



David Palavecino – 6 de mayo de 2020

Puesta a Tierra

de las Instalaciones Eléctricas y su relación
con la protección de las personas

David Palavecino para Roker

Esquemas de Conexión a Tierra (ECT):

Los ECT son una clasificación que habla de cómo se relacionan la conexión a tierra de las redes de alimentación y las masas eléctricas de las instalaciones consumidoras.

Esquema de conexión a tierra TT

El esquema TT tiene el neutro del sistema de alimentación conectado por el proveedor de la energía eléctrica directamente a una toma de tierra (tierra de servicio), y las masas eléctricas de la instalación consumidora conectadas a través de un conductor de protección (PE) y de un conductor de puesta a tierra, a otra toma de tierra (tierra de protección) eléctricamente independiente de la toma de tierra de servicio.

Secundario del
Transformador de
distribución

ESQUEMA DE CONEXIÓN TT

L1

L2

L3

N

Masa Eléctrica

PAT de Servicio

PAT de protección

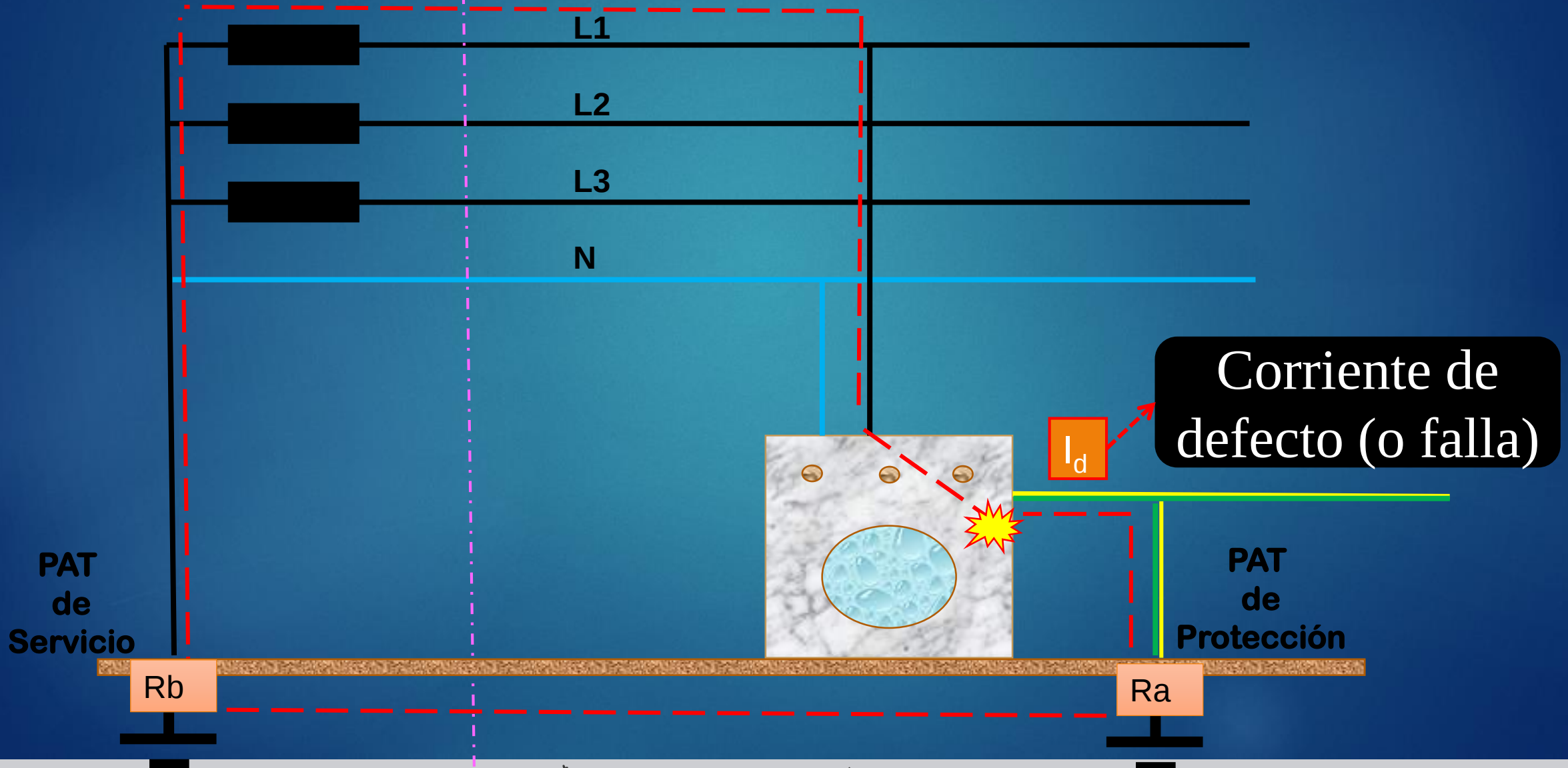


David Palavecino para Roker

El esquema de conexión TT es el obligatorio en todo inmueble que se alimente de la red pública de baja tensión. (En Argentina eso representa alrededor del 90% de las instalaciones)

¿Y qué sería el otro 10%?

Lazo de Falla en Esquema de Conexión TT

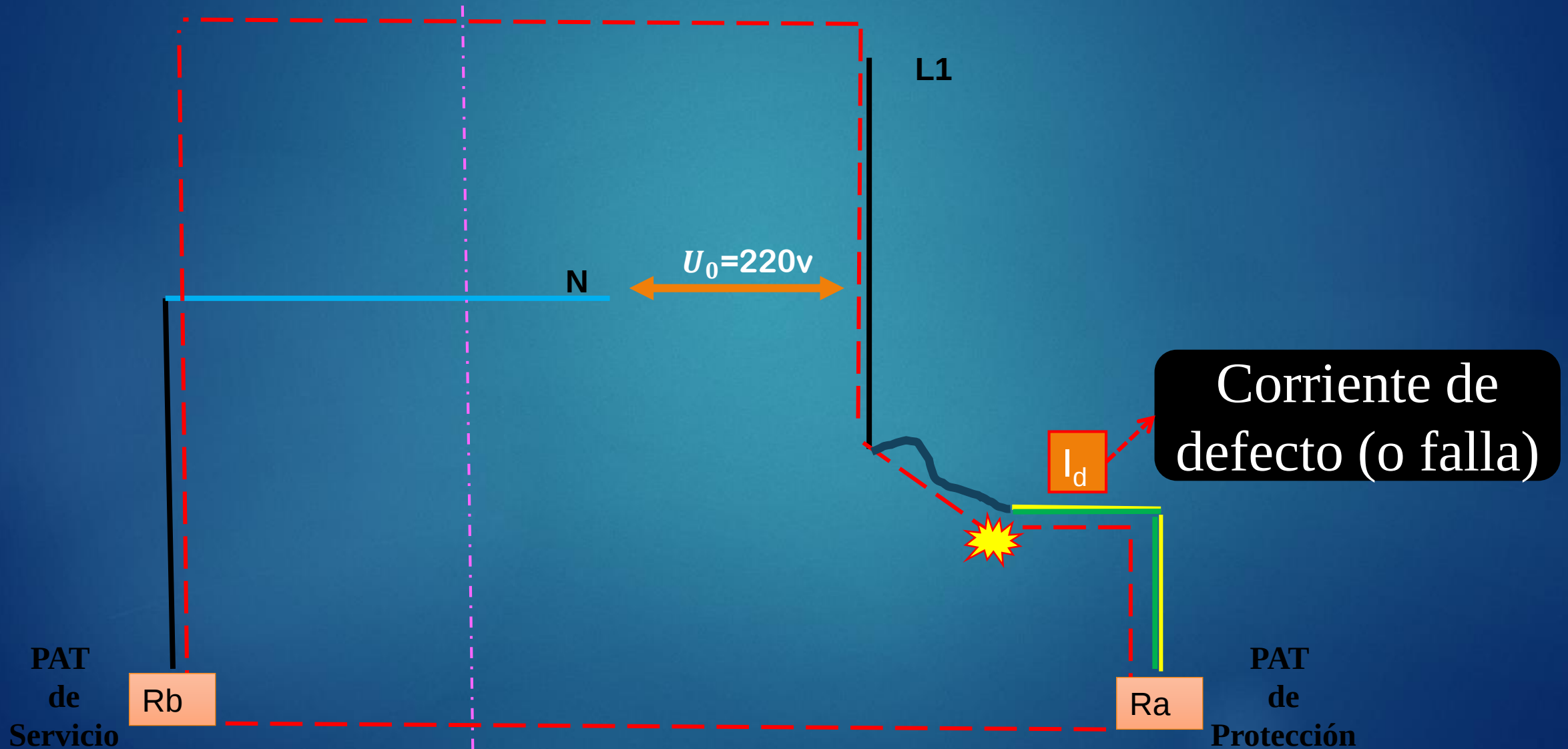


Vemos que las resistencias que intervienen son:

- La del conductor de protección PE.
- La del conductor de puesta a tierra PAT.
- La del conductor de esa fase.
- La impedancia de la bobina de esa fase del transformador.
- La resistencia de la puesta a tierra de protección R_a (inmueble).
- La resistencia de la puesta a tierra de servicio R_b (transformador).

Se desprecian
por ser de muy
bajo valor.

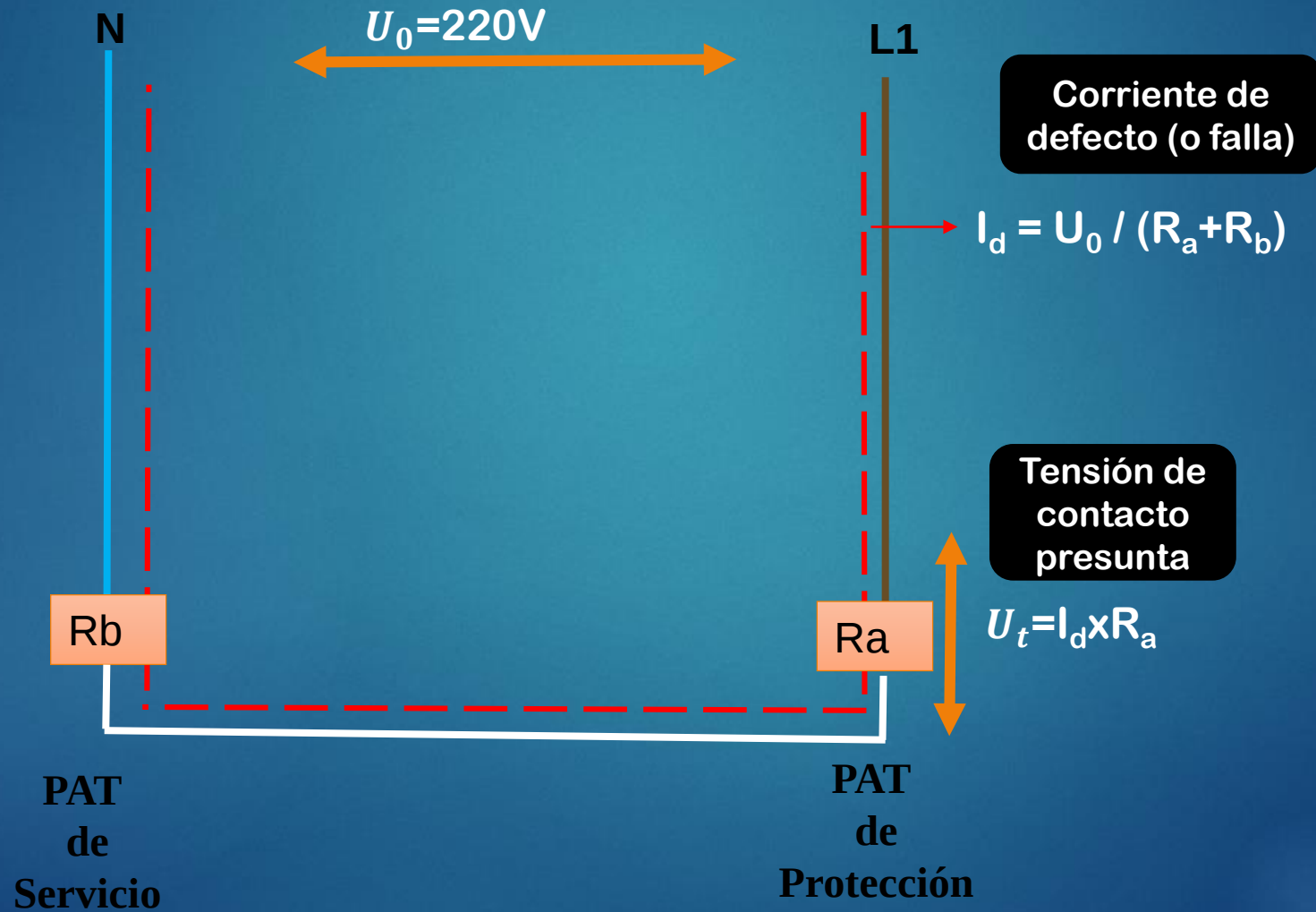
Lazo de Falla en Esquema de Conexión TT



El contacto entre el cable PE y una de las fases
¿Es un cortocircuito?

Aún así, en un esquema TT
¿Puedo llegar a tener corrientes grandes
si se toca el PE con una de las fases?

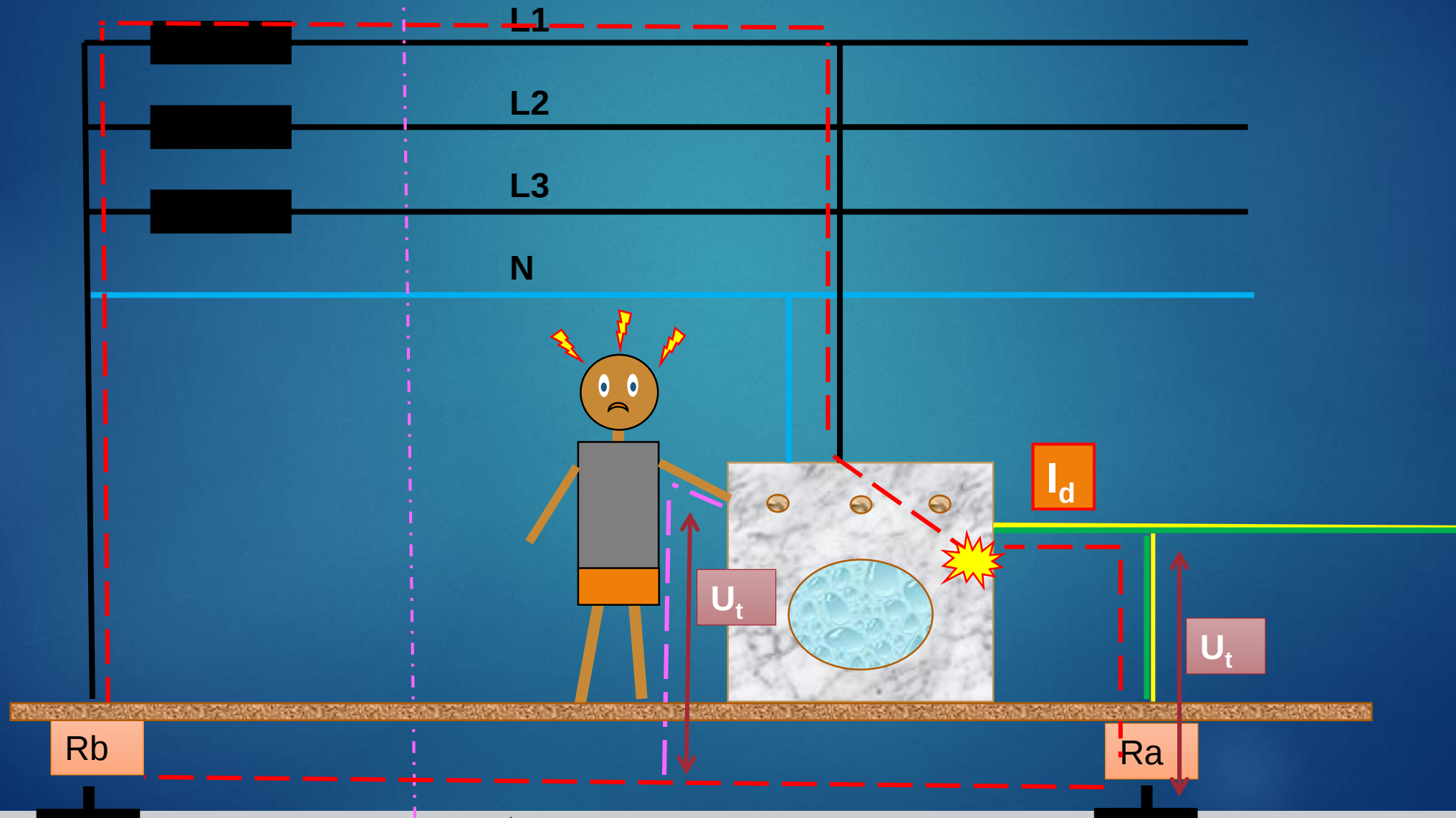
Lazo de Falla en Esquema de Conexión TT



<i>Resistencia PAT protección</i> R_a	<i>Resistencia PAT servicio</i> R_b	<i>Corriente de defecto</i> $I_d = U_0 / (R_a + R_b)$	<i>Tensión de contacto <u>presunta</u> (si no hay ID) $U_t = R_a \times I_d$</i>
40Ω	1 Ω	5,37A	214,8V
10Ω	1 Ω	20A	200V
1Ω	1 Ω	110A	110V

Valores
superiores
a los 24V
permitidos

Lazo de Falla en Esquema de Conexión TT



David Palavecino para Roker

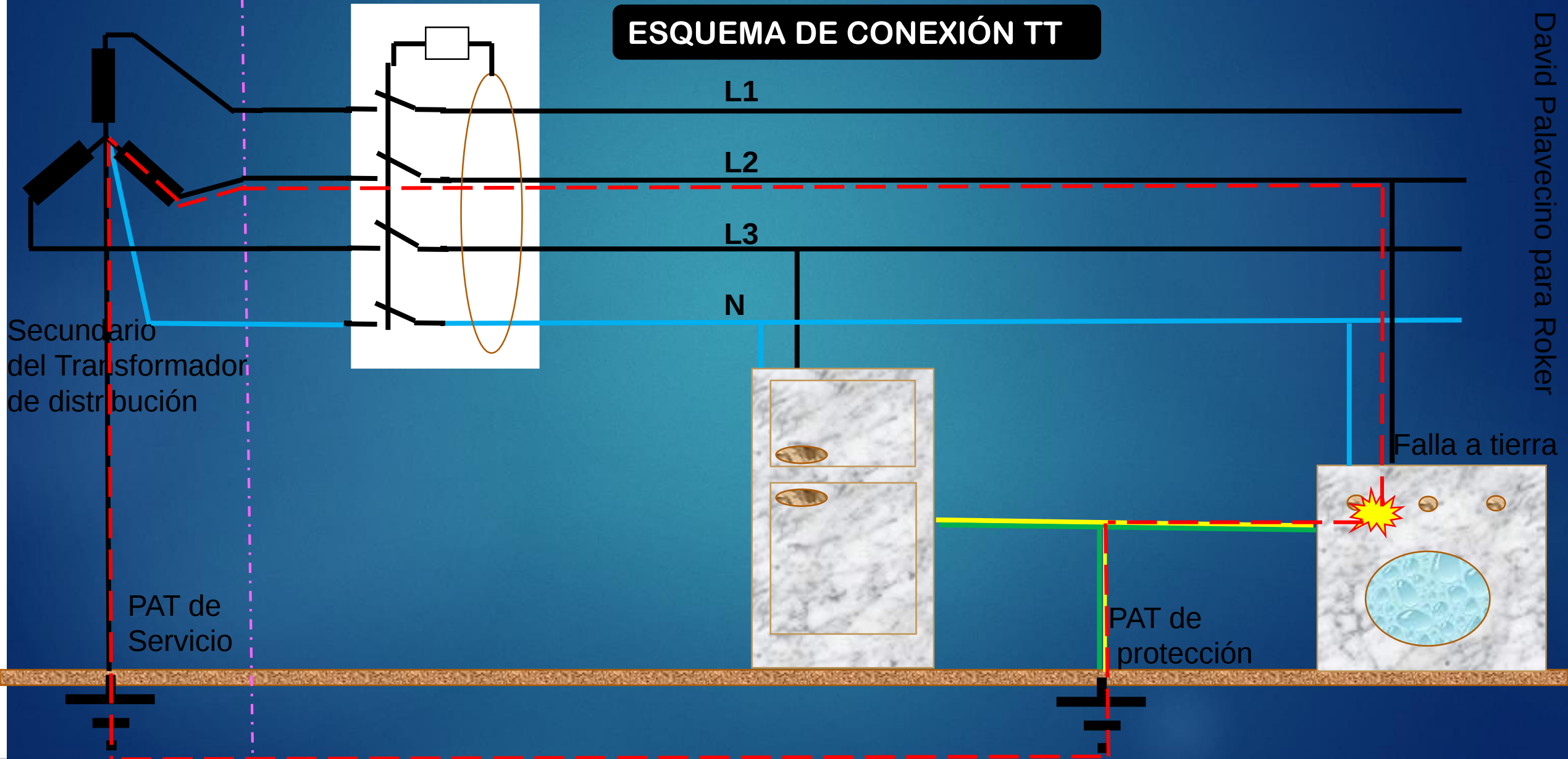
Ver animación: https://www.youtube.com/watch?v=8_XmE9xigU4

Esto demuestra que la puesta a tierra no es una protección contra contactos indirectos por sí sola, debe asociarse con un dispositivo de corte automático de la alimentación, que interrumpa la corriente antes de que alcance un valor tal que la tensión de contacto sea peligrosa.

Este dispositivo en un esquema TT solo puede ser un dispositivo diferencial.

¿Y por qué no un PIA o un fusible?

ESQUEMA DE CONEXIÓN TT



David Palavecino para Roker

Corriente diferencial máxima asignada del dispositivo diferencial $I_{\Delta n}$		Columna 3 Valor <u>máximo permitido</u> de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas $R_a (\Omega)$	
Sensibilidad baja	20 A	0,6	Protección contra contactos Indirectos en lugares sin riesgo de incendio y con BA4 ,BA5
	10 A	1,2	
	5 A	2,4	
	3 A	4	
Sensibilidad media	1 A	12	Protección contra Contactos Indirectos en lugares con BA1, BA2,BA3. Protección contra incendios por fugas
	500 mA	24	
	300 mA	40	
	100 mA	40	
Sensibilidad alta	Hasta 30 mA inclusive	40	

Protección contra Contactos Directos.
No interviene la PAT.

Info completa sobre este cuadro:

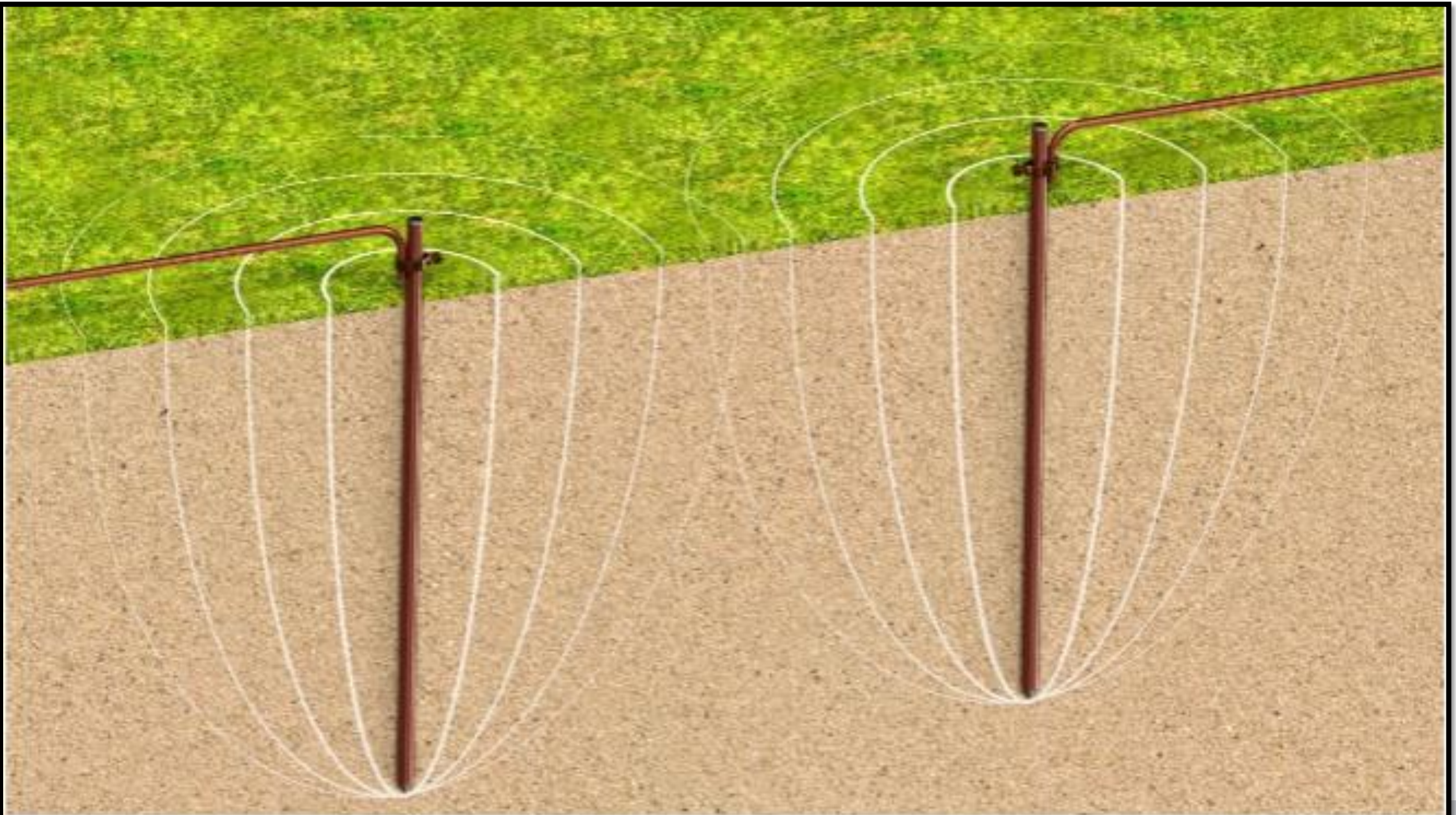
<https://www.youtube.com/watch?v=hgsyvg8Oial&t=1s>

- ***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.***

Lo 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.

Es una distancia que indica una zona de *influencia electromagnética* del electrodo de puesta a tierra. Depende de la forma y dimensiones del electrodo.



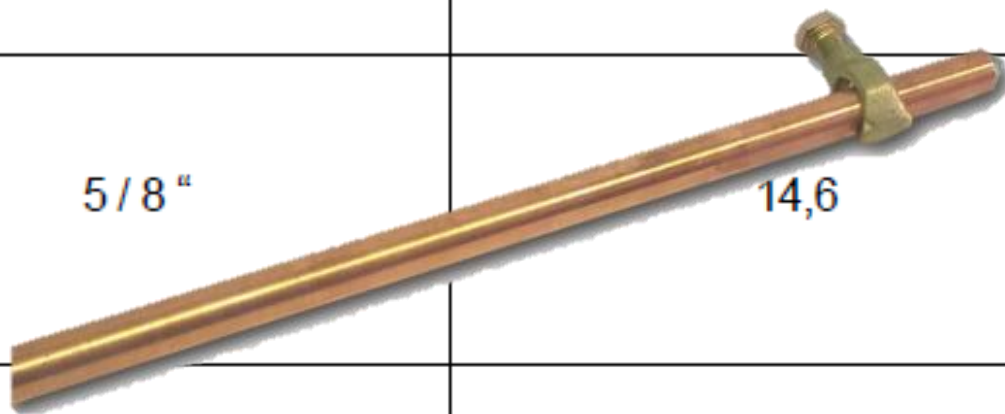
Para seguir aprendiendo: https://www.youtube.com/channel/UCLWagee-ntRCsJ-2A5wIXHg?view_as=subscriber

- Para las jabalinas cilíndricas el radio equivalente en metros puede calcularse aproximadamente por medio de la siguiente expresión:

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

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



¿Y qué ocurre con las jabalinas menores a 1,5 m?

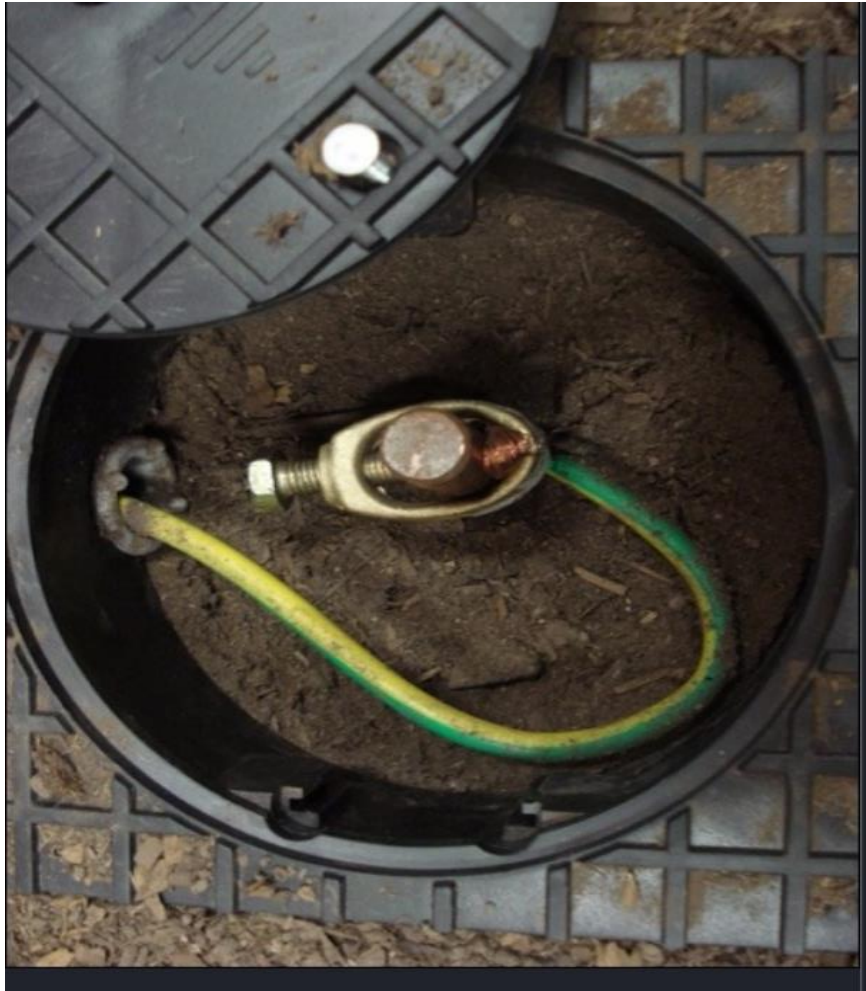
➤ Observando la última columna podemos tomar una regla práctica:

“La distancia entre ambas jabalinas debe ser, como mínimo el doble de la longitud de la mas larga”

¿Y qué ocurre si no se puede cumplir?

Errores en la instalación del Sistema de PAT



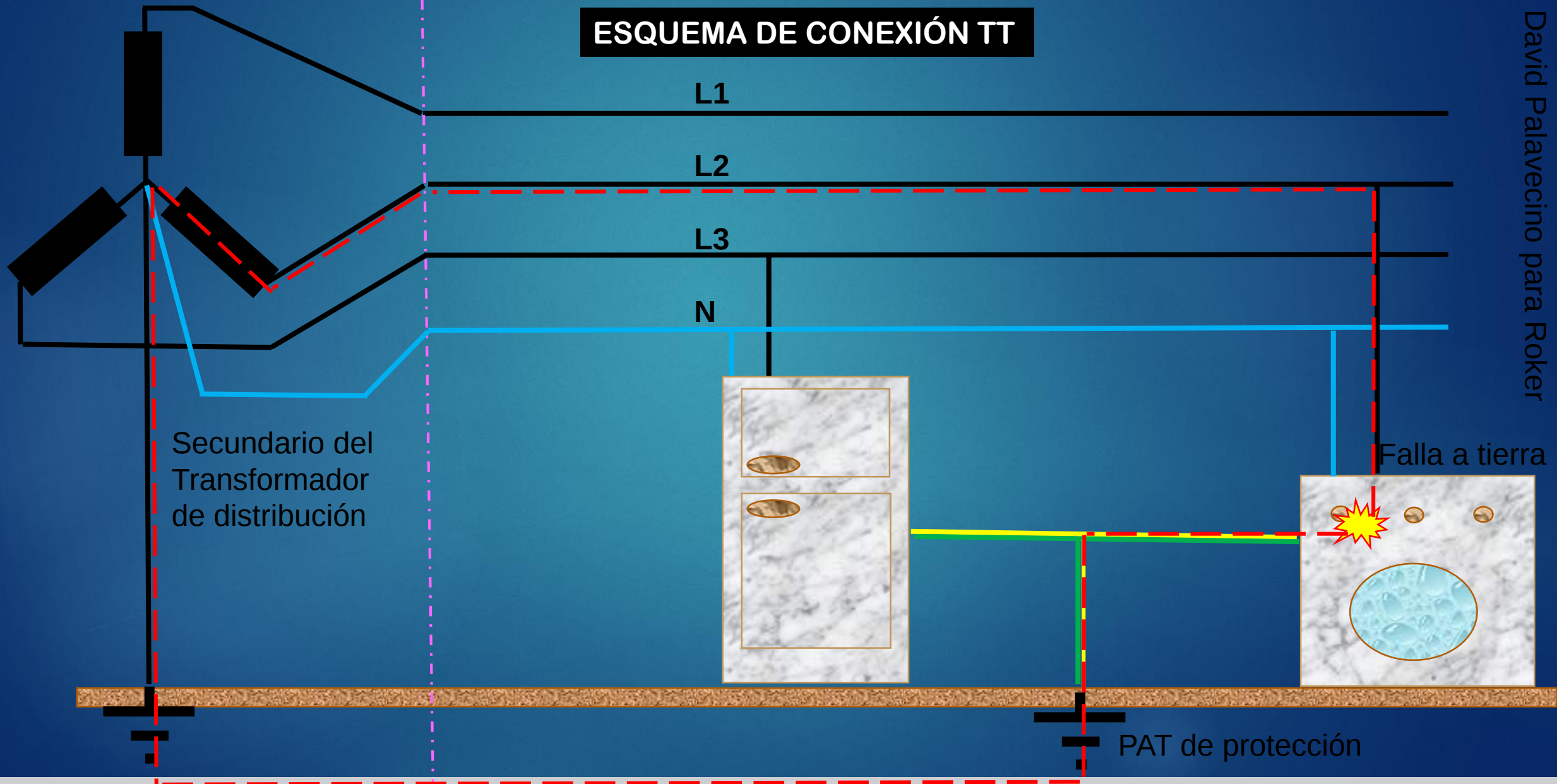


Analicemos la siguiente situación:

Una instalación cuenta con sistema de puesta a tierra, pero este pierde continuidad (ya sea porque el PE no se conectó en derivación o porque el cable PAT no se encuentra protegido mecánicamente y se corta)...

¿Qué ocurre si hay una falla de aislación en una de las masas de un aparato clase I?

ESQUEMA DE CONEXIÓN TT



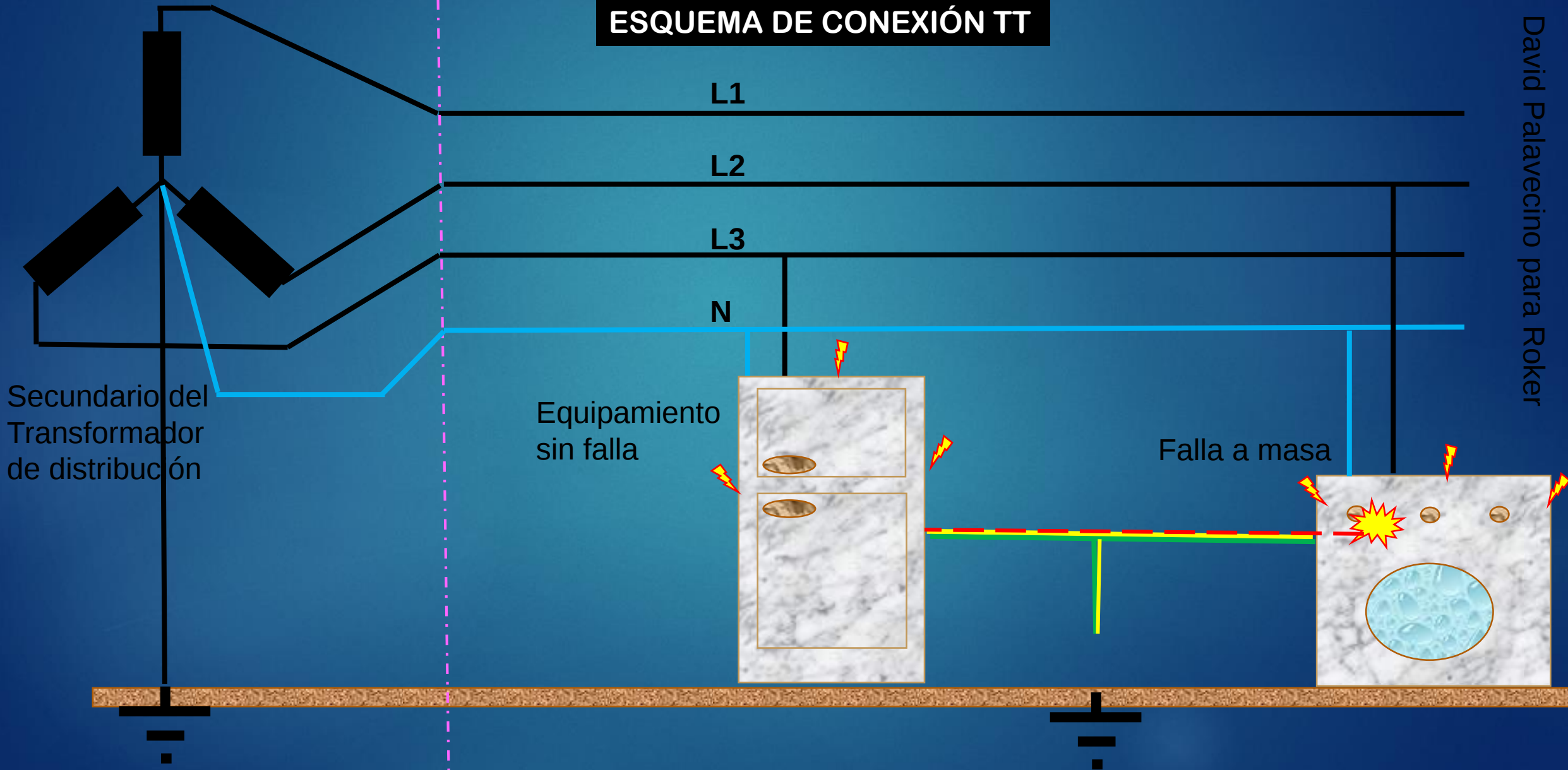
David Palavecino para Roker

Secundario del Transformador de distribución

Falla a tierra

PAT de protección

ESQUEMA DE CONEXIÓN TT

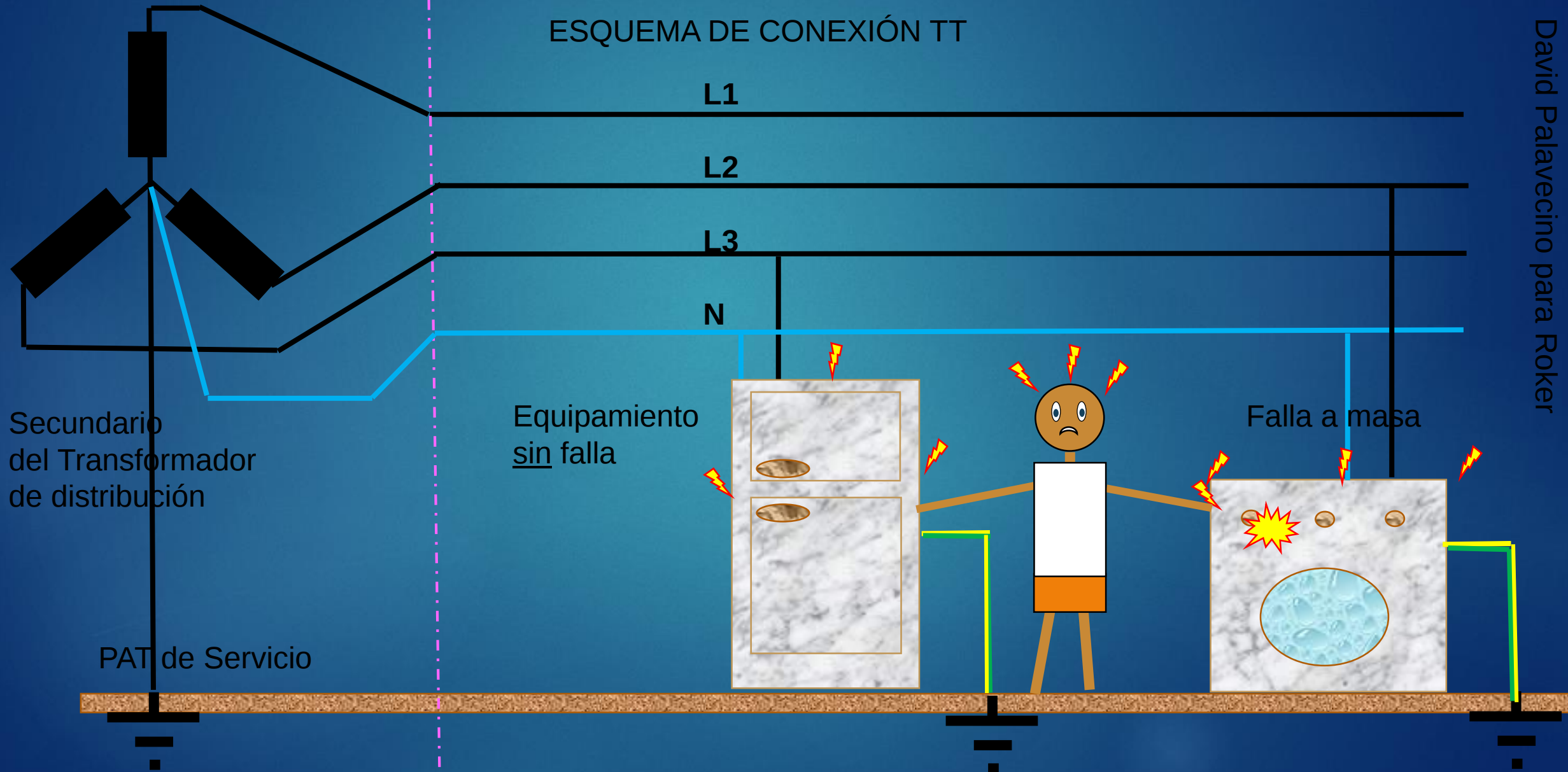


Pérdida de
equipotencialidad
del sistema de PAT
Por tener jabalinas
“independientes”

¡MAL!



ESQUEMA DE CONEXIÓN TT



PAT1 y PAT2 No vinculadas (¡Mal!)

Conclusiones (del TT)

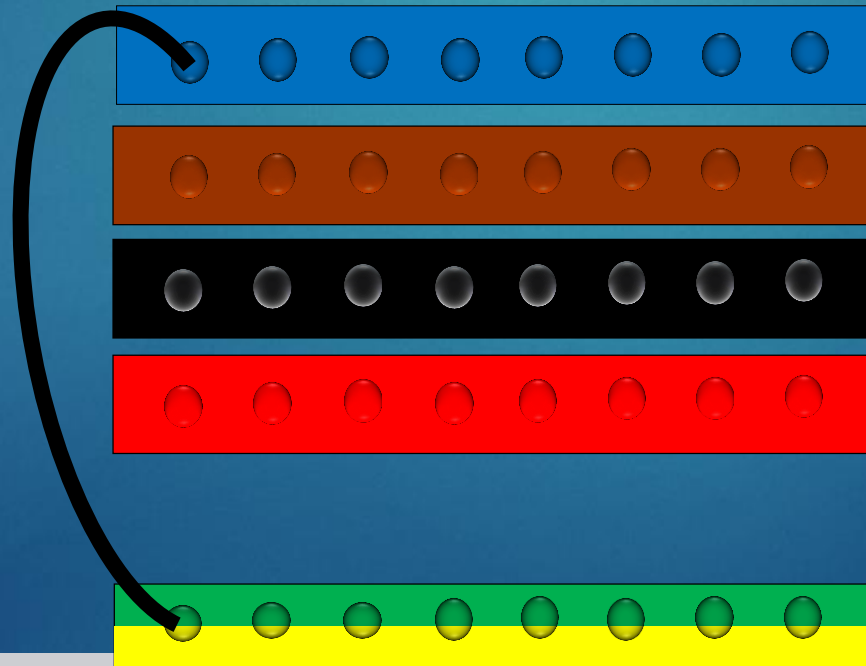
- Si tenemos instalado un sistema de PAT pero no tenemos un interruptor diferencial, no estamos protegidos.
- Si tenemos un interruptor diferencial pero no tenemos un sistema de PAT, la protección contra contactos *indirectos* no está completa .
- *NO DEBEN* existir jabalinas de protección “seltas” dentro de un inmueble, deben equipotencializarse. *Eso incluye también a la PAT de pararrayos*

Conclusiones (del TT)

- Por más baja que sea su resistencia de PAT de protección, esta *NO ofrece ningún tipo de protección por sí sola*, si no se coordina con un adecuado dispositivo de corte automático de la alimentación.
- En un ECT del tipo TT *NO deben usarse fusibles ni interruptores termomagnéticos como protección contra contactos indirectos.*
- Nota: La resistencia de la PAT de servicio sí que es importante que sea lo más baja posible.

¿Qué es un esquema TN-S?

Es un ECT en el que hay una PAT de servicio, pero no hay una PAT de protección. En el tablero principal, la barra de PAT y la barra de neutro tienen un “puente”.



David Palavecino para Roker

Secundario del
Transformador propio

ESQUEMA DE CONEXIÓN TN-S

L1

L2

L3

N

PE

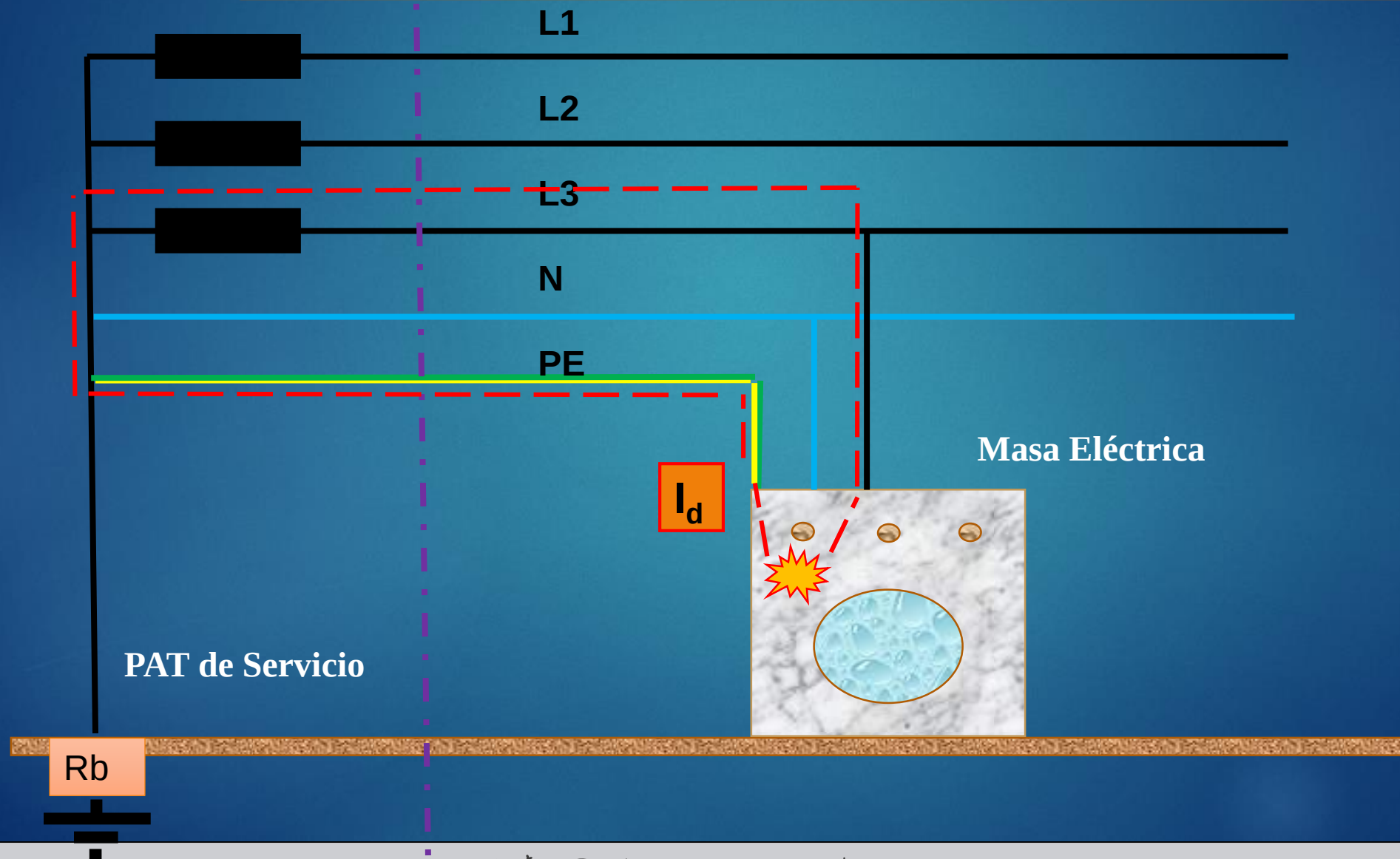
Masa Eléctrica

PAT de Servicio

Recordar que el ECT obligatorio en toda instalación que se alimente de la red pública de baja tensión es el **TT**. Entonces ¿En que situaciones se puede utilizar el ECT TN-S?

David Palavecino para Roker

LAZO DE FALLA EN ESQUEMA DE CONEXIÓN TN-S



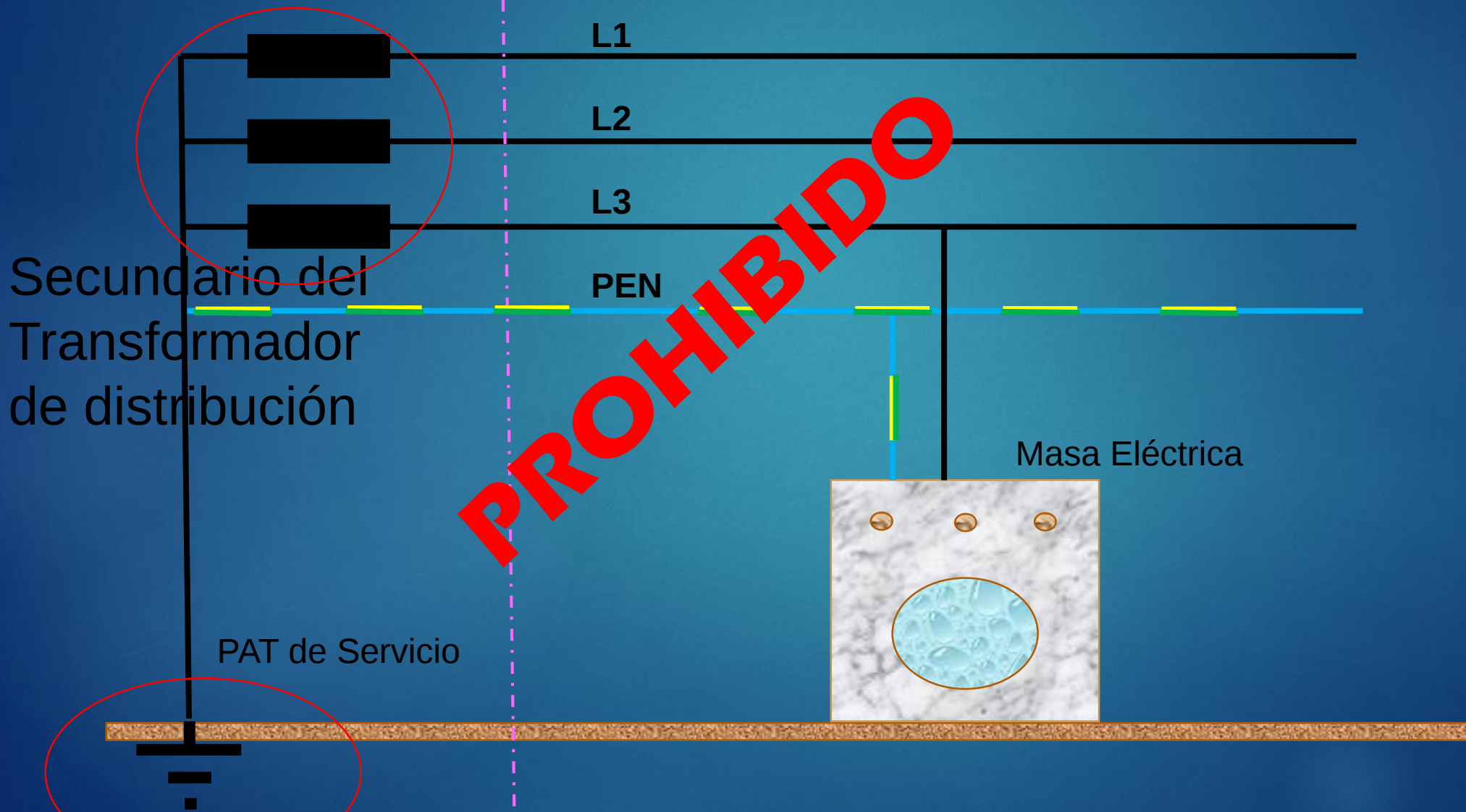
¿Cuáles son las resistencias que intervienen en el lazo de falla?

Son todas resistencias de muy bajo valor, por lo que la corriente de defecto será de muy alto valor. *Prácticamente* tendrá un valor equivalente a una corriente de cortocircuito.

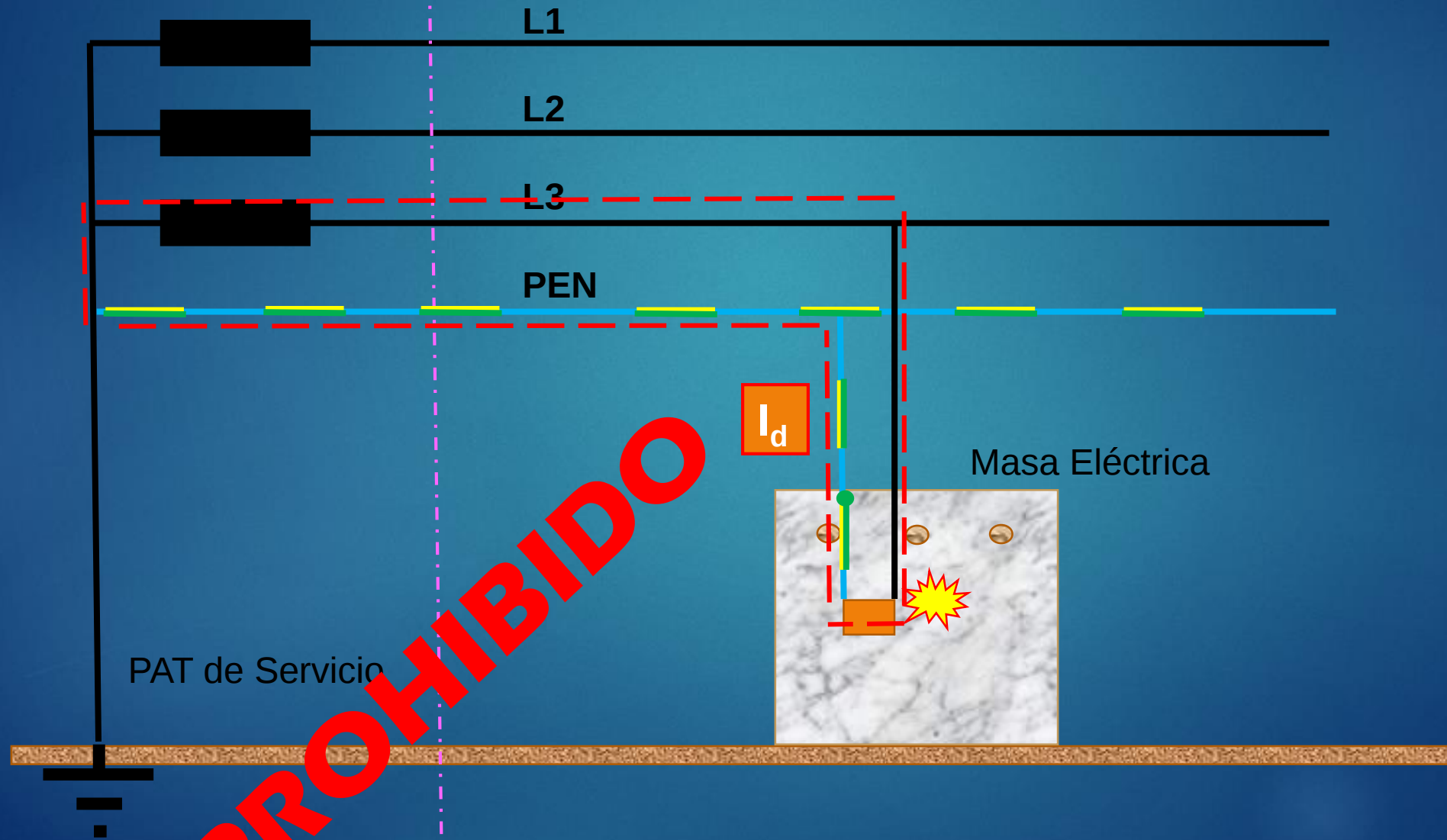
Consecuencias:

- En un esquema TN-S se pueden utilizar tanto dispositivos diferenciales, como termomagnéticas y fusibles en la protección contra contactos indirectos.
- Debe protegerse adecuadamente a los diferenciales contra corrientes grandes.

ESQUEMA DE CONEXIÓN TN-C



LAZO DE FALLA EN ESQUEMA DE CONEXIÓN TN-C



David Palavecino para Roker

ESQUEMA DE CONEXIÓN TN-C

- ¿Por qué estará prohibido en inmuebles?
- ¿Se puede conectar un ID?
- ¿Qué pasa si se corta el PEN que alimenta la masa?
- ¿Qué pasa cuando las corrientes de las fases no son iguales? (o sea, prácticamente siempre)

En el seminario de Res 900/15 del jueves 08/05/2020.

- Veremos en profundidad porqué un ID es lo único que puede usarse para corte automático de la alimentación ante contactos indirectos en TT.
- Veremos en profundidad porqué en TN-S puedo utilizar fusibles e IA para corte automático de la alimentación (y como dimensionarlos).

¡Muchas Gracias!

