



Régimen de Conexión a Tierra



Ing. Braulio Alzate Duque
SEGELECTRICA MÉXICO



Responsabilidad social

La responsabilidad social es la teoría ética o ideológica que una entidad ya sea un gobierno, corporación, organización o individuo tiene una responsabilidad hacia la sociedad. Esta responsabilidad puede ser “negativa”, significando que hay responsabilidad de abstenerse de actuar (actitud de “abstención”) o puede ser “positiva”, significando que hay una responsabilidad de actuar (actitud proactiva).

Es precisamente la obligación de ser buenos en lo que hacemos, ya que por nuestra omisión o desconocimiento alguien puede morir.

No cabe la buena fe del que desconoce la ley...!



Régimen de conexión a tierra

Desde 1904 en Alemania y 1905 en Estados Unidos, la ingeniería dio carácter de obligatoriedad a la conexión a tierra, tanto para el que distribuye el servicio eléctrico como para quien lo utiliza.

Este concepto también es conocido como régimen de neutro o régimen de conexión de neutro.



¿ Para qué ?

Para garantizar la seguridad de las personas.

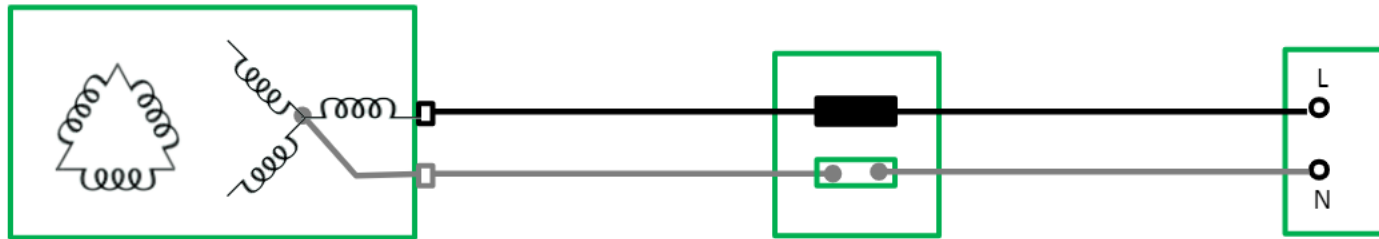
Para generar un circuito de falla que permita la apertura de los dispositivos de interrupción.

Controlar las tensiones que aparecen en la instalación en caso de falla.



Al principio

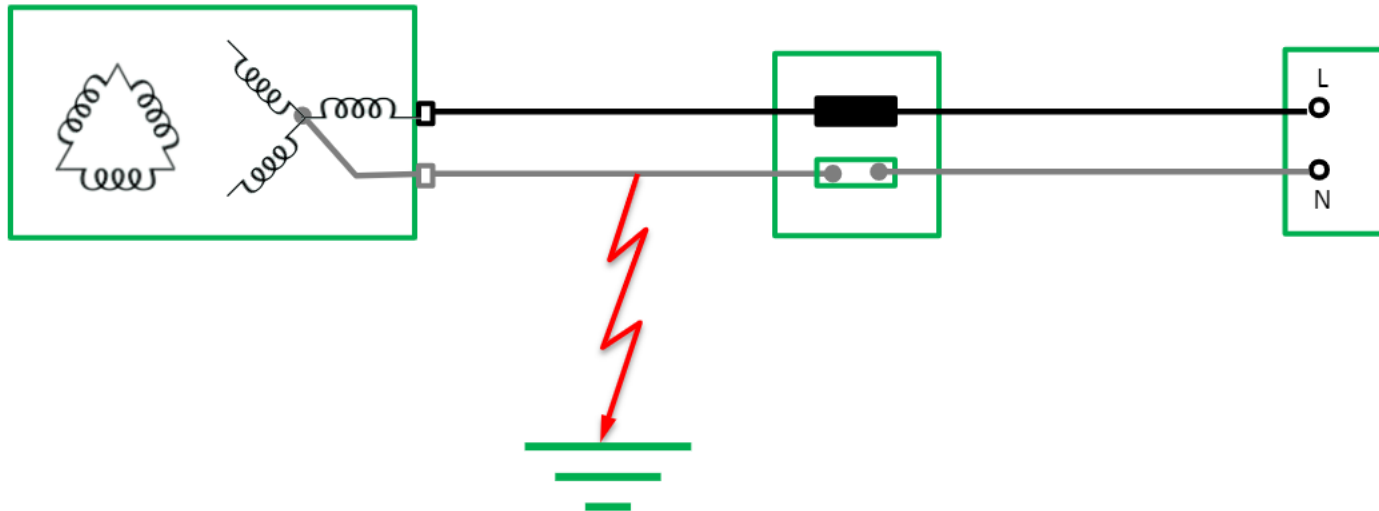
Conductores aislados





1° falla

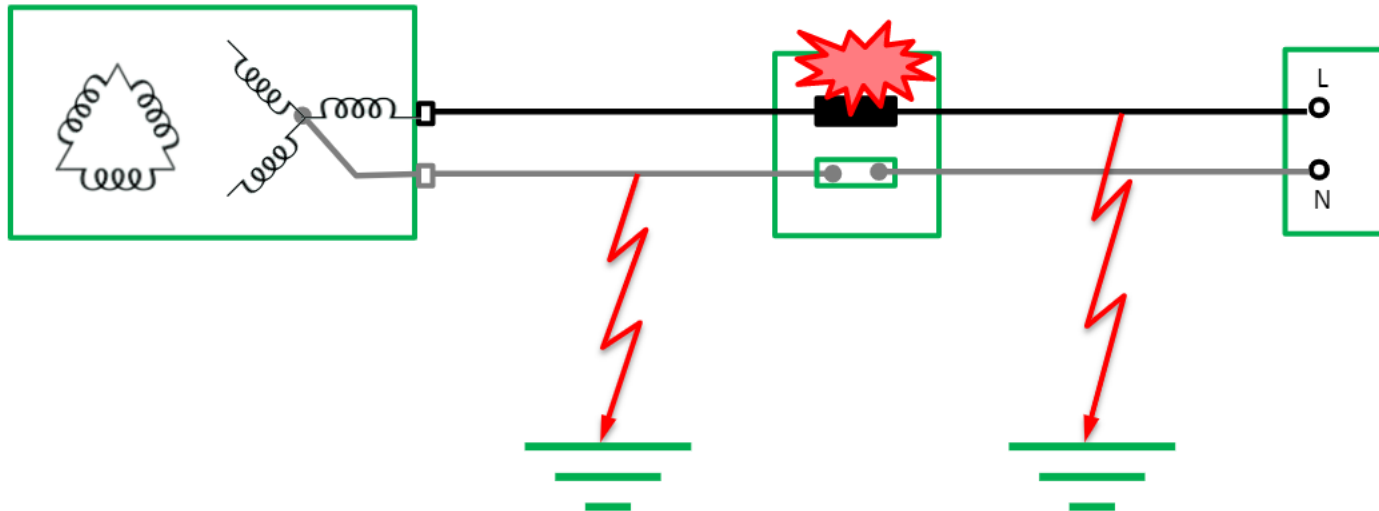
No pasa nada





2° falla

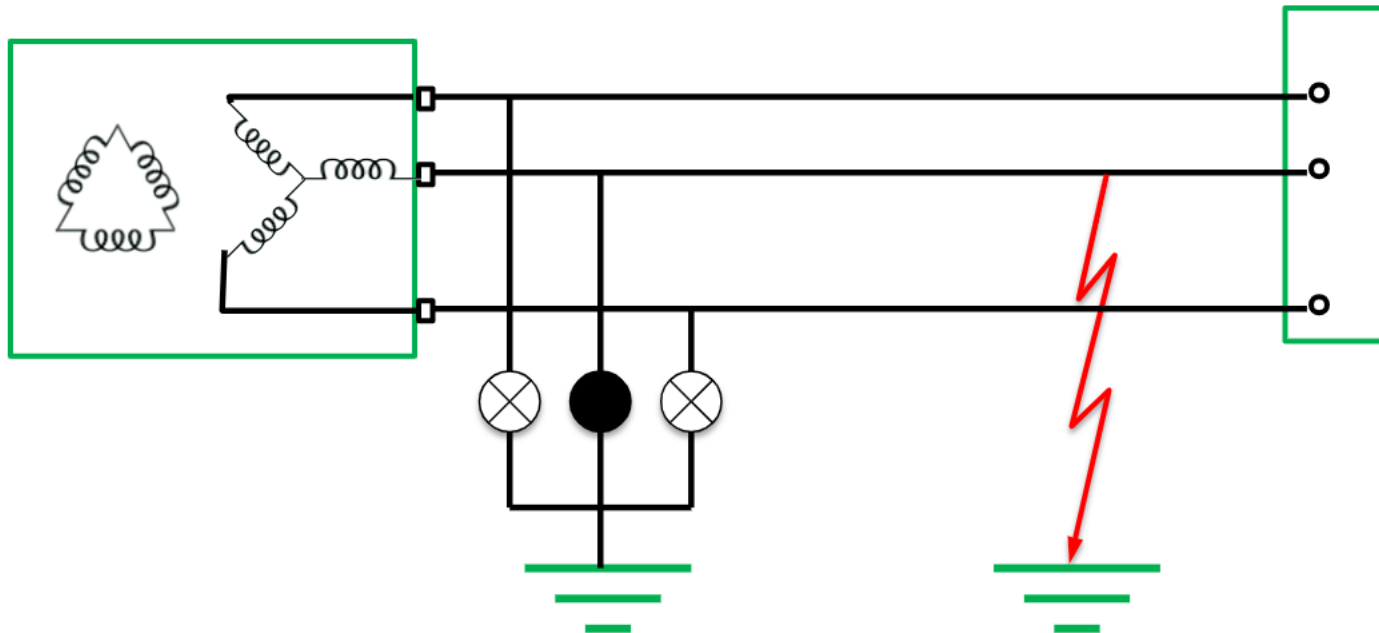
Operación del dispositivo de protección





Detección de la 1° falla

Mediante lámparas





Nace el RCT

Este primer régimen de conexión se llamaría

Neutro aislado

Hacia 1951 se controlaba el aislamiento de fases
y del neutro



RCT

En 1927 se decreta en Francia la obligatoriedad de conectar a tierra el neutro de los transformadores.

Dando origen al RCT neutro a tierra o TN



TN

El RCT TN, tendría entonces dos variaciones, una en la que la función de protección es desempeñada por el mismo neutro y otra en la que la función de protección es desempeñada por un conductor adicional.



TN

El neutro del transformador está conectado a tierra.

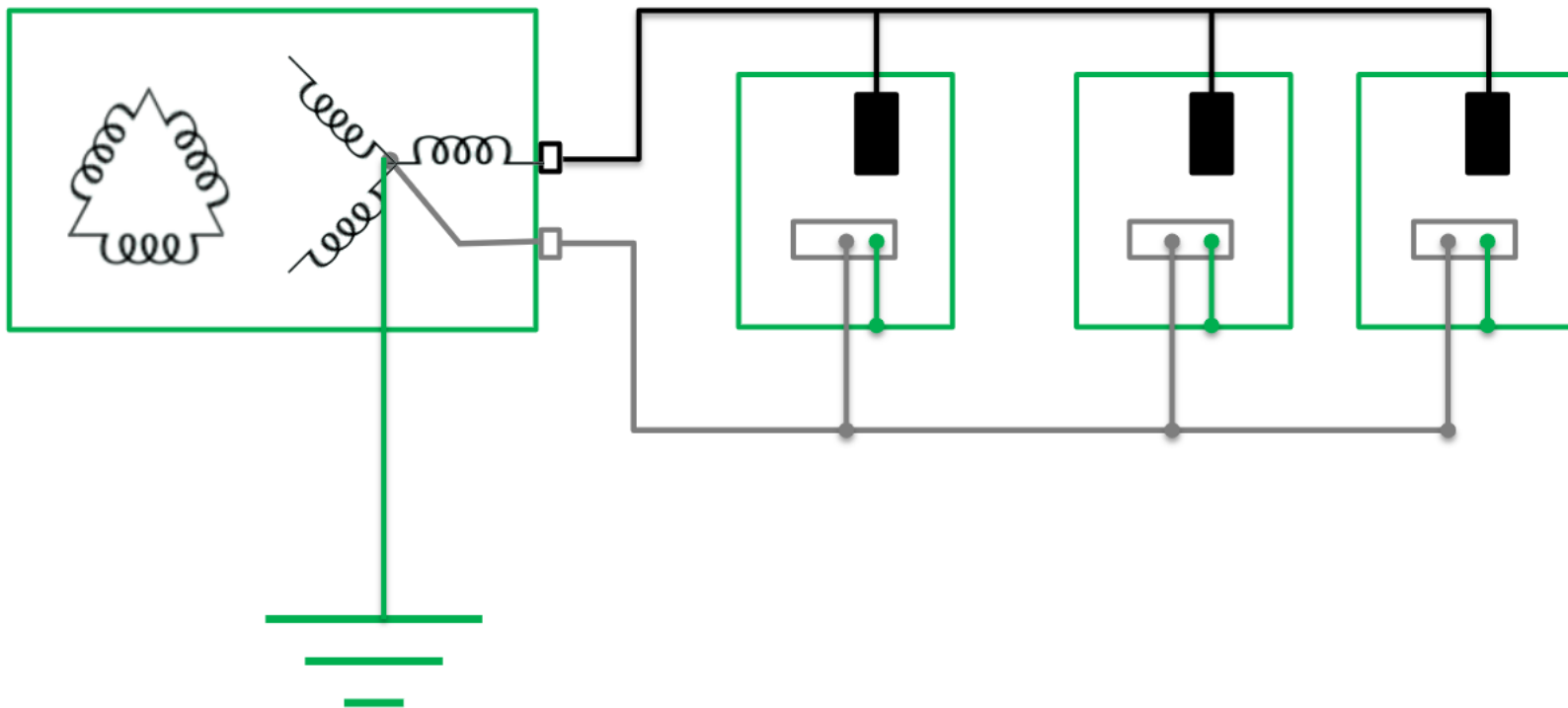
Las partes metálicas están conectadas al neutro.

Una falla de aislamiento se convierte en un cortocircuito haciendo que la falla se despeje a través de los dispositivos de protección contra corto circuito.



TNC

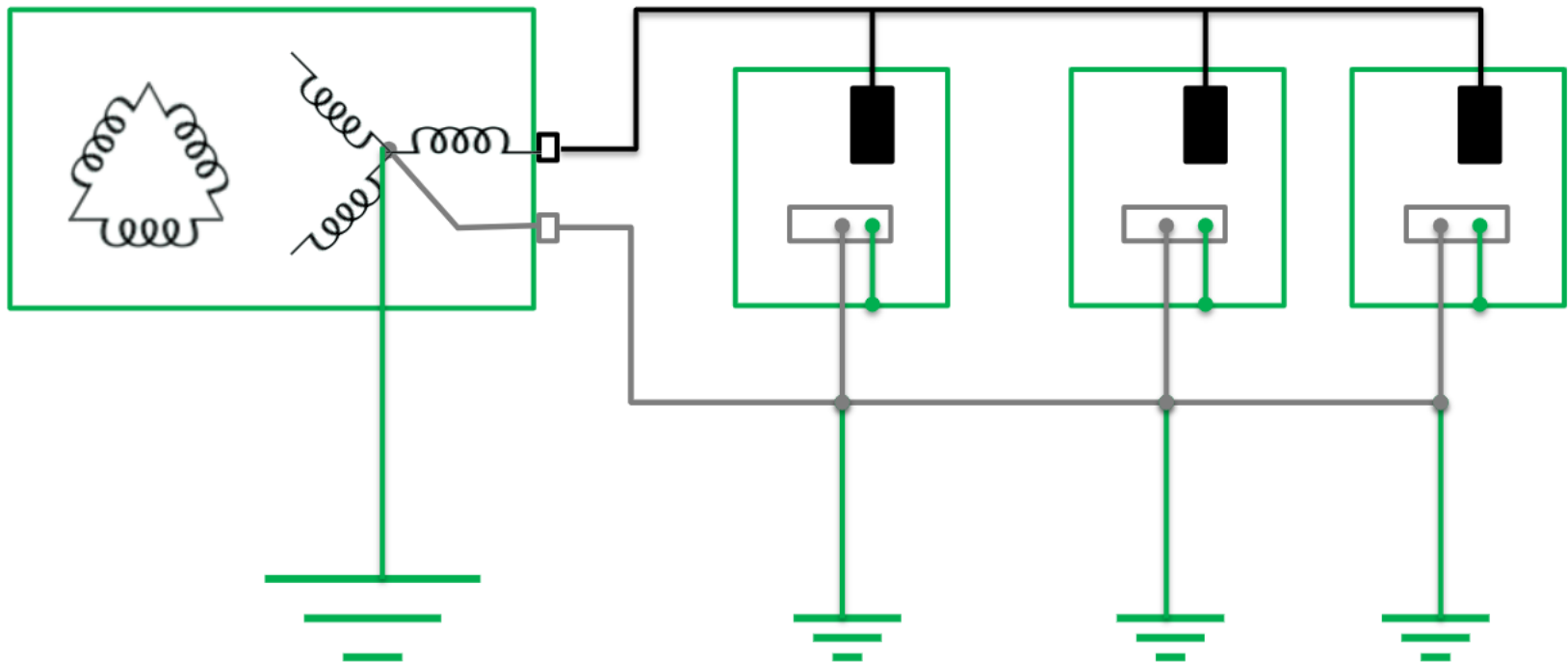
Sistema TN-C





TNC

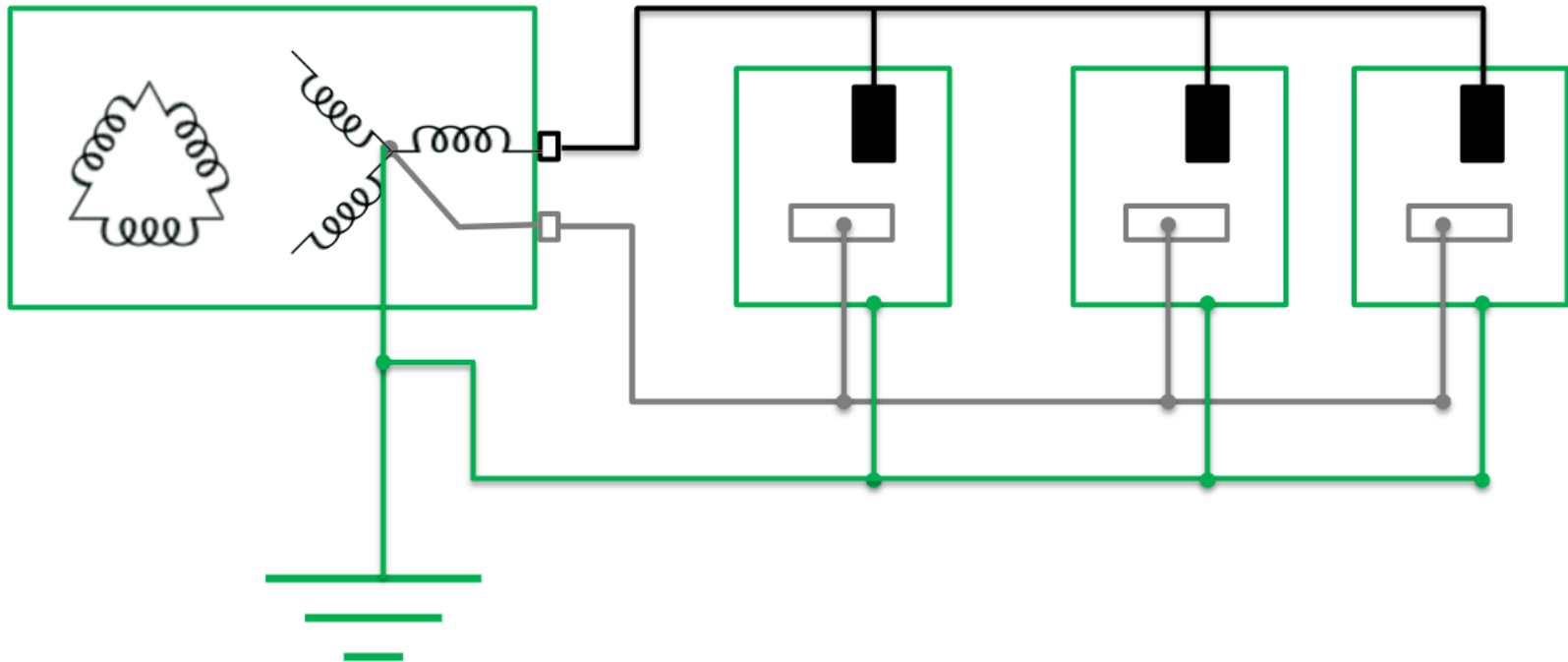
Sistema TN-C





TNS

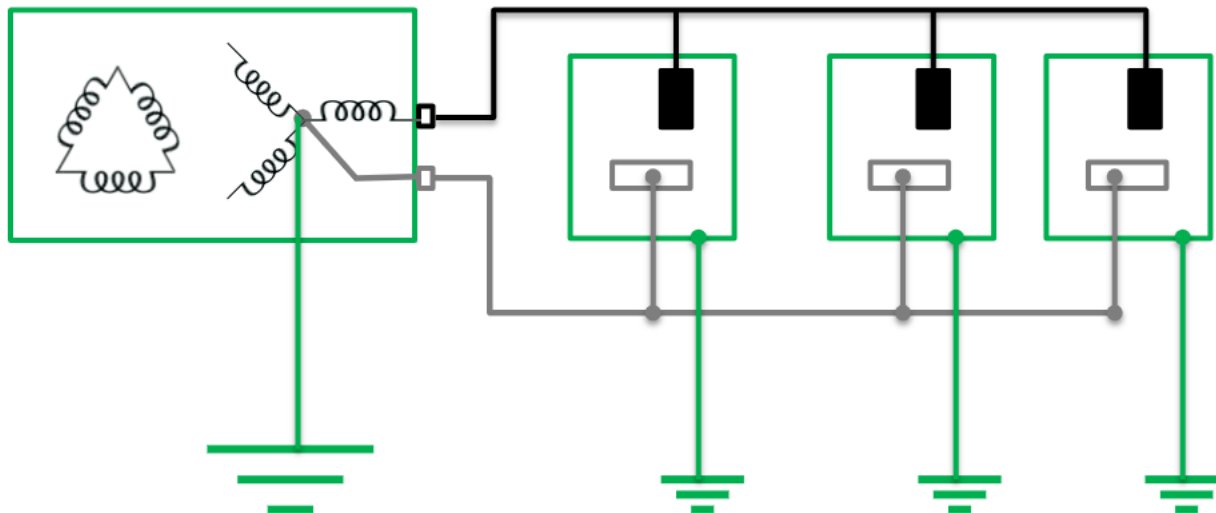
Sistema TN-S





TT

El neutro del transformador está conectado a tierra.
Las partes metálicas están conectadas a una puesta a tierra a otra puesta a tierra





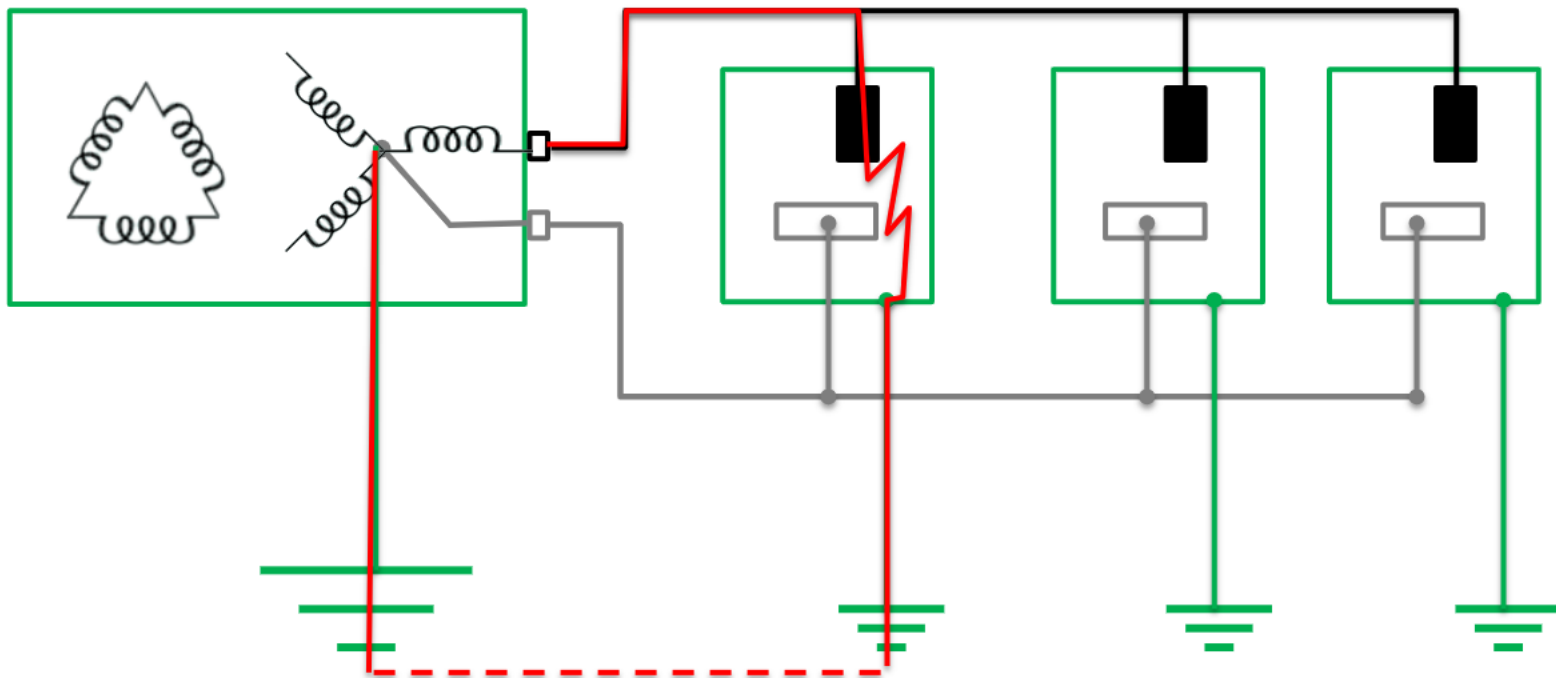
TT

La corriente de falla está limitada por la sumatoria de la resistencia de puesta a tierra de las partes metálicas y la resistencia de puesta a tierra del neutro del transformador, la apertura de la falla se logra mediante un dispositivo residual de corriente, lo cual implica elementos adicionales a los convencionales y en consecuencia mayor costo.



TT

Sistema TT





IT

El neutro del transformador no está conectado a tierra.

- Teóricamente está aislado; de hecho, está conectado a tierra por capacitancias de la red y/o por una impedancia de alto valor $\approx 1\ 500\ \Omega$ (neutro aislado).
- Las estructuras metálicas están conectadas a tierra.
- No apertura el circuito ante la primera falla y en caso de una segunda falla sin disipar la primera, se genera un cortocircuito.



En MT

Los mismos principios físicos que aplican en la BT pueden ser llevados a la media tensión y siempre se debe garantizar la condición de seguridad que se busca con la aplicación del esquema de conexión a tierra.

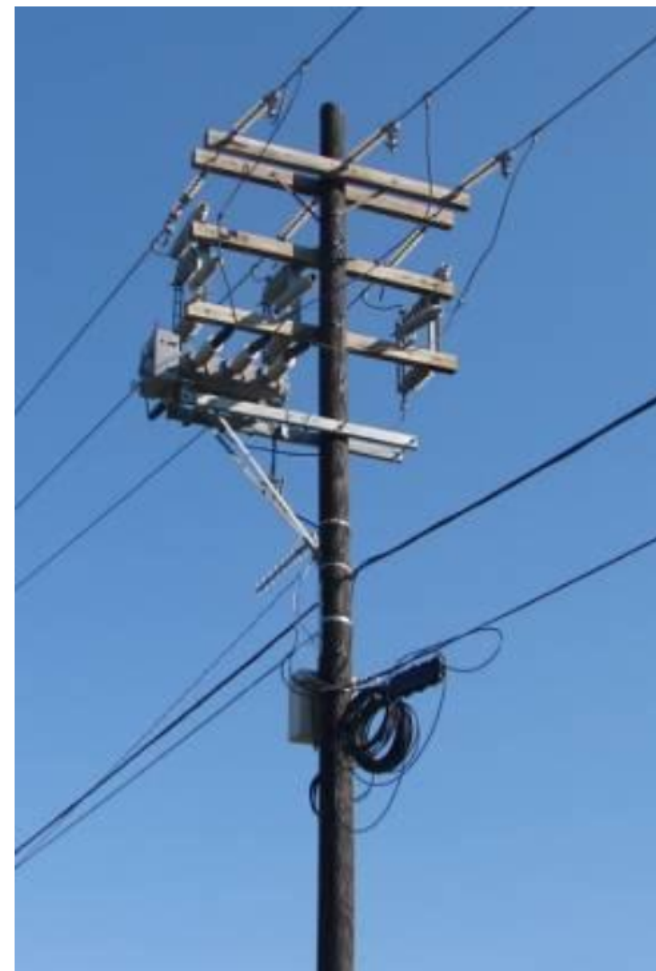
Se debe dar por sentado que en ningún caso el suelo debe ser un camino para la corriente en condiciones de operación normal y solo para algunos RCT esta es utilizada como parte del circuito de falla.



Caso de estudio

Dos o mas RCT pueden confluir en una misma instalación y esto no implica errores en la instalación, sin embargo la implementación de estos debe garantizar la adecuada protección de la instalación.

Ejemplo: Equipos de control que permiten el telecontrol de actuadores en las redes de MT, llámense estos restauradores, seccionadores, reconectadores, etc.







El problema

Salidas de servicio de los equipos de operación automática, con origen en la quema frecuente de tarjetas de carga de las unidades de transmisión remota (UTR), por causa de perturbaciones en la red de alimentación en baja tensión que dejaba sin alimentación las tarjetas de red y consecuentemente se pierde el control remoto del equipo.



El problema

\$



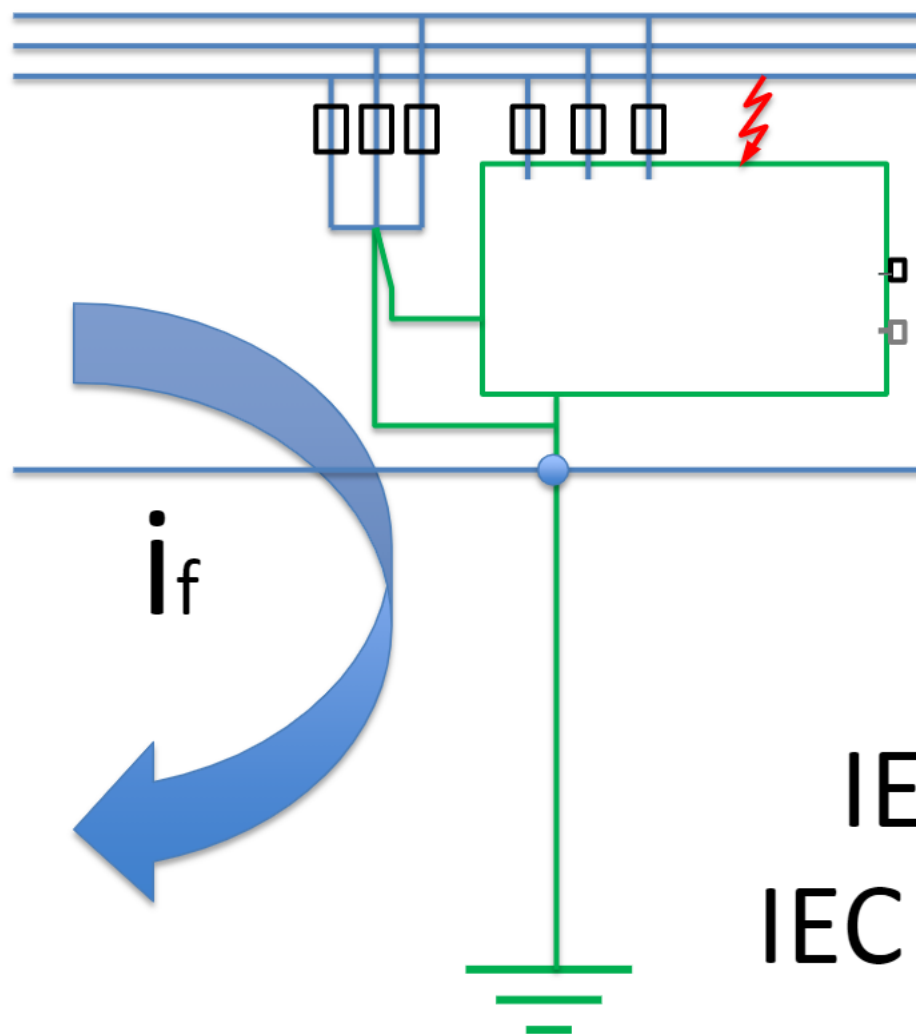


La instalación

1. Equipo en MT al aire libre, por tanto:
 - a. Requiere protección contra fallas de la MT. IEEE 80/2000.
 - b. Requiere protección contra rayos. DPS en MTç
2. Interconexión del actuador de la MT a un equipo de control con alimentación en BT, por tanto:
 - a. Requiere protección contra fallas de la BT. (NEC Capitulo 250).
 - b. Posibles perturbaciones a los equipos electrónicos. (IEEE 1100 e IEEE 142)



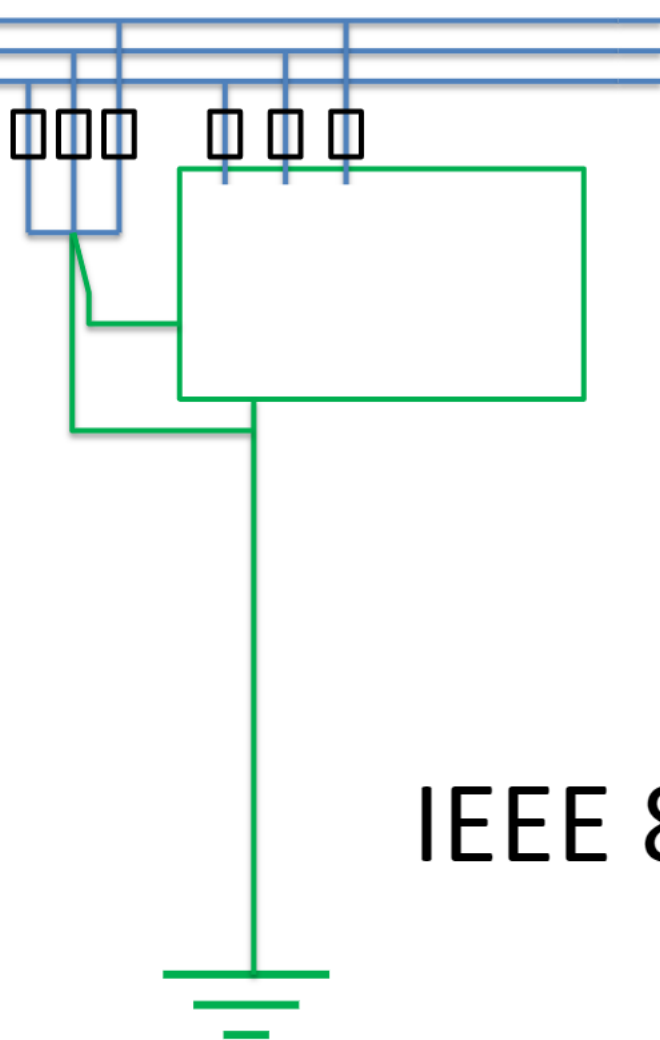
TT 0N Te r n MNT



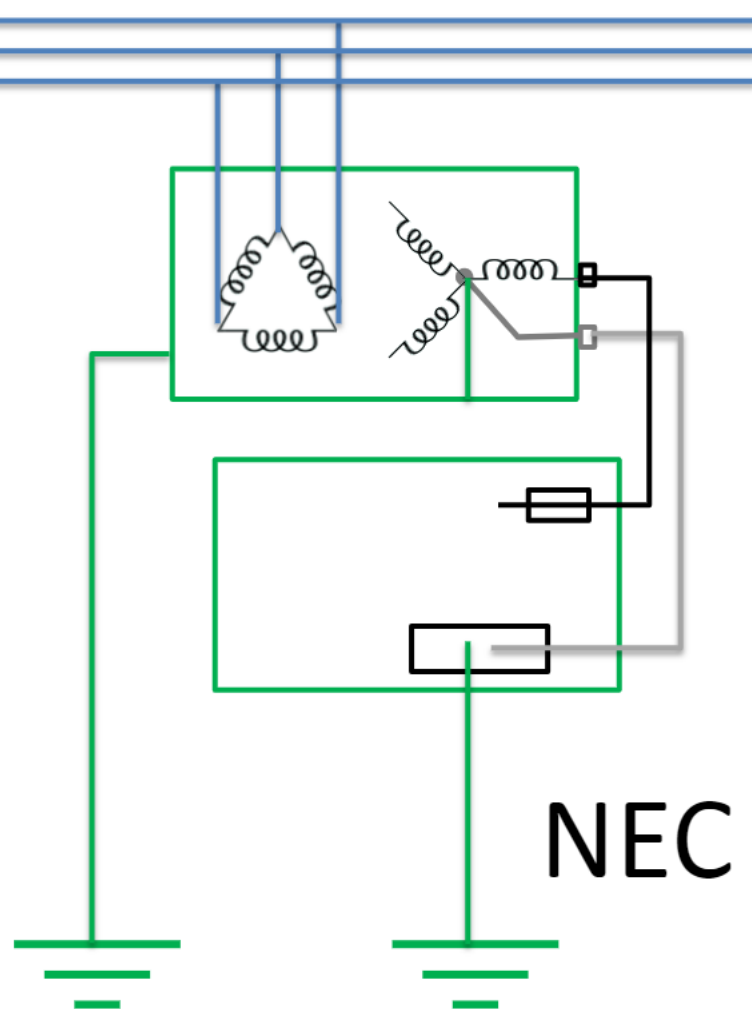
IEEE 80
IEC ó NFPA



TNC en BT



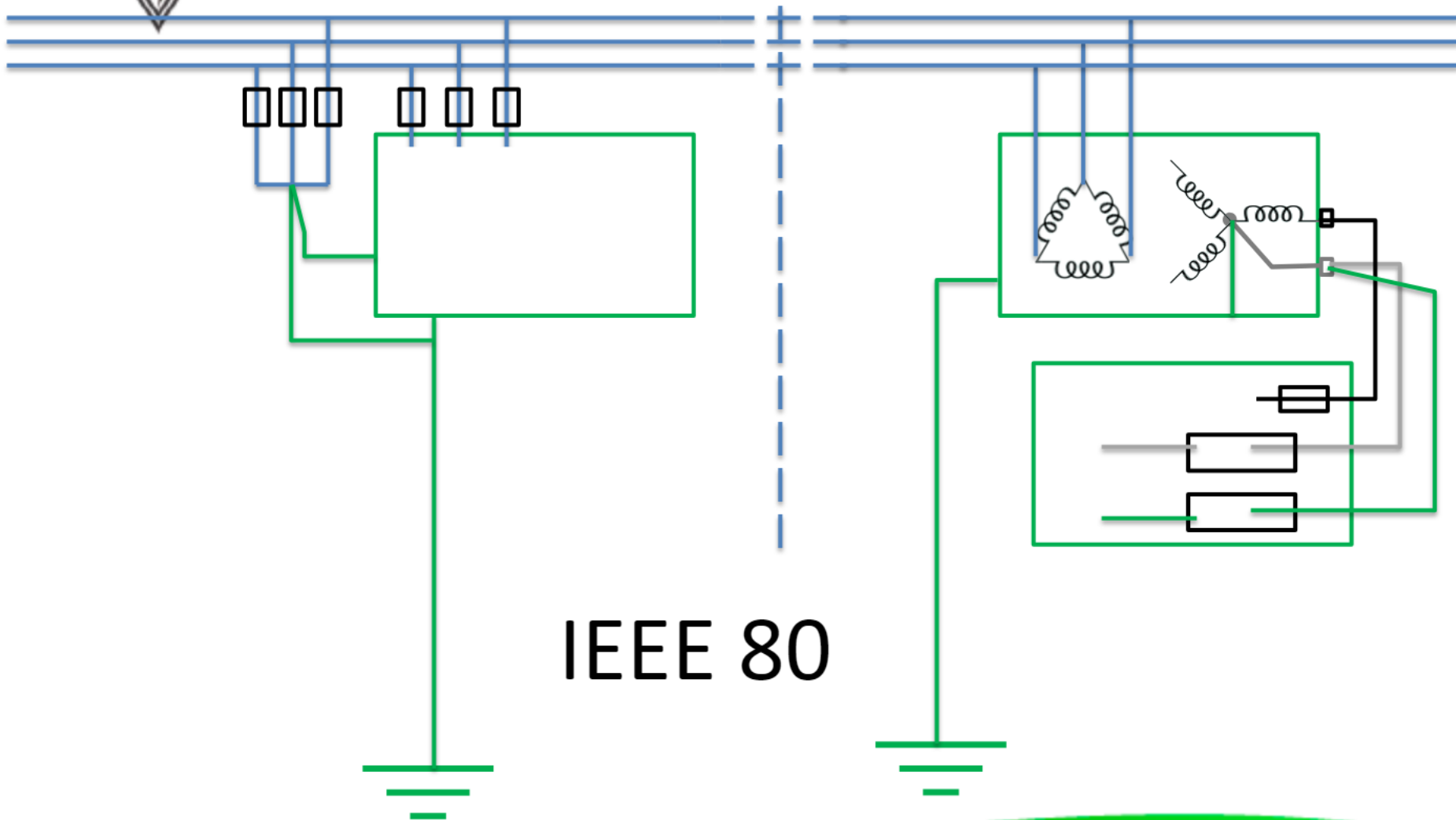
IEEE 80



NEC

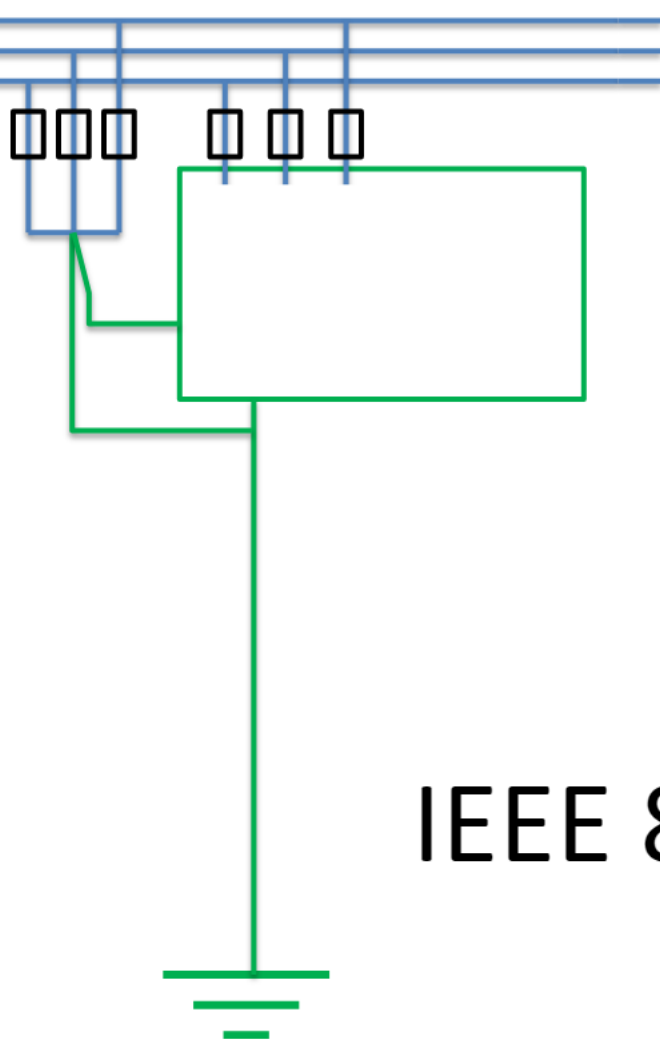


TNS en BT

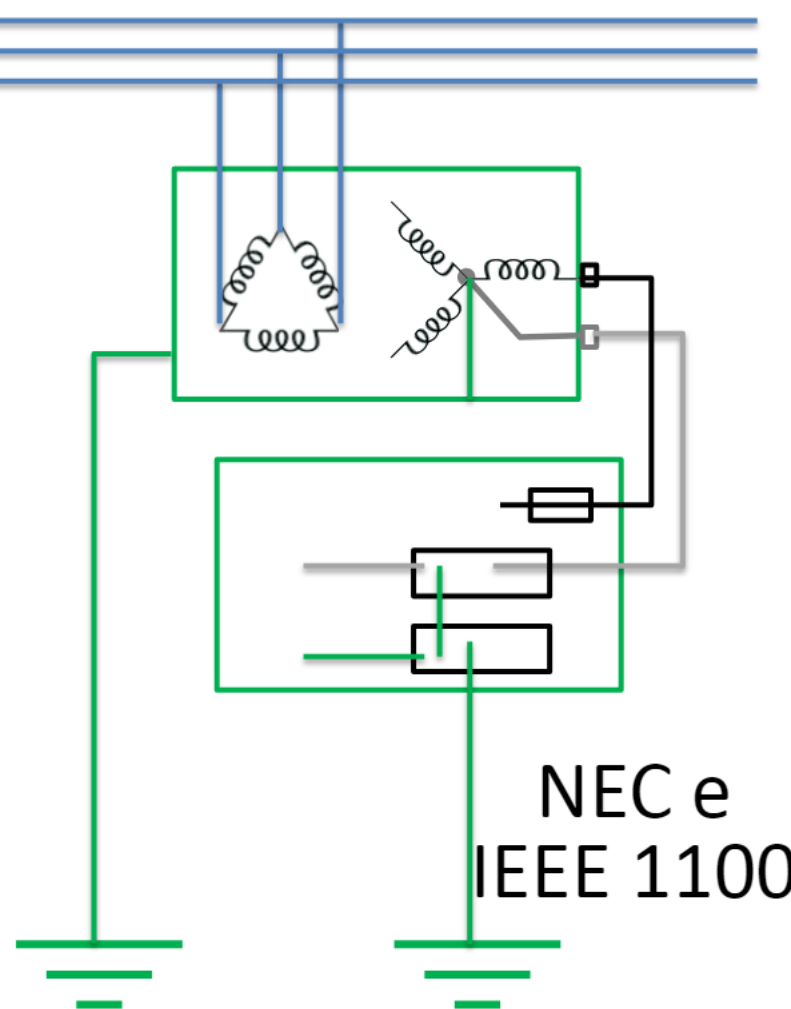




TNC-S en BT



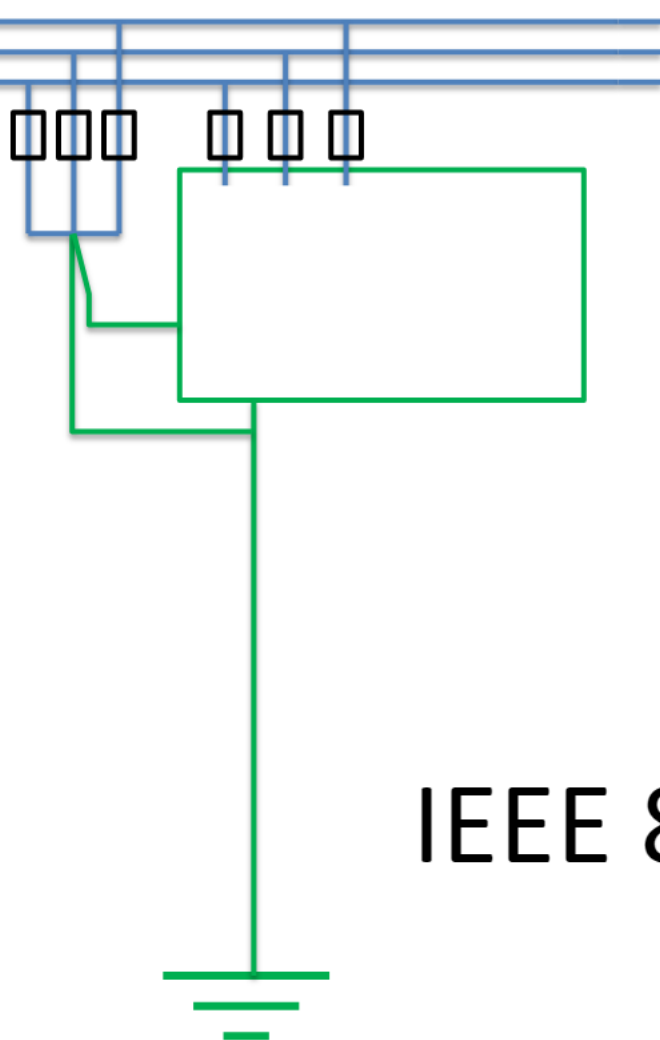
IEEE 80



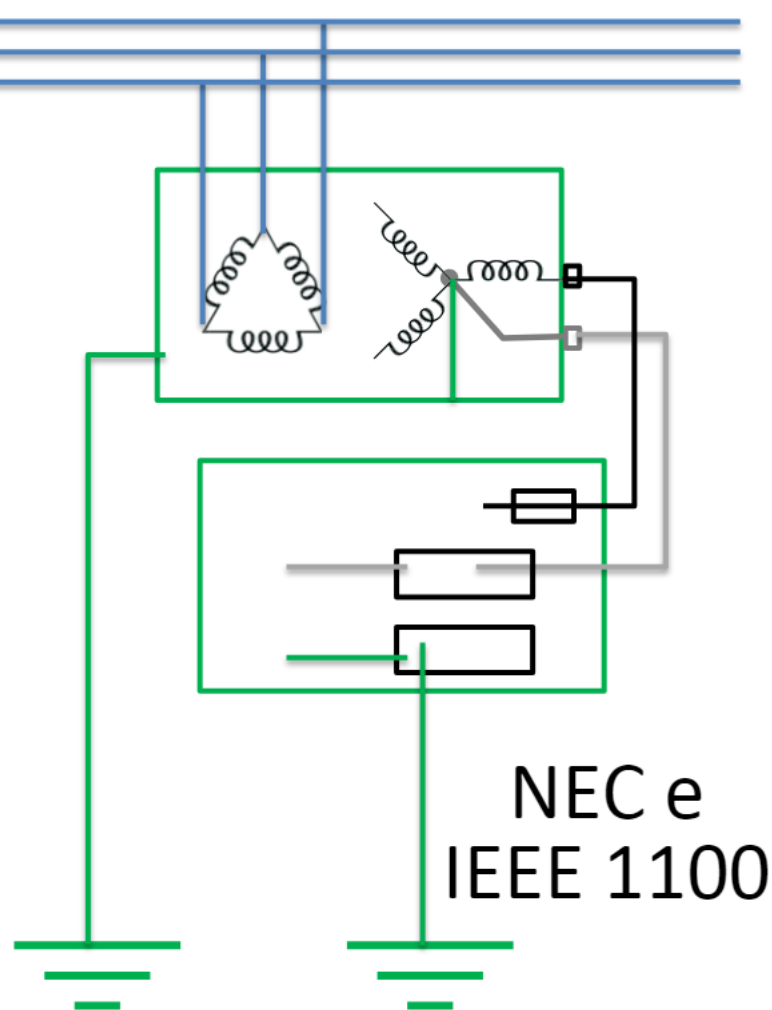
NEC e
IEEE 1100



TT en BT



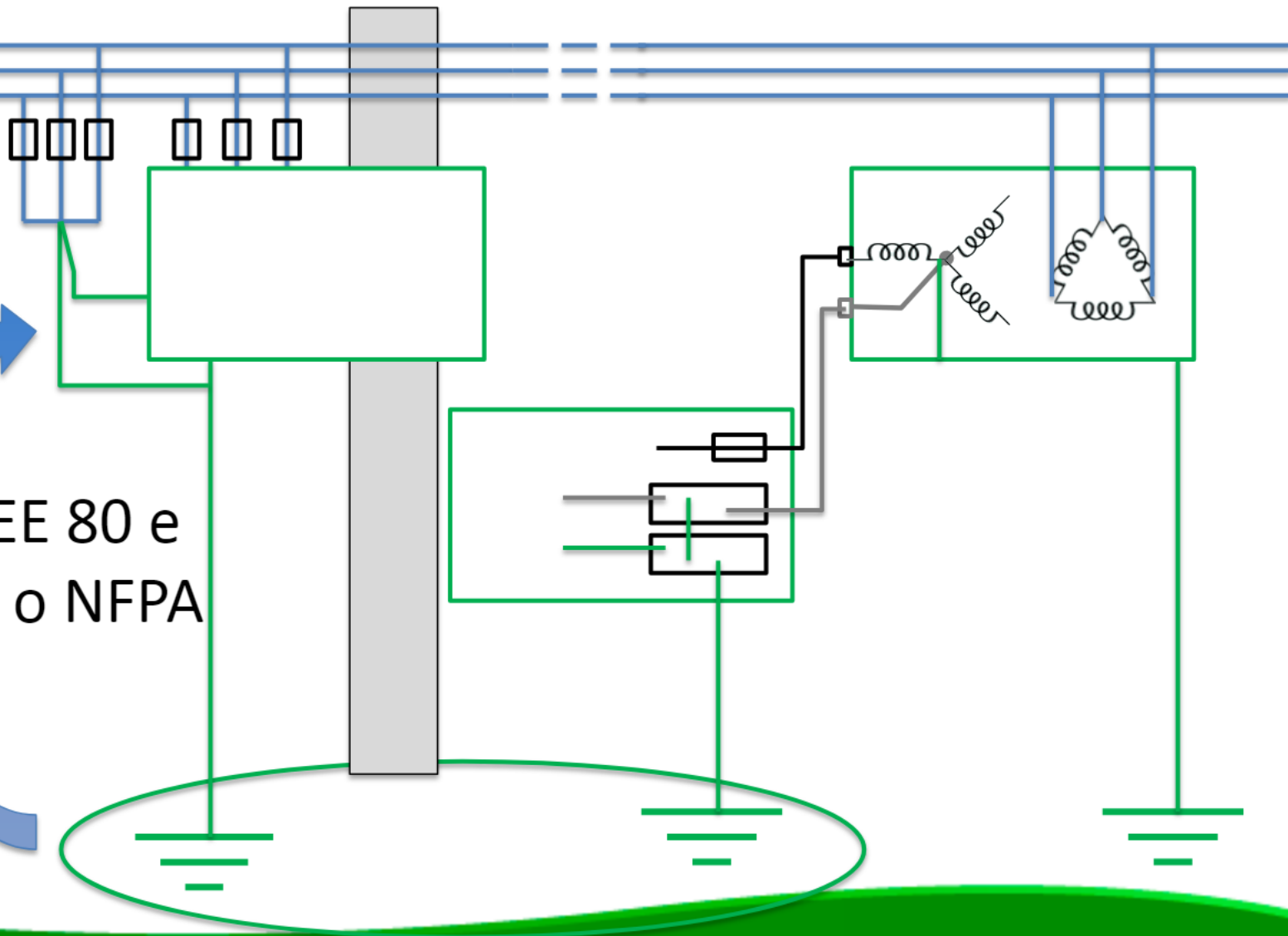
IEEE 80



NEC e
IEEE 1100

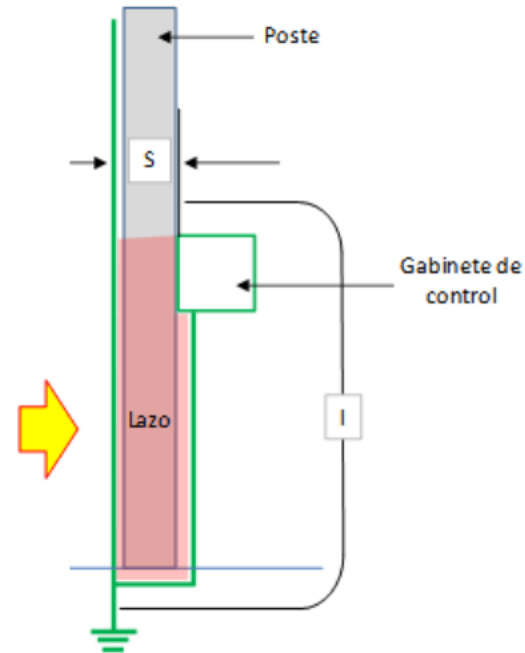
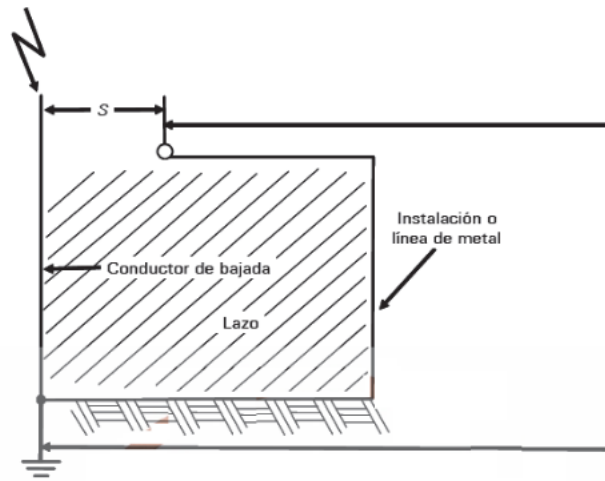


IEEE 80 e
IEC o NFPA





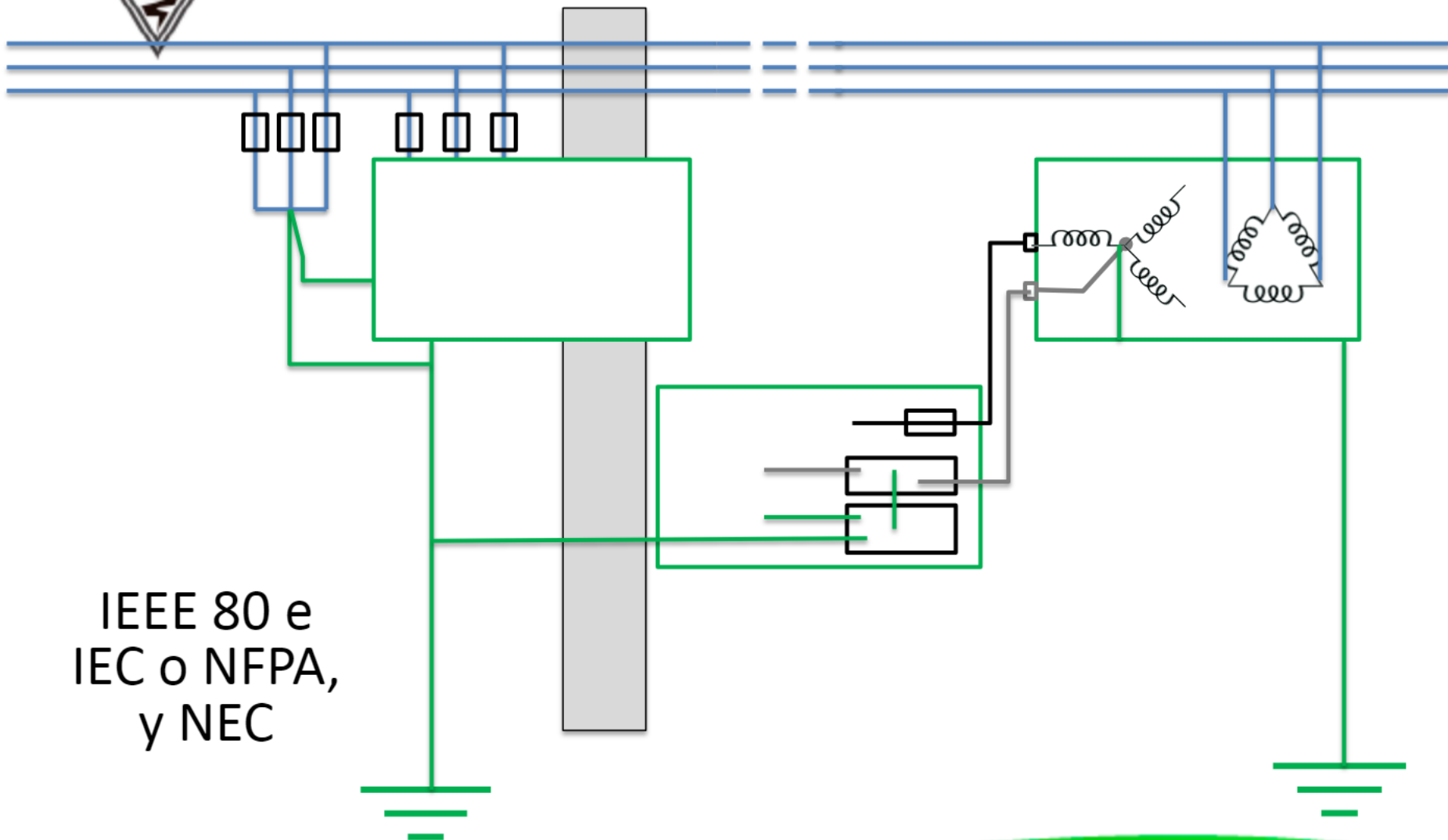
Detalles adicionales



Donde:

- $K_c = 1$ Para esta configuración
- $K_i = 0,1$ para el nivel de protección I
- $k_m = 0,5$ para una separación mediante un elemento sólido.
- $L =$ de 2,5 a 4 m de acuerdo a la altura de instalación del gabinete.

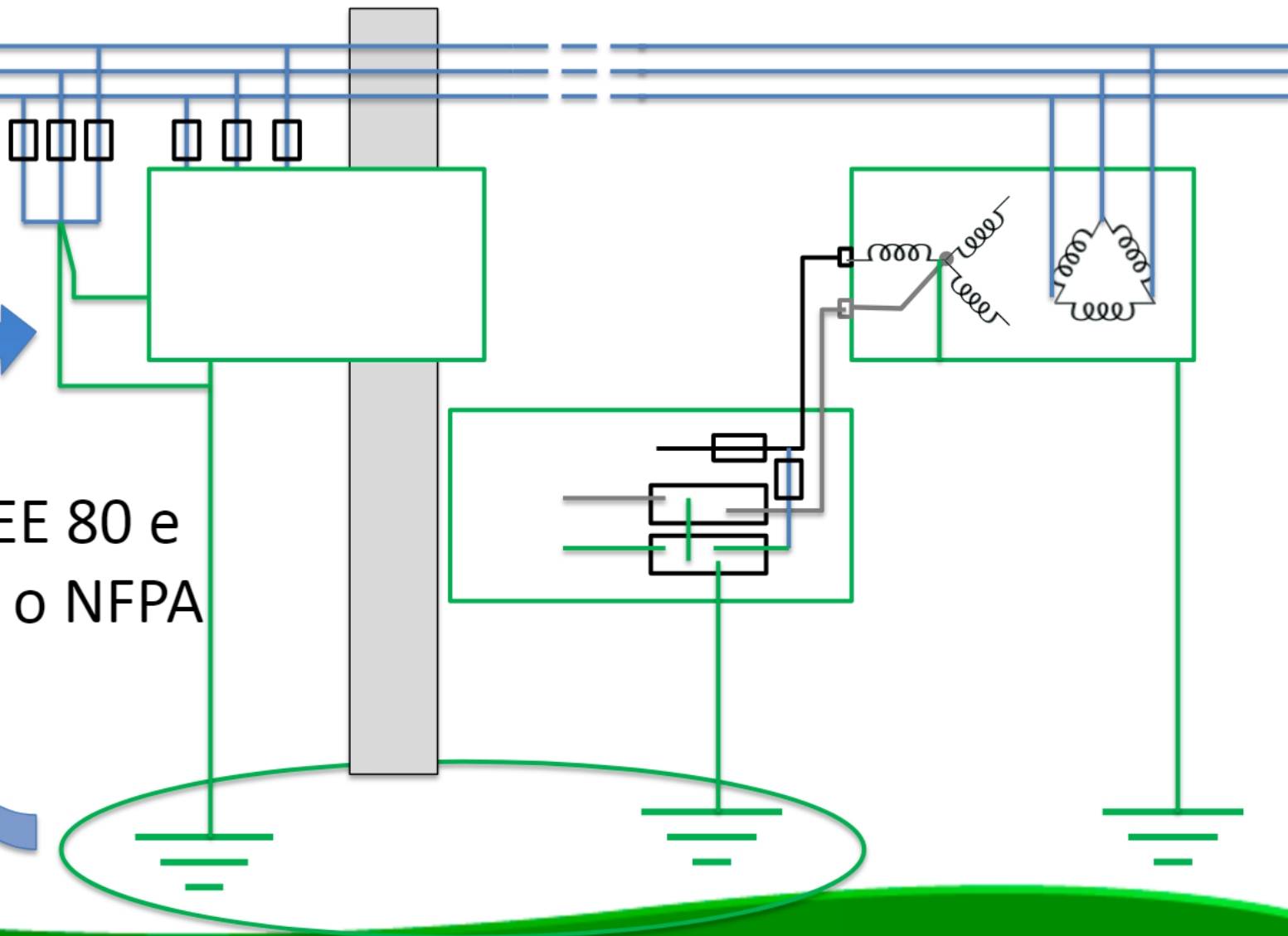
Por lo tanto $S = (2,5 \cdot 1 \cdot 0,1) / 0,5$ en el caso más bajo y $(4 \cdot 1 \cdot 0,1) / 0,5$ en el caso más alto, es decir $S =$ (de 0,5 m a 0,8 m)



IEEE 80 e
IEC o NFPA,
y NEC



IEEE 80 e
IEC o NFPA





Errores

¡Grave error en la comprensión de la funcionalidad de los conductores de neutro y tierra por parte de los fabricantes! (5.5.3.1 IEEE 142 de 2007).

Considerar que las puestas a tierra cercanas se pueden considerar separadas y lo que es peor aún denominarlas y mal entenderlas como “Aisladas”.



Errores

Desconocer la necesidad de dispositivos adicionales para implementar un RCT cuando estos son necesarios para identificar y despejar una falla, como por ejemplo los dispositivos residuales de corriente para los RCT TT en BT

La aplicación de cualquier RCT no implica que en condiciones de operación normal la corriente circule por el suelo.



Aspectos importantes que deben tenerse en cuenta y a la hora de seleccionar un RCT son

- Distancia entre los equipos de acometida y la carga permite implementar un determinado RCT.
- La continuidad del servicio ante condiciones de falla requieren RCT específicos como es el caso de sistemas hospitalarios.
- No se puede perder la visión global de las instalaciones y se debe entender que los aspectos de seguridad se deben cumplir sin importar el nivel de tensión y la configuración de la red.



Aspectos importantes que deben tenerse en cuenta y a la hora de seleccionar un RCT son

- Aspectos económicos no deben ser determinantes en la selección de configuración de red, si esto afecta la seguridad.
- Se deben erradicar las trampas eléctricas que aún existen y persisten en las redes de distribución y que causan muertes permanentemente, como es el caso de los transformadores monofásicos monofilares.



