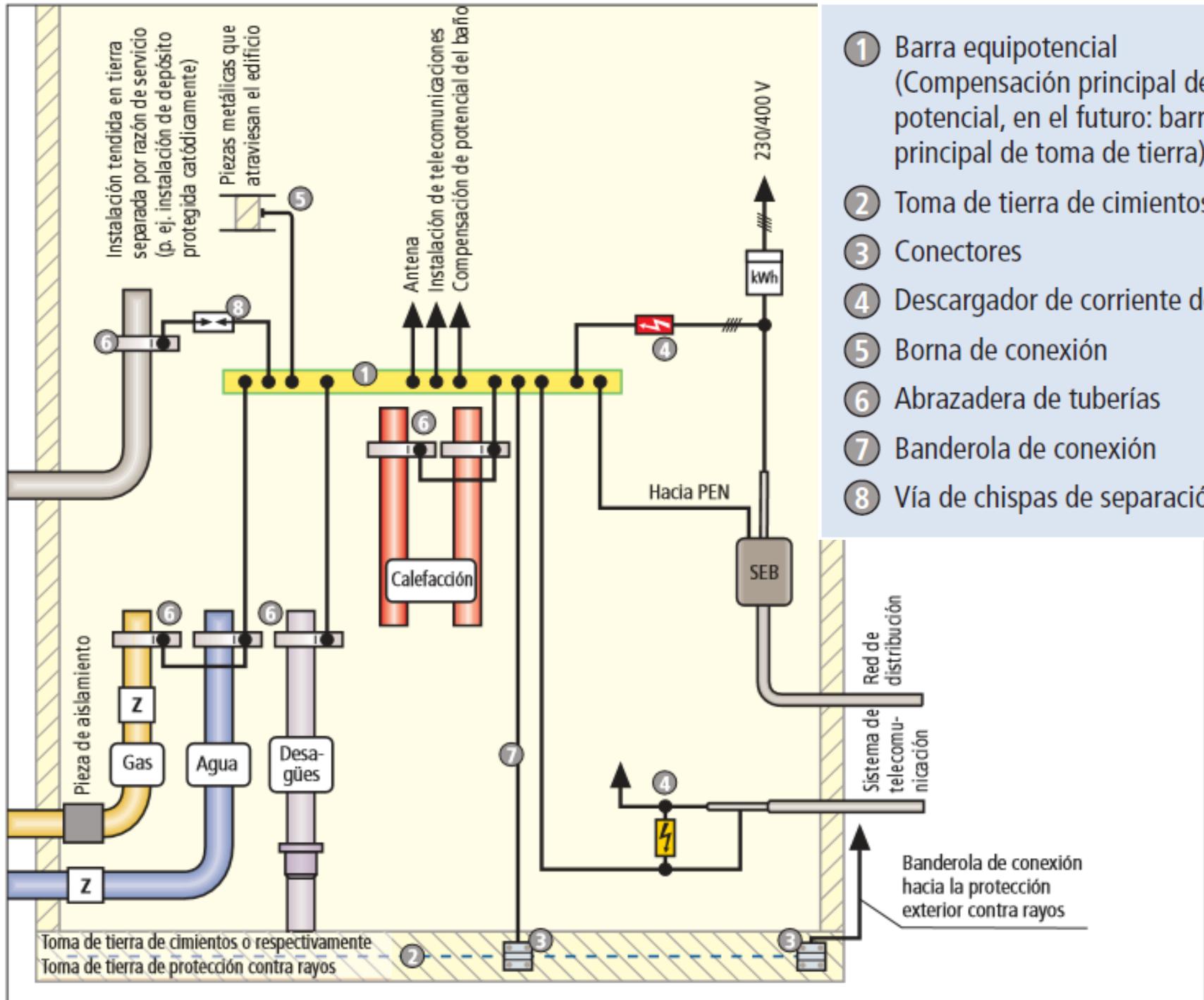
ESQUEMA IT (PURO)

Neutro aislado ((I)solated) de tierra

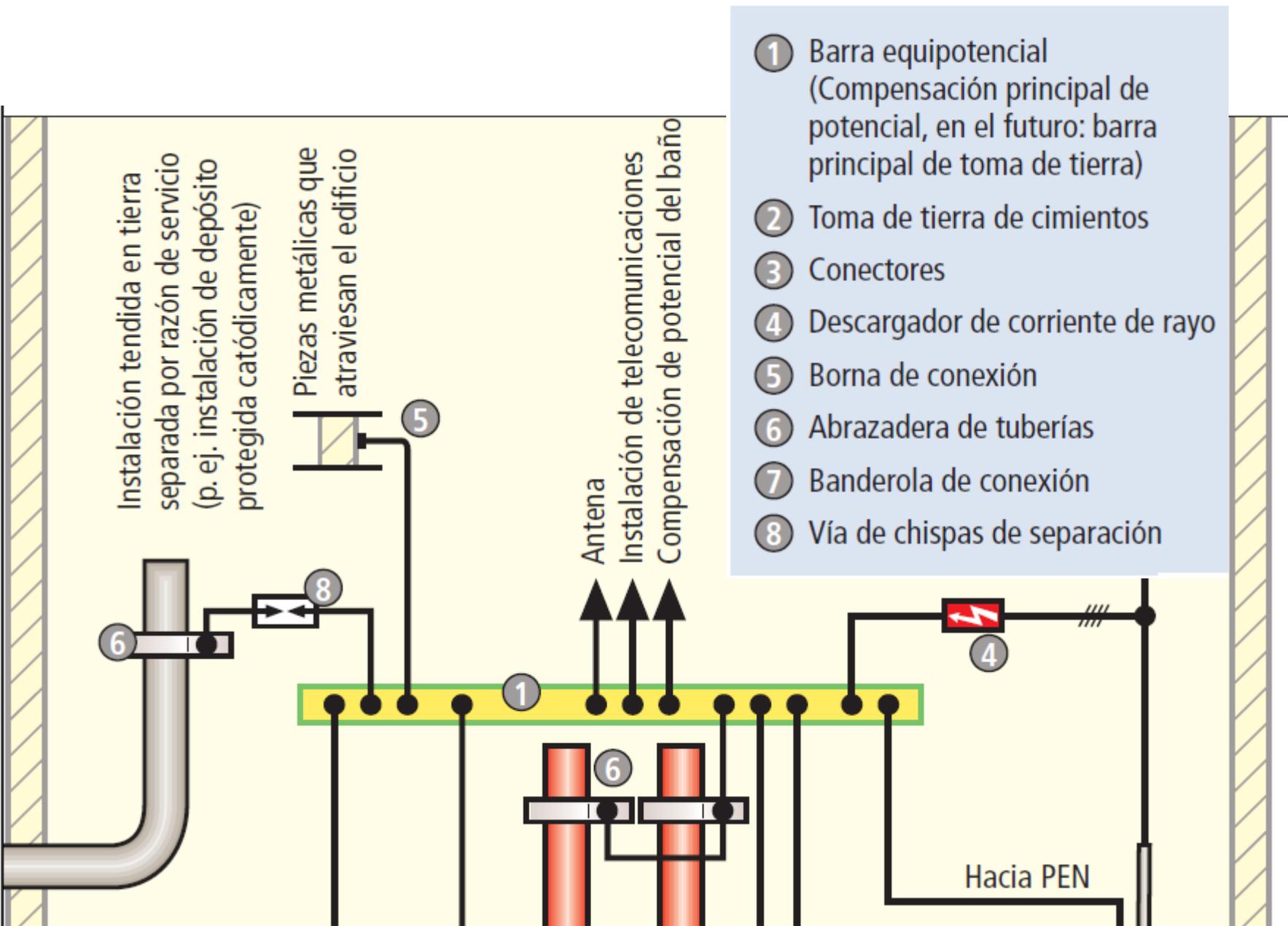
Masas de la

instalación de utilización a (T)ierra

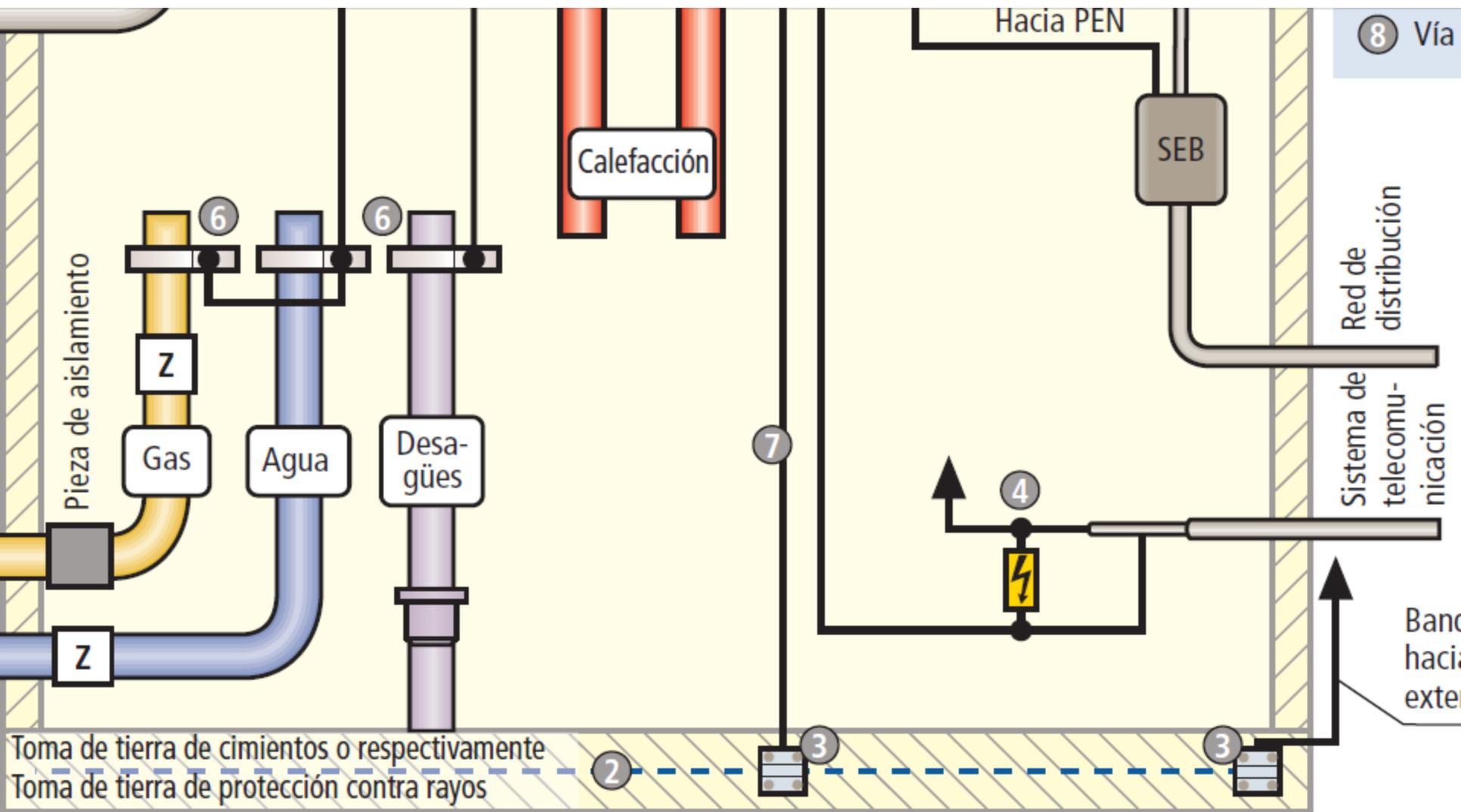




- 1 Barra equipotencial (Compensación principal de potencial, en el futuro: barra principal de toma de tierra)
- 2 Toma de tierra de cimientos
- 3 Conectores
- 4 Descargador de corriente de rayo
- 5 Borna de conexión
- 6 Abrazadera de tuberías
- 7 Banderola de conexión
- 8 Vía de chispas de separación

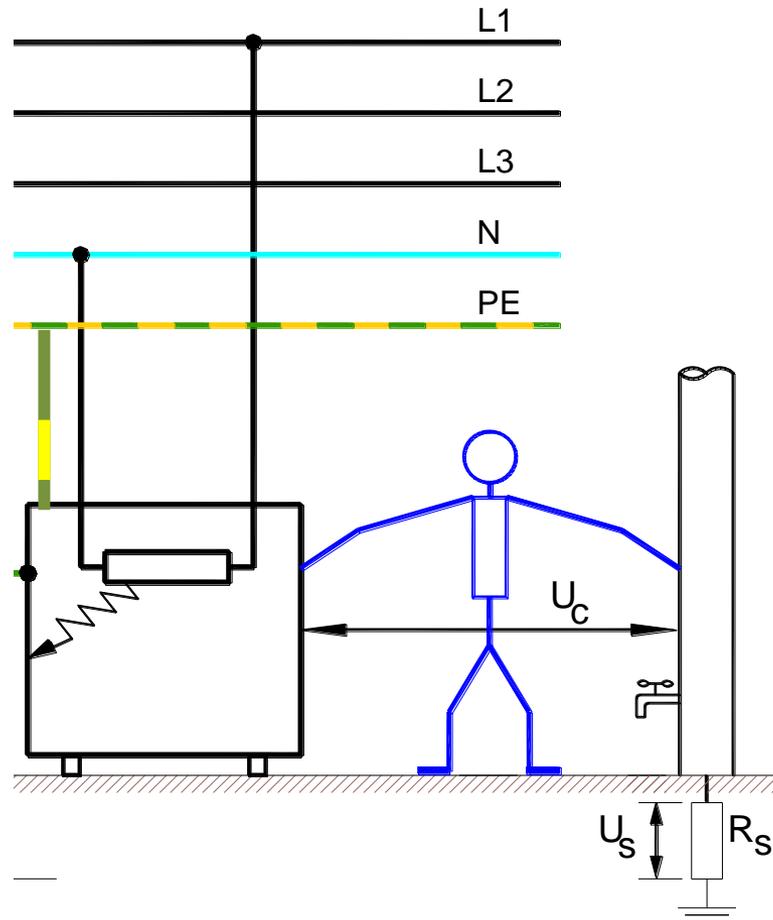


- ① Barra equipotencial (Compensación principal de potencial, en el futuro: barra principal de toma de tierra)
- ② Toma de tierra de cimientos
- ③ Conectores
- ④ Descargador de corriente de rayo
- ⑤ Borna de conexión
- ⑥ Abrazadera de tuberías
- ⑦ Banderola de conexión
- ⑧ Vía de chispas de separación



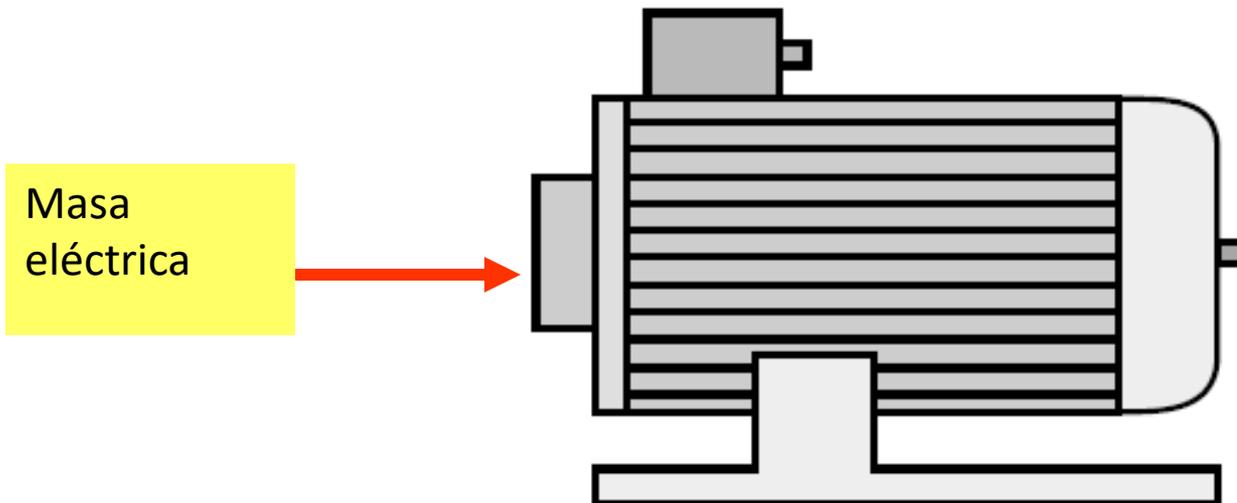
LA IMPORTANCIA DE LA EQUIPOTENCIALIDAD

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



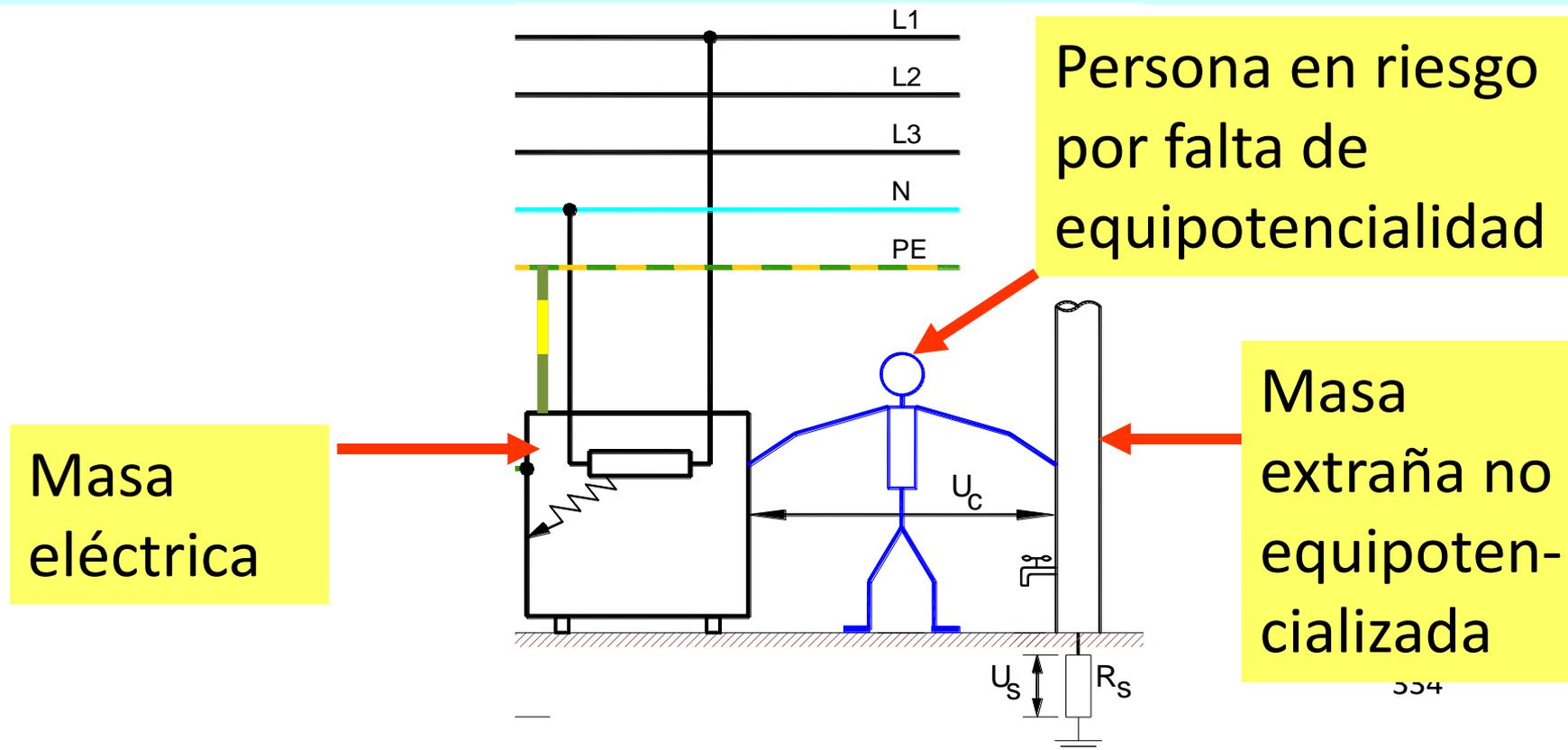
Masa Eléctrica (en una instalación); PARTE CONDUCTORA ACCESIBLE o EXPUESTA (VEI 195-06-10)

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**.



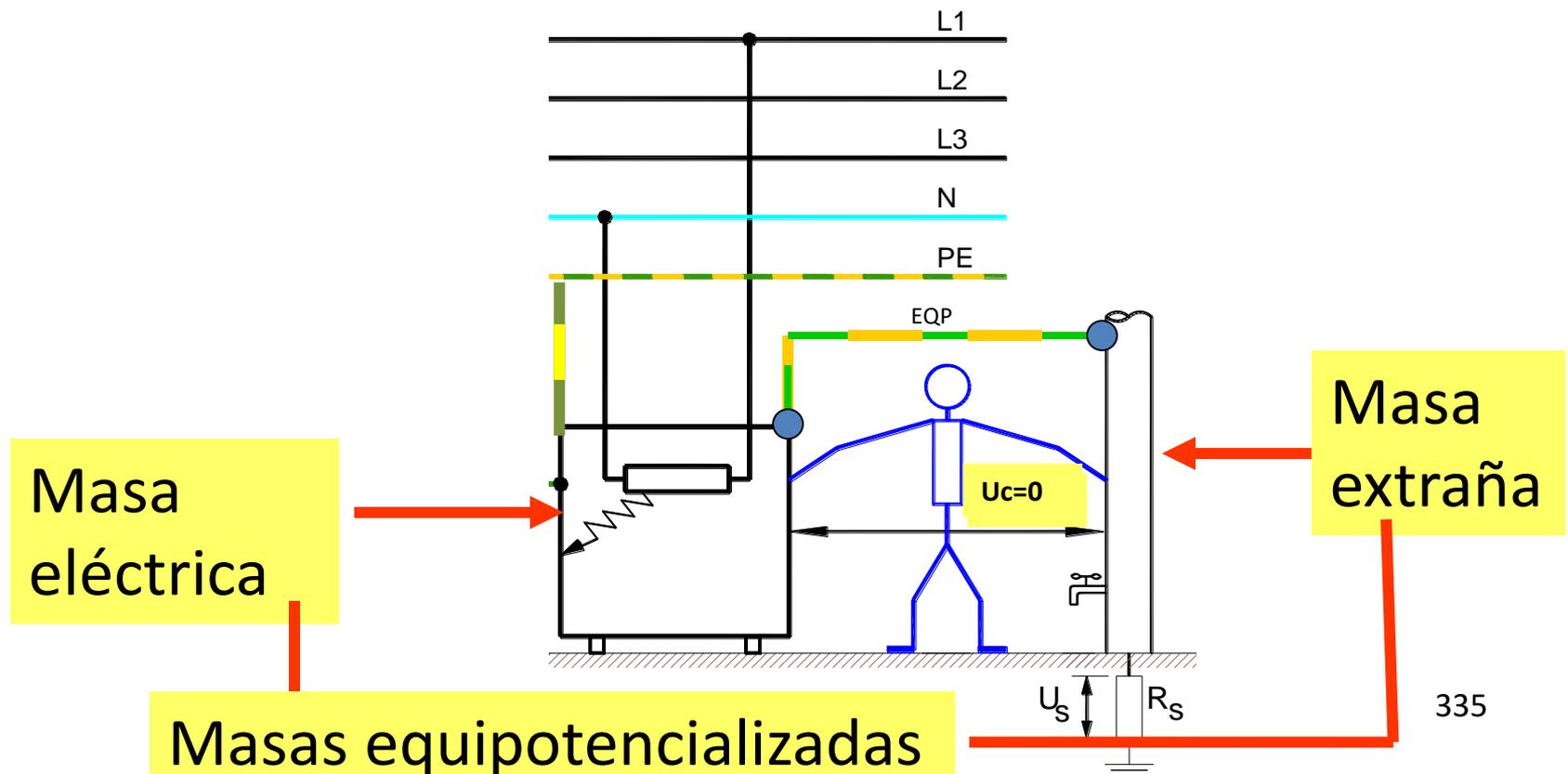
Masa Extraña (en una instalación); ELEMENTO CONDUCTOR EXTRAÑO (ajeno a la Inst. Eléctrica)

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).



¿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



A esta altura uno debe preguntarse ¿Qué valor aceptan o exigen como válido y como máximo, en el **ECT TT** para la resistencia de **R_{pat}** de protección, muchos especialistas en Higiene y Seguridad incluso muchos especialistas eléctricos? Muchos toman todavía como válido, un valor de **R_{pat}** 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 10Ω 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 $R_{m\acute{a}x}$ de **pat** de protección de 40Ω 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 Ω con ID de hasta 500 mA y **Rpat** de hasta 500 Ω 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 I_d 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 **R_{pat}** **R_b** .

Sin embargo por ese electrodo con R_{pat} R_b 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**.

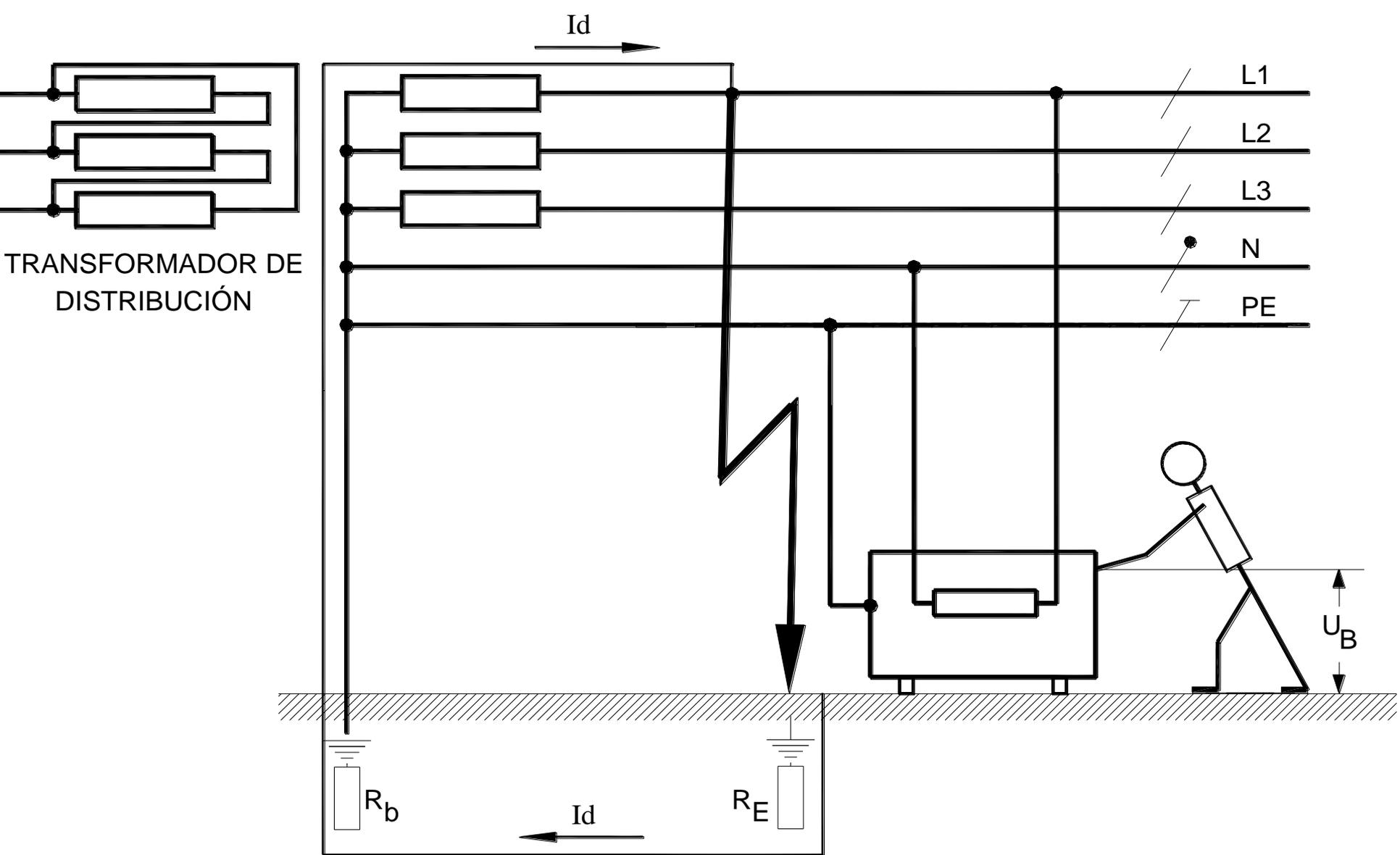
Si hay dos **pat**, a una se conectará el neutro del transformador y a la otra **las masas de MT (13,2 o 33 kV)**. Se la denomina **TNS (no confundir con TN-S)**.

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**.

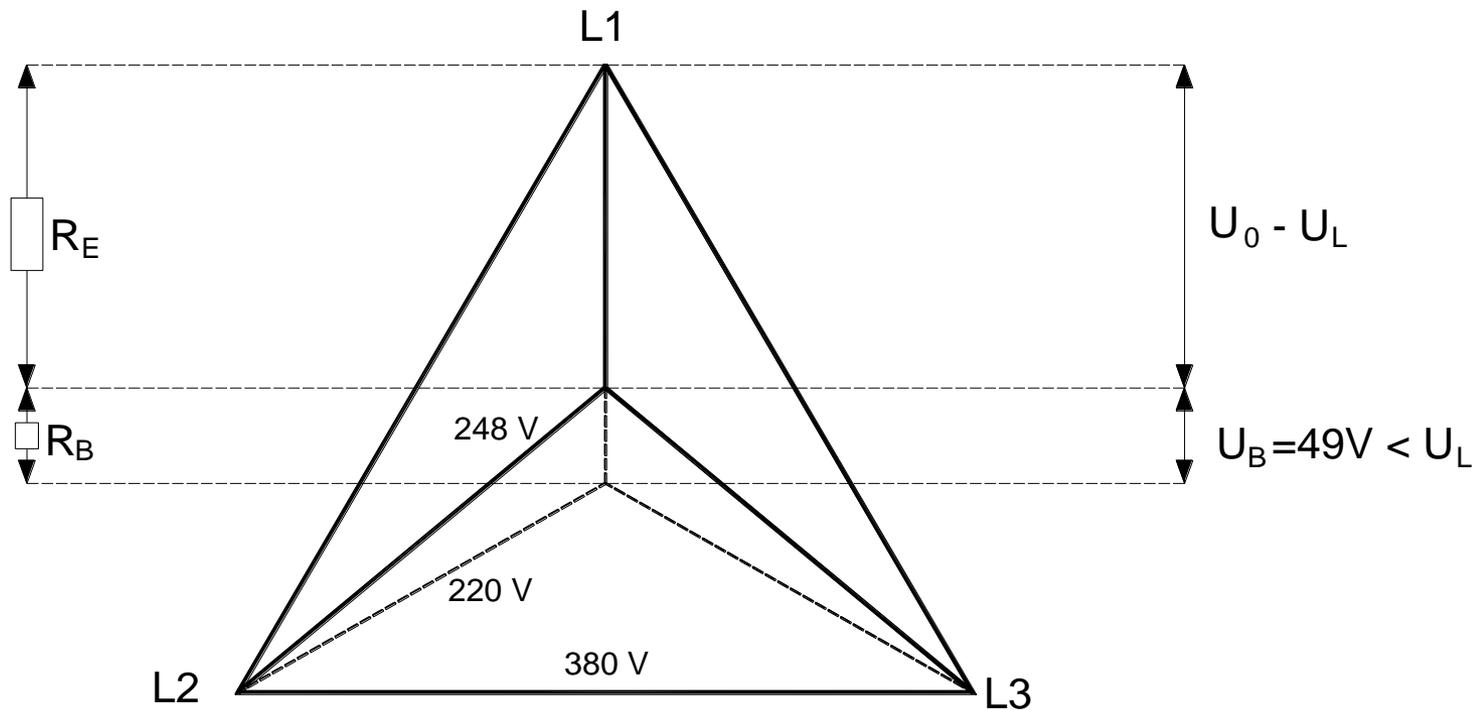
Sin embargo por ese electrodo con **R_{pat}** **R_b** puede circular otra corriente de falla provocada por una situación poco probable pero que debe ser considerada que se produce **cuando un conductor de línea hace contacto con la tierra o con una masa extraña no equipotencializada** (ver figura siguiente).



Falla directa a tierra en un esquema TN-S

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 R_{pat} $R_E = 7 \Omega$, la pat del N o de servicio R_B debe ser \leq a $0,86 \Omega$ 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 2Ω .

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

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 **R_{pat}** 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 10Ω . 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.

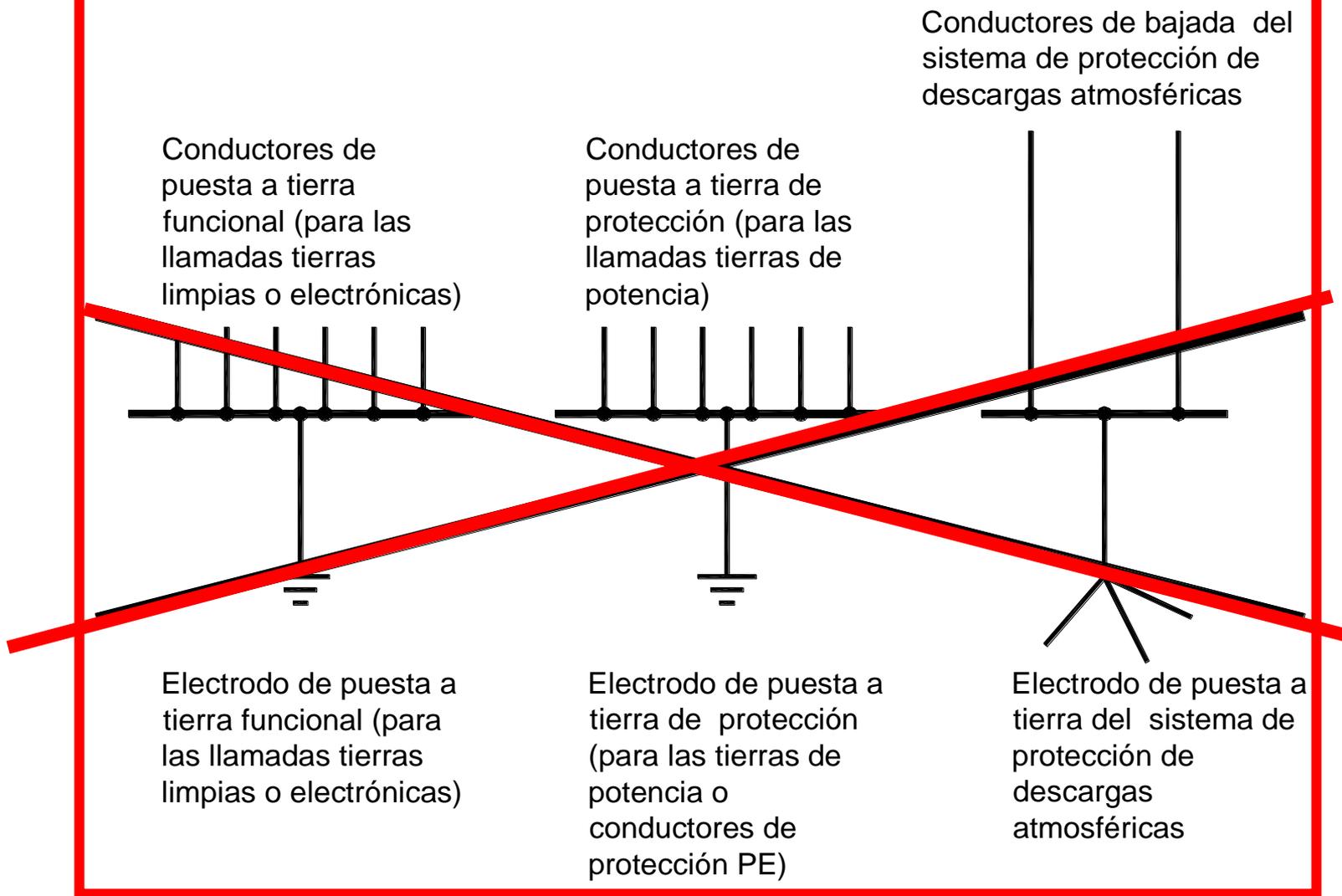
Independientemente de lo anterior, la

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.



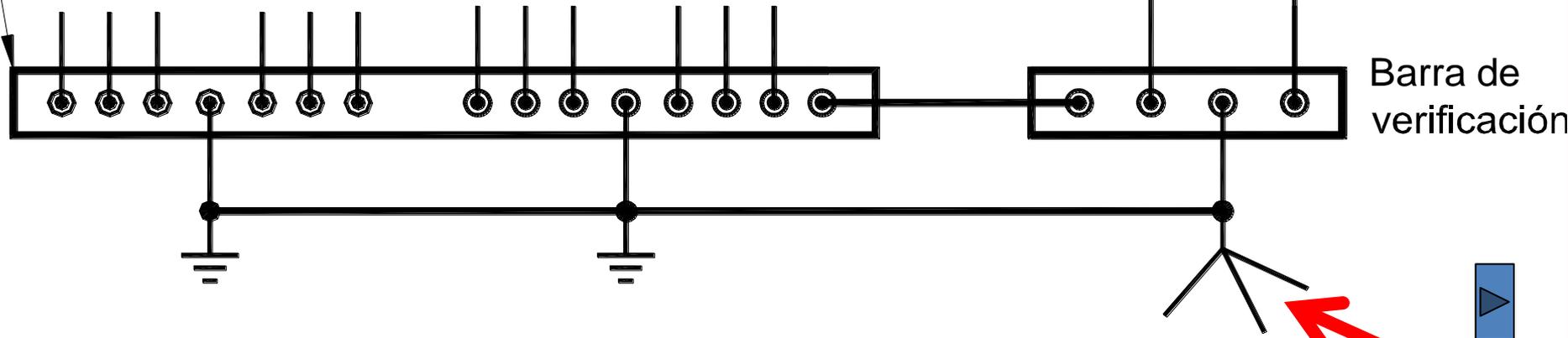
Tratando de obtener una red de tierra “limpia” destinada a servir, por ejemplo, de referencia para señales, las tomas de tierra no han sido interconectadas. Este procedimiento no cumple los requisitos de CEM y constituye un riesgo para la seguridad



Barra principal de puesta a tierra o
Barra equipotencial principal

Conductores de bajada del
sistema de protección de
descargas atmosféricas

Conductores de puesta a tierra de protección
PE (de potencia) y funcionales FE (para las
llamadas tierras limpias o electrónicas)



Múltiples electrodos de puesta a tierra interconectados

$R \leq 10 \text{ ohm}$

Este tipo de instalación es recomendado en los casos generales tanto para la seguridad como para la CEM.

¿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 anomalía?

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 R_{pat} 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 aislamiento sería, en el ECTTT, $U_t = I_d \times R_a$ (corriente de falla por la R_{pat} de protección R_a).

En el caso del ECT TN-S, donde no interviene la R_{pat} , 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

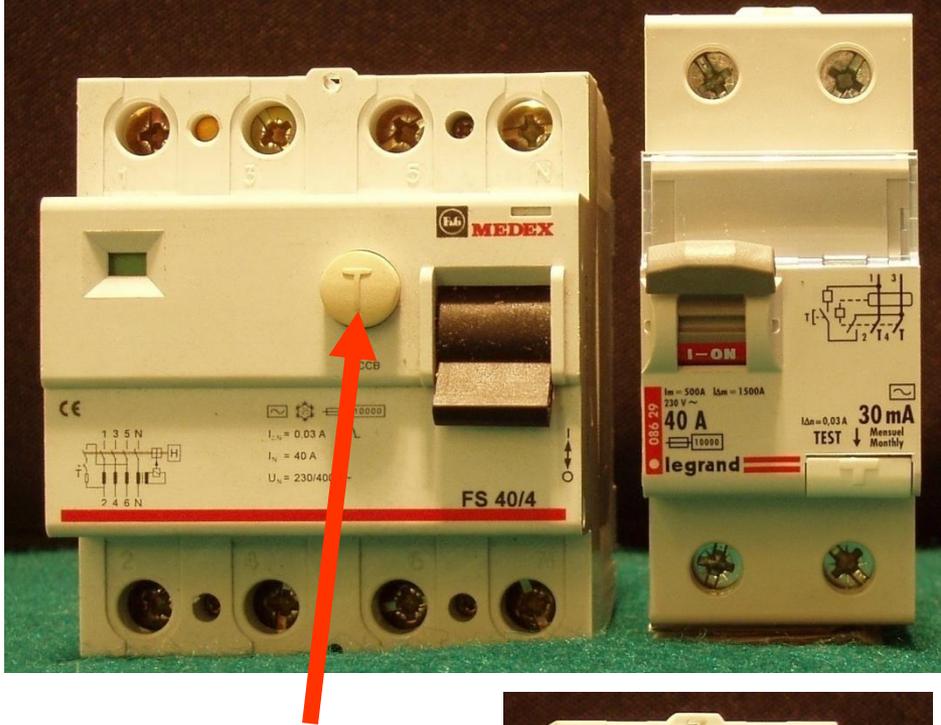
La tensión convencional límite de contacto es para nuestro país de 24 V con relación a tierra (alterna o continua).

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.

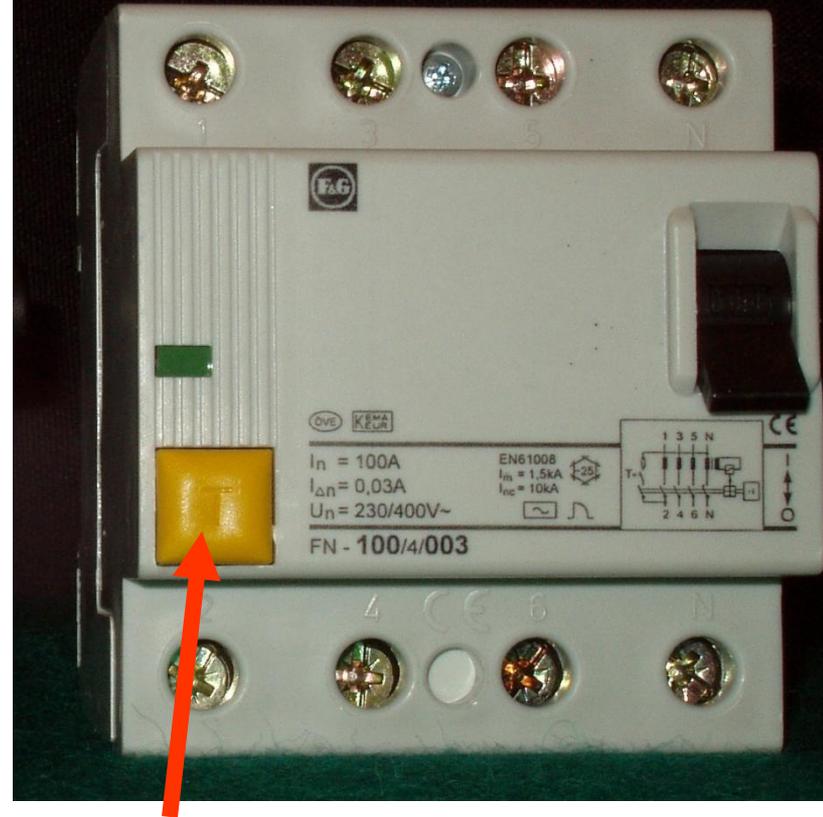
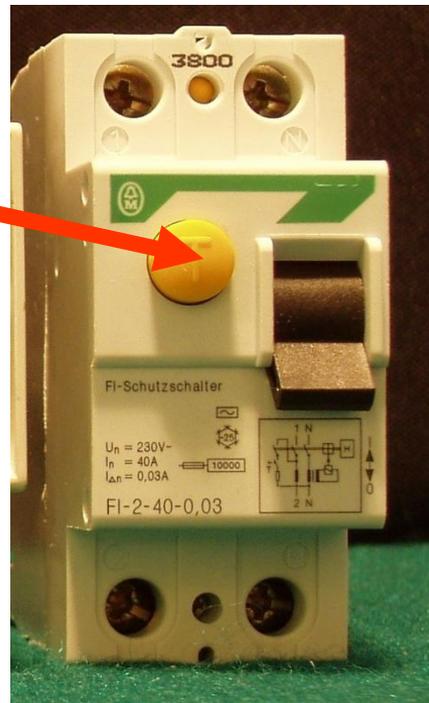
En nuestro país, cuando la tensión contacto presunta U_t resulta superior a 24 V, debe existir en el circuito un DP que desconecte automáticamente la alimentación para proteger a las personas (y a los animales domésticos) del riesgo de contacto indirecto.

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.

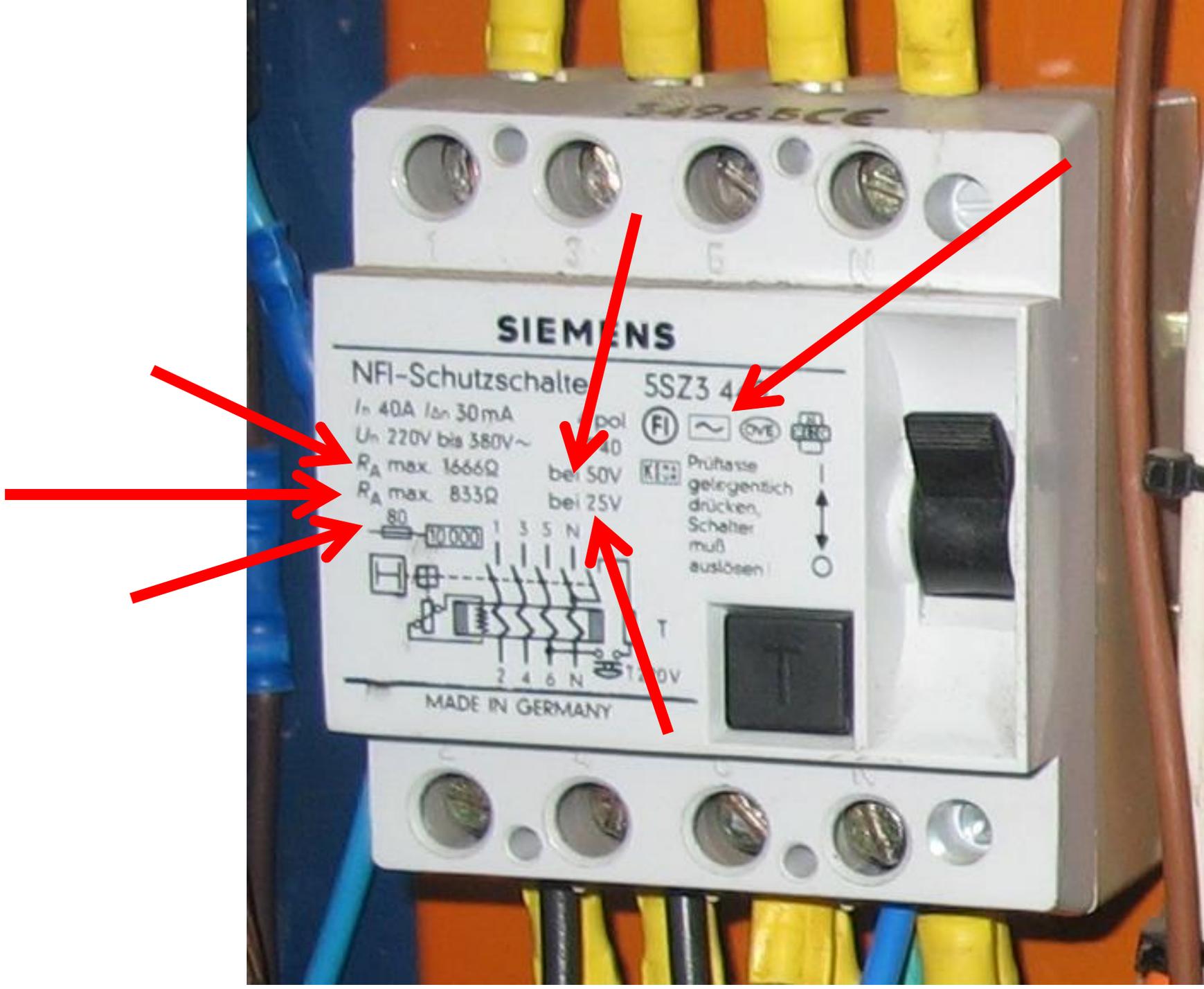


Pulsador de prueba



Pulsador de prueba

El pulsador debe ser operado cada 30 días.
Solo verifica el funcionamiento
electromecánico, pero no la $I_{\Delta n}$ ni el tiempo
de disparo



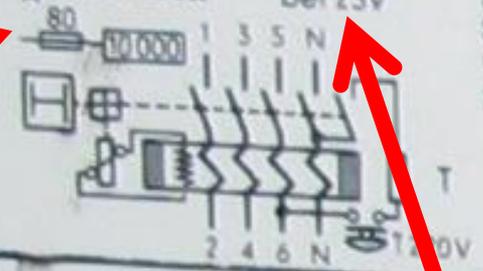
SIEMENS

NFI-Schutzschalter 5SZ3 4

I_n 40A $I_{\Delta n}$ 30mA
 U_n 220V bis 380V~
 R_A max. 1666Ω
 R_A max. 833Ω

4 pol
40
bei 50V
bei 25V

FI \sim DVE
KI: Prüftaste gelegentlich drücken, Schalter muß auslösen!



MADE IN GERMANY

I_n 40A $I_{\Delta n}$ 30mA

U_n 220V bis 380V

R_A max. 1666 Ω

R_A max. 833 Ω

4 pol

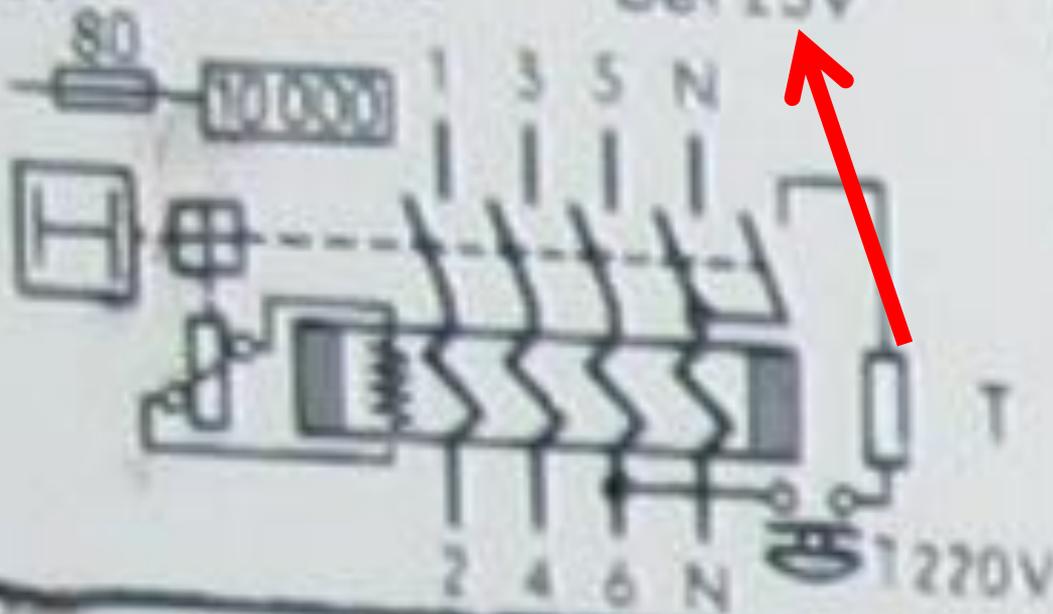
IP40

bei 50V

bei 25V



Prüftaste
gelegentlich
drücken,
Schalter
muß
auslösen!



MADE IN GERMANY



SIEMENS

NFI-Schutzschalter 5SZ3 440

I_N 40 A $I_{\Delta N}$ 30 mA 4 pol

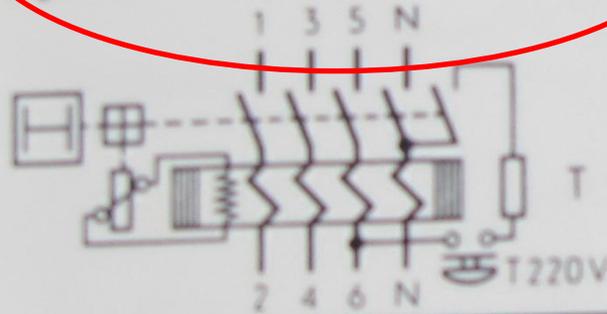
U_N 220 V bis 380 V ~ IP 40

R_E max. 2100 Ω bei 65 V

R_E max. 800 Ω bei 24 V



Prüftaste
gelegentlich
drücken,
Schalter
muß
auslösen!



MADE IN GERMANY

NFI-Schutzschalter

I_n 10 A $I_{\Delta N}$ 30 mA 4 pol

U_N 220 V bis 380 V ~ IP 40

R_E max. 2100 Ω bei 65 V

R_E max. 800 Ω bei 24 V

1 3 5 N



Drucktaste
gelegentlich
drücken,
Schalter
muß
auslösen!



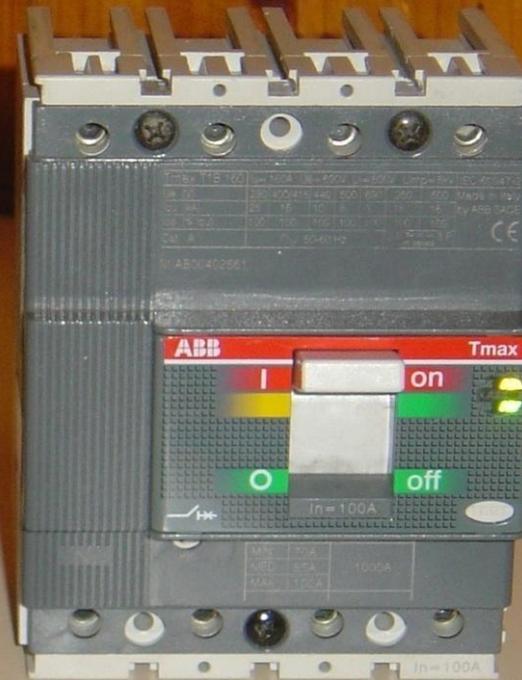
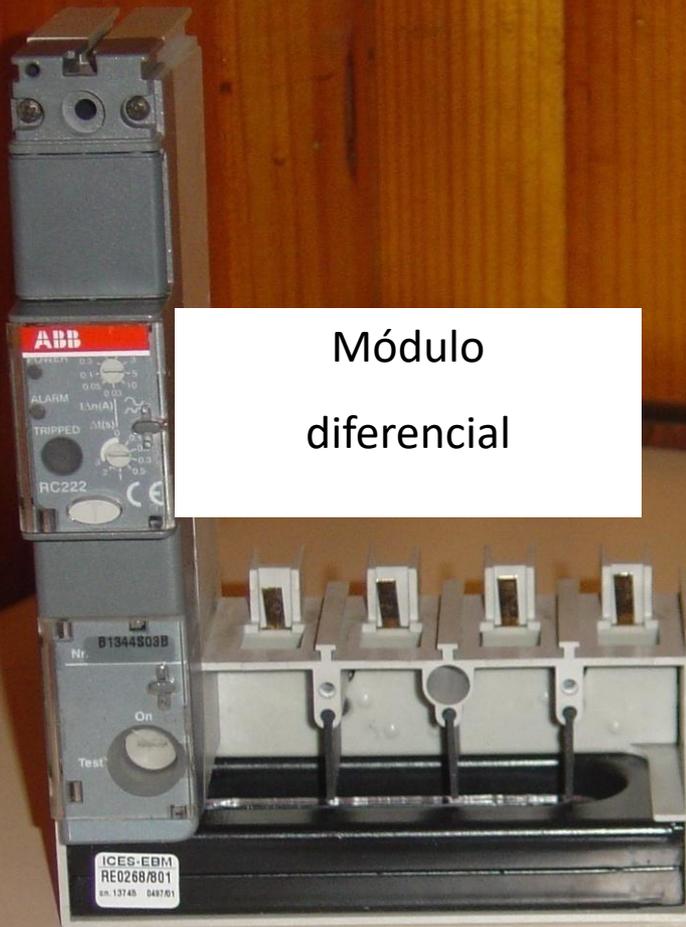
Interrupor automático puro

Interrupor automático puro

Módulo
diferencial

Interrupor automático puro

Módulo
diferencial



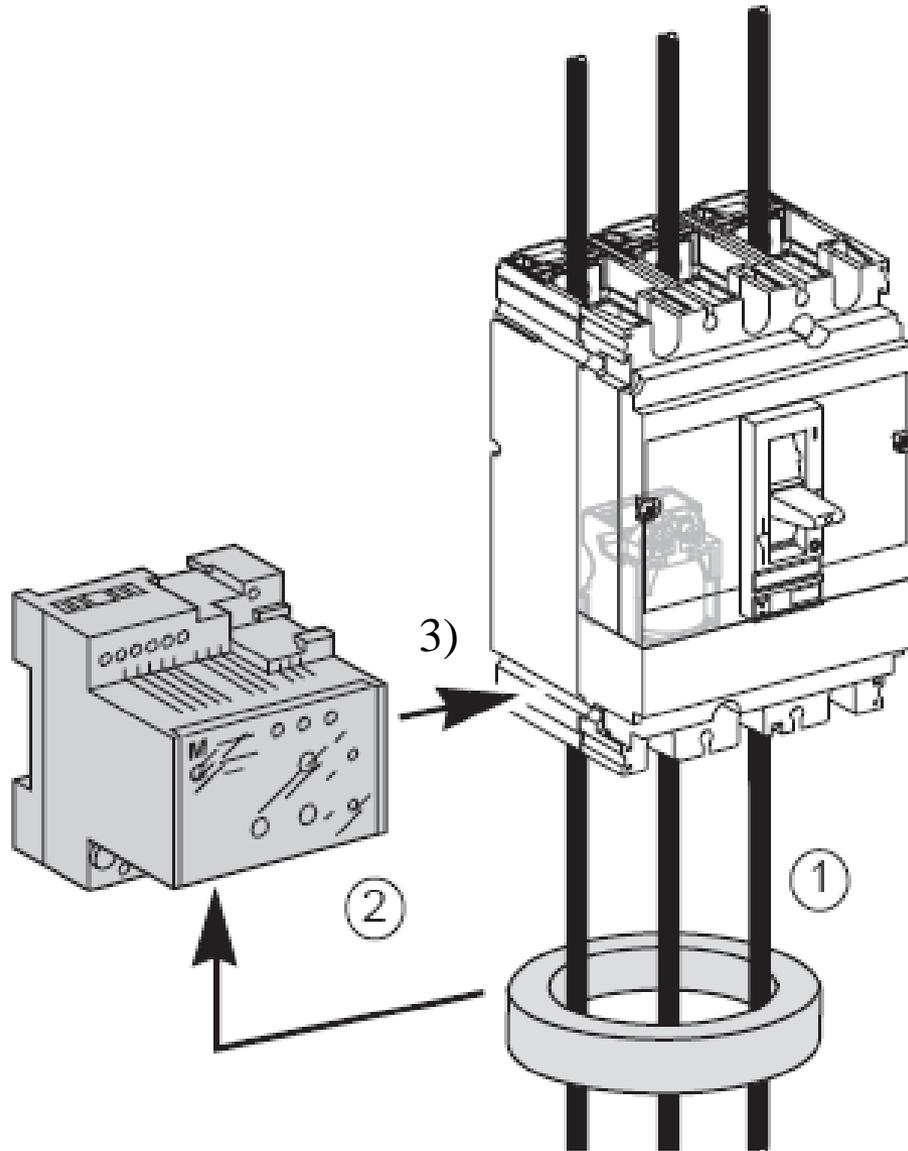
6 11 2007





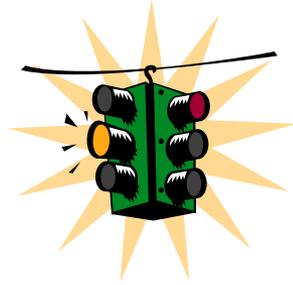
Interruptor en caja moldeada asociado a un relé diferencial

- 1) Toroide que detecta la corriente diferencial
- 2) Relé diferencial que toma la corriente diferencial del toroide y le da la orden de disparo al IA en función de la corriente diferencial regulada y el tiempo seleccionado
- 3) Bobina de disparo del IA



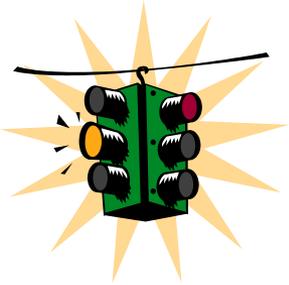
**LA SEGURIDAD Y
LA ADECUADA
EJECUCIÓN DE LAS
INSTALACIONES
DE PUESTA A TIERRA**

Poner a tierra no alcanza

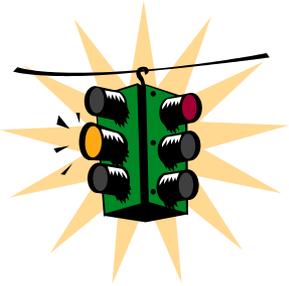


ALERTA :

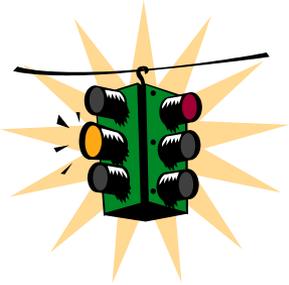
dejar de pensar de que con la pat y
la medición de la Rpat alcanza



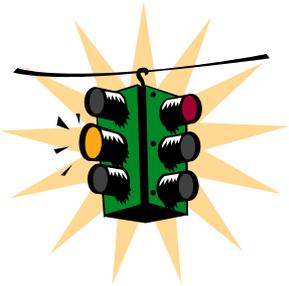
ALERTA 1: dejar de pensar de que con la medición de la Rpat alcanza



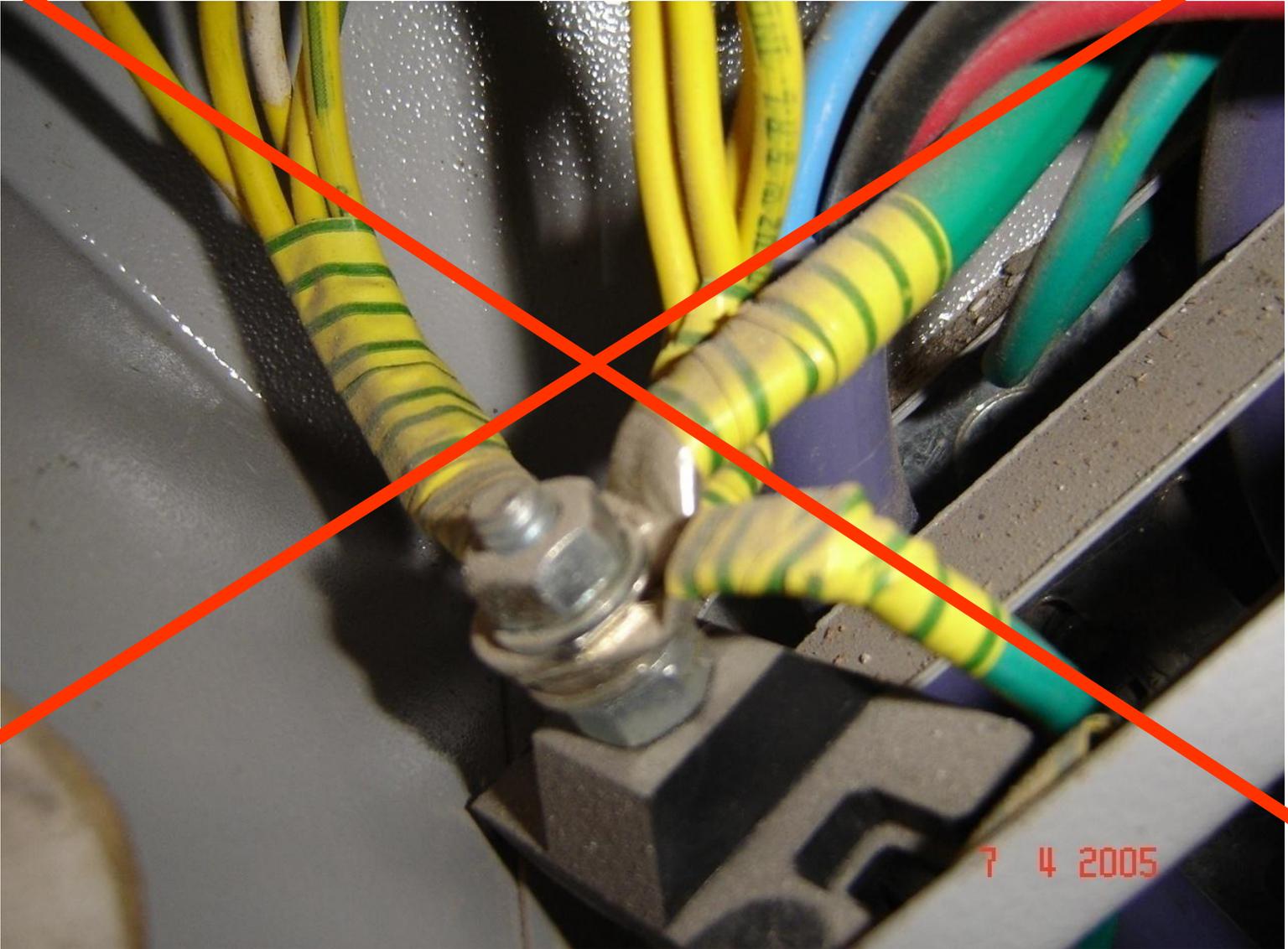
ALERTA 2: efectuar siempre en forma cuidadosa la instalación de PaT, el tendido y conexionado de los conductores PE y su conexión a todas las masas y tomacorrientes (verificar continuidad), el tendido y conexionado de los conductores de las conexiones equipotenciales



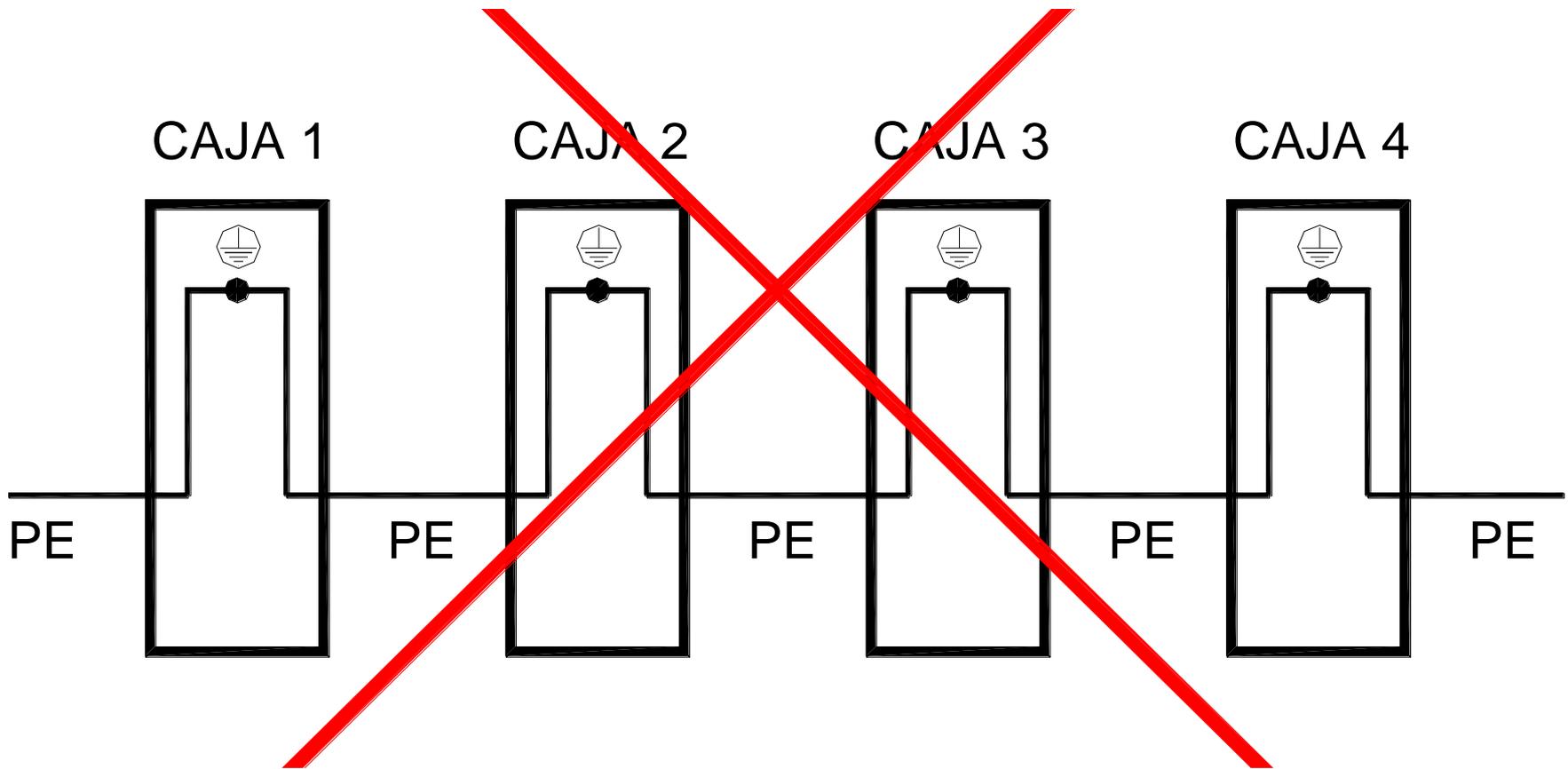
ALERTA 3: prohibición de la conexión del conductor PE a cajas o tableros, en GUIRNALDA o en SERIE, que se corta para entrar y salir. SIEMPRE CONECTAR EL PE EN DERIVACIÓN



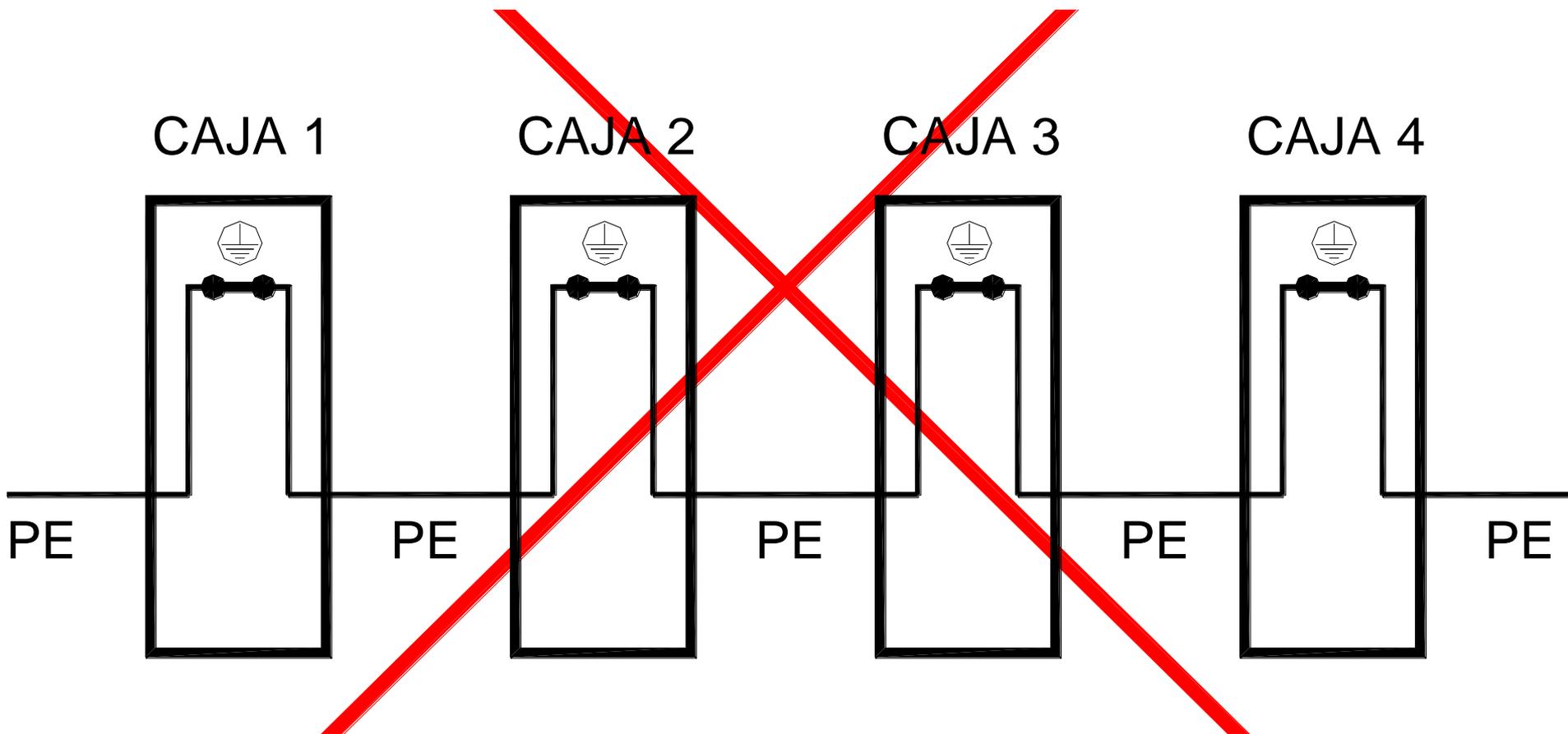
ALERTA 4: prohibición de efectuar más de una conexión sobre un mismo borne. O sea que bajo ningún concepto se deben compartir bornes.



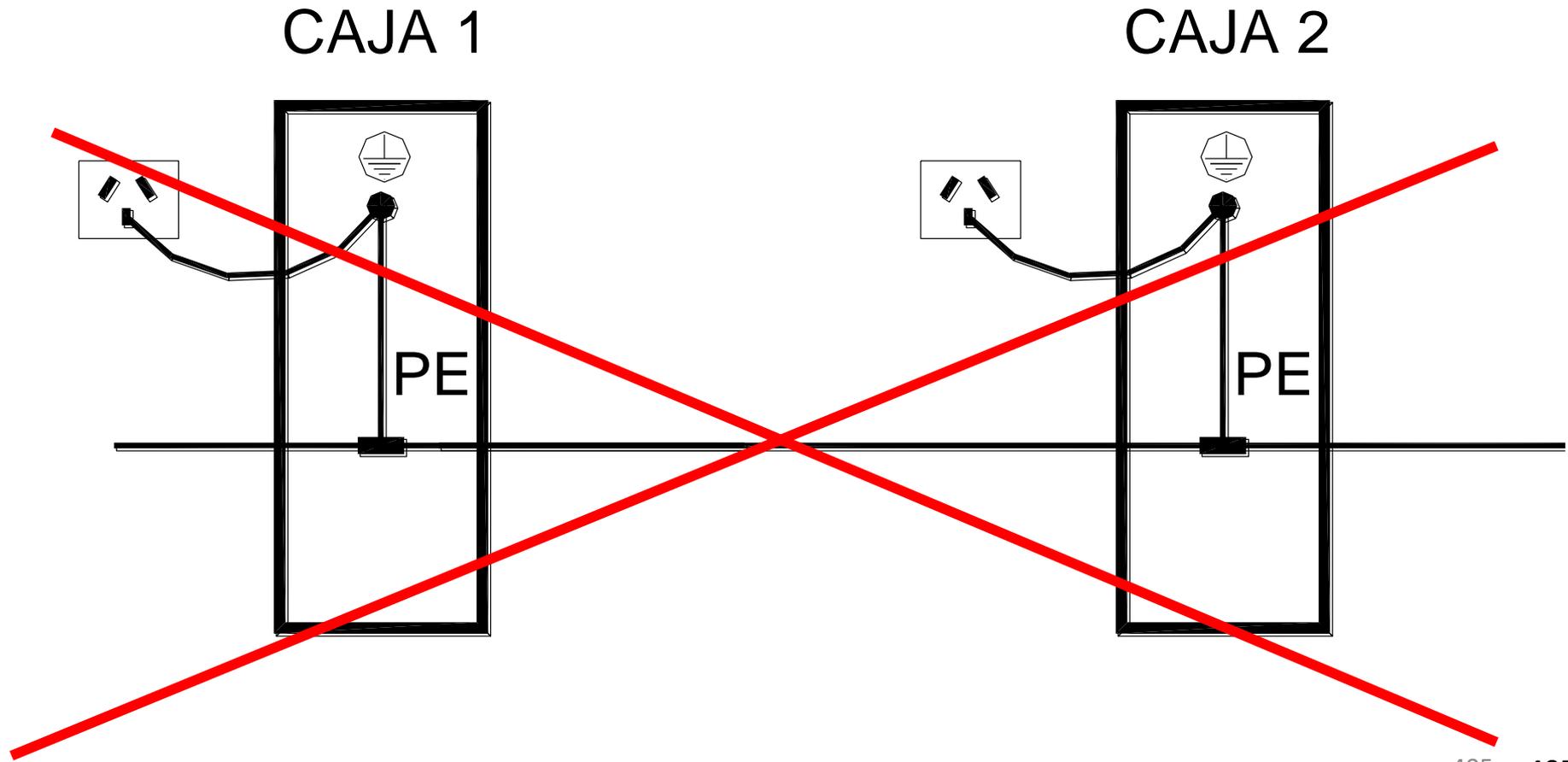
CONEXIÓN **PROHIBIDA** D/ CONDUCTOR **PE A UNA CAJA** POR SER CONEXIÓN EN **GUIRNALDA** y TENER **2 CONEXIONES** SOBRE UN **MISMO BORNE**



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

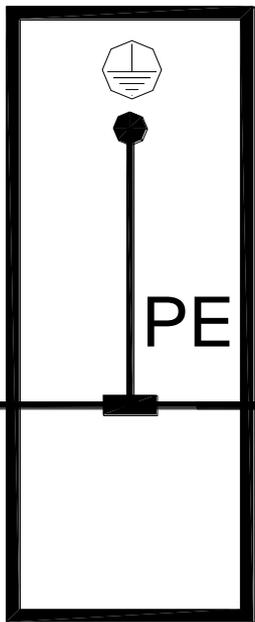


CONEXIÓN **NO PERMITIDA** DEL CON-DUCTOR **PE**
DE UN TOMACORRIENTE A UNA CAJA: NO SE
PERMITE LA CONEXIÓN EN UN MISMO BORNE

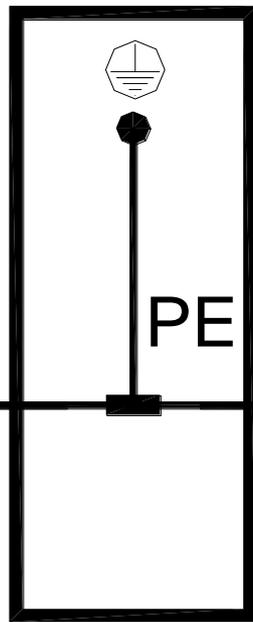


CONEXIÓN PERMITIDA DEL CONDUCTOR *PE* A UNA CAJA O TABLERO: CONEXIÓN EN DERIVACIÓN

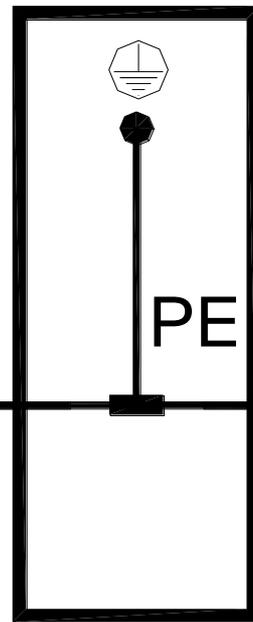
CAJA 1



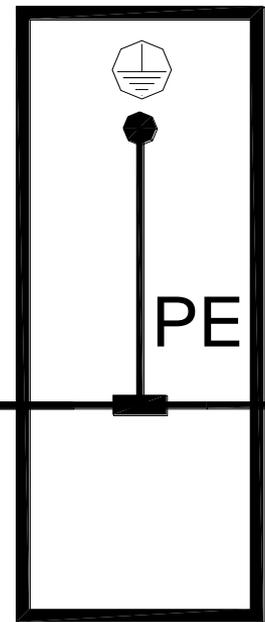
CAJA 2



CAJA 3

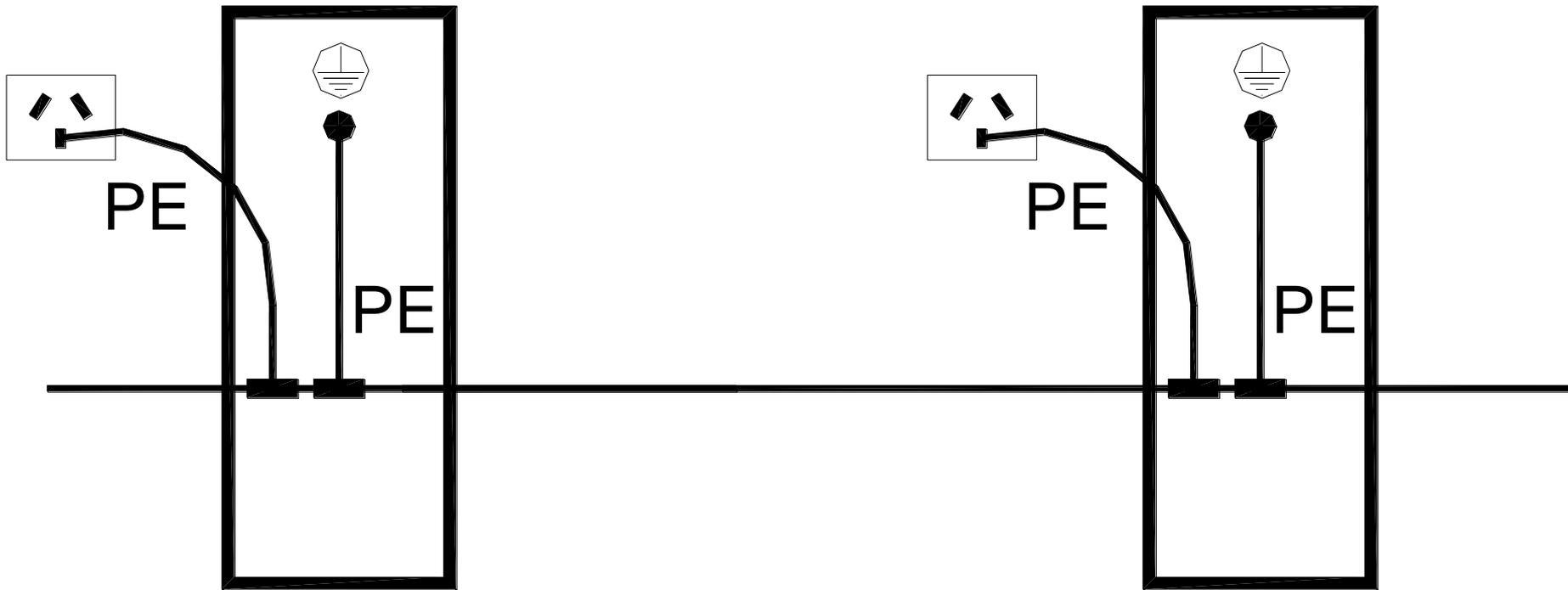


CAJA 4



PE

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



CONEXIONES PERMITIDAS DE CON-DUCTORES PE EN UN TABLERO O CA-JA: BARRA CON Ø ROSCADOS, BORNES DE TIERRA (PUENTE EN EL RIEL), ETC.

