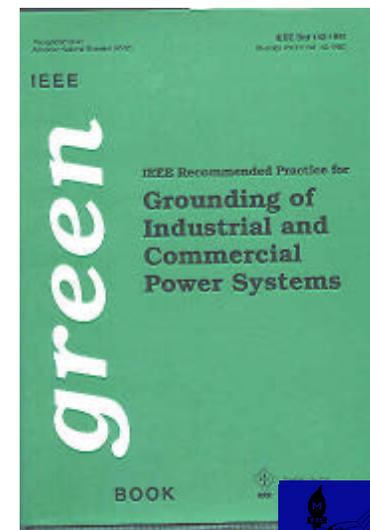
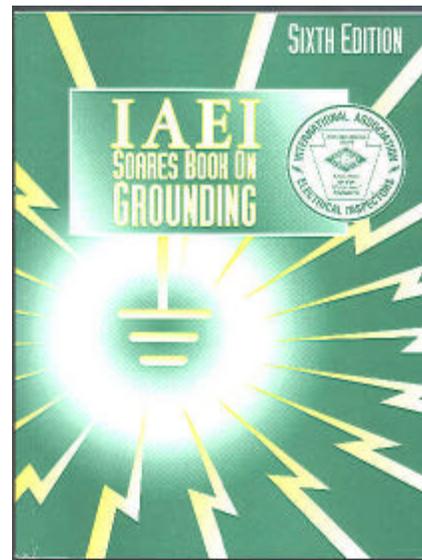
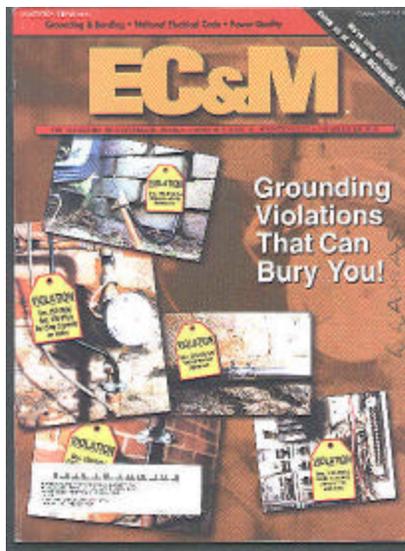
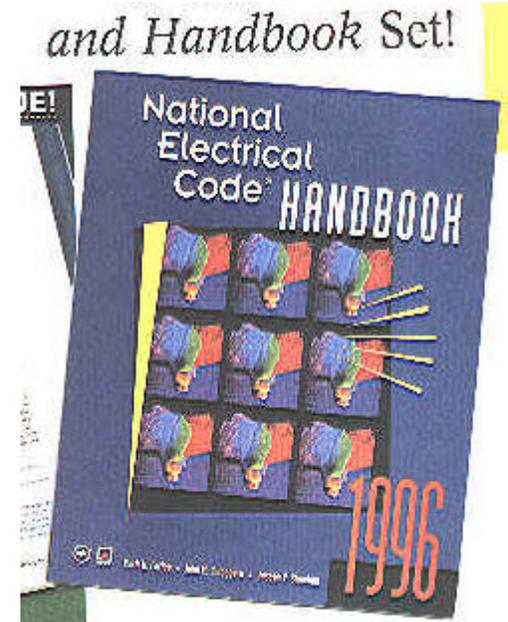
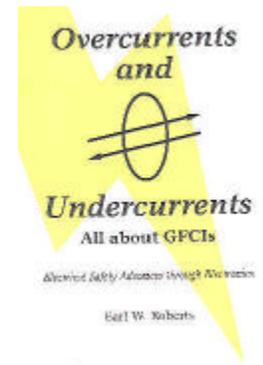
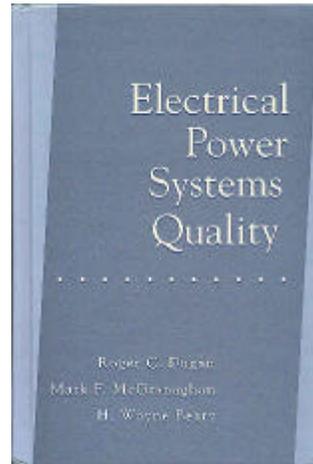
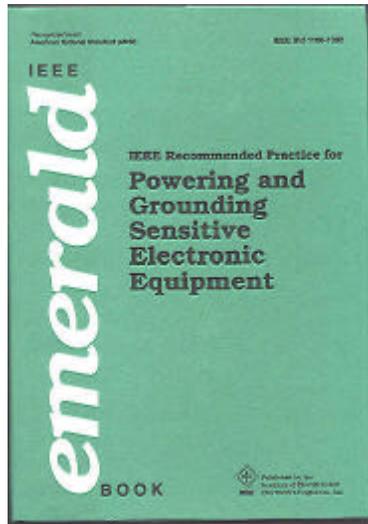


Contenido - Tierras eléctricas

- Puesta a tierra del sistema eléctrico
- Puesta a tierra del equipo
- Definiciones
- Sistema derivado separadamente
- Electrodo
- Cuerpo de tierra
- Electrodo aislado
- Unión neutro - tierra
- Tomacorrientes normal
- Tomacorrientes con GFCI



Bibliografía



Departamento de Ingeniería Eléctrica all



Objetivos - Tierras eléctricas

- Justificar la puesta a tierra de sistemas de alimentación
- Justificar la puesta a tierra de los equipos
- Distinguir puesta a tierra de sistema y puesta a tierra de equipos
- Conocer las definiciones pertinentes a tierras eléctricas
- Describir los sistemas de electrodos
- Distinguir los diferentes tipos de electrodos
- Describir los problemas de los electrodos aislados
- Describir los problemas de las uniones ilegales neutro-tierra
- Conocer los GFCIS
- Identificar las ventajas de los GFCIS

¿Porqué aterrizar el sistema de alimentación eléctrica?

NEC 250-1, FPN No.1 (FPN = “Fine Print Note”).

- a) limitar los sobrevoltajes transitorios debidos a descargas atmosféricas, a maniobras con interruptores,
- b) para limitar los voltajes en caso de contacto accidental del sistema de alimentación con líneas de voltaje superior y
- c) para estabilizar el voltaje del sistema de alimentación con respecto a tierra.



Sistema de alimentación eléctrica

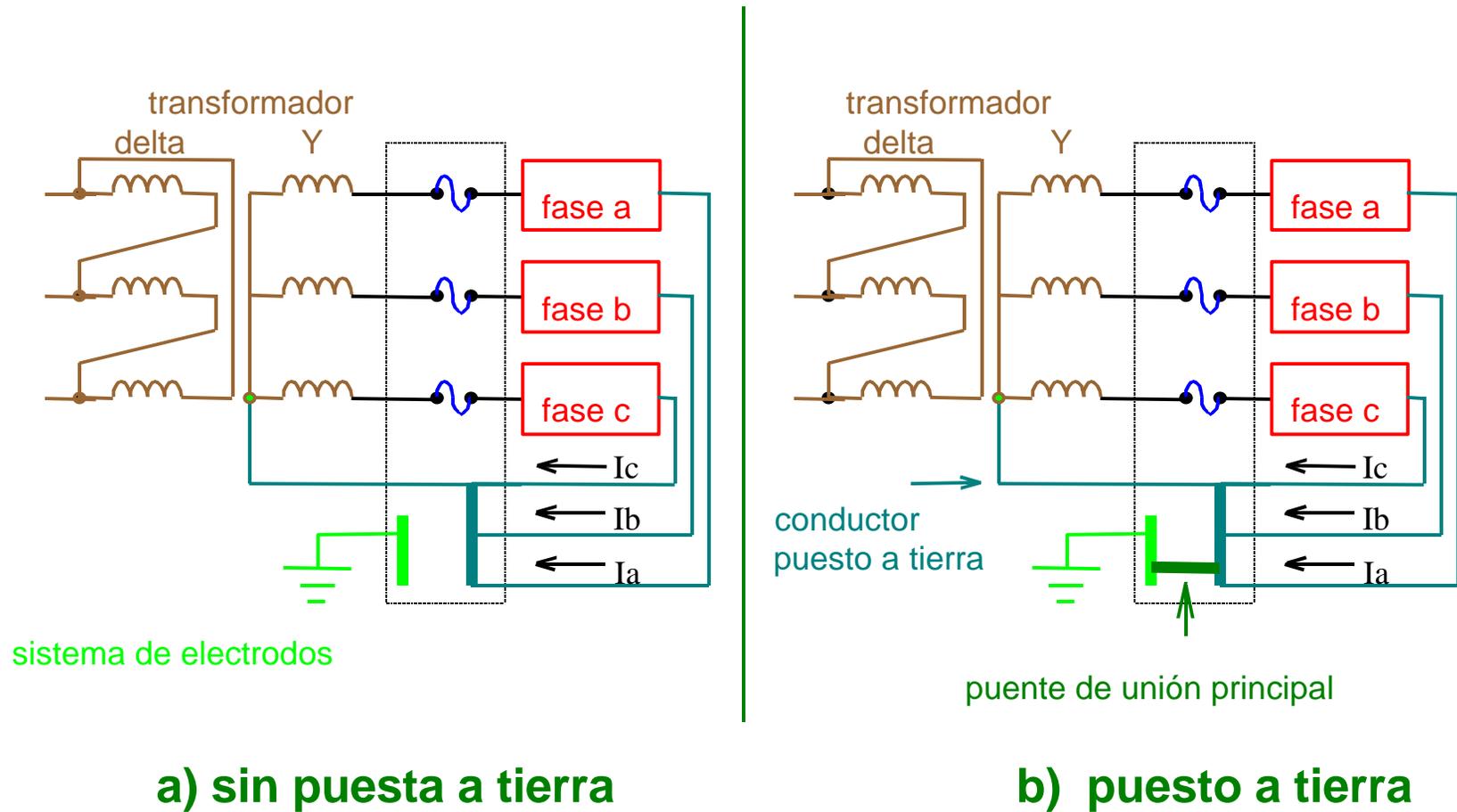


figura 1 de Tierras eléctricas, puesta a tierra del sistema de alimentación eléctrica



¿Porqué se requiere la puesta a tierra de equipo?

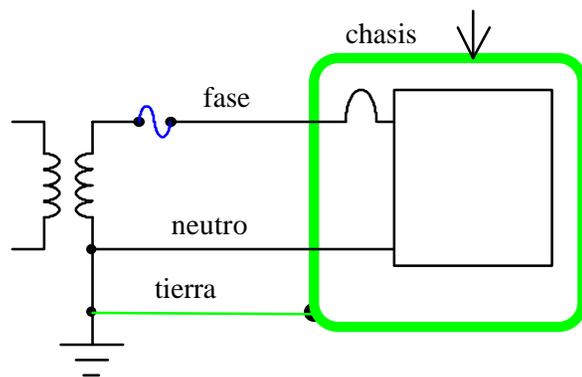
NEC 250-1, FPN No.2

- a) limitar el voltaje de los materiales metálicos no portadores de corriente con respecto a tierra y

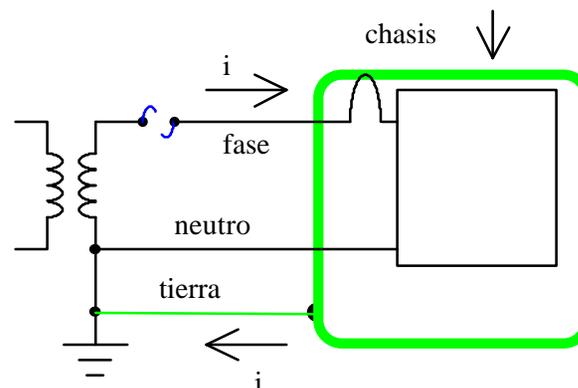
- b) que en caso de falla a tierra, opere la protección de sobrecorriente



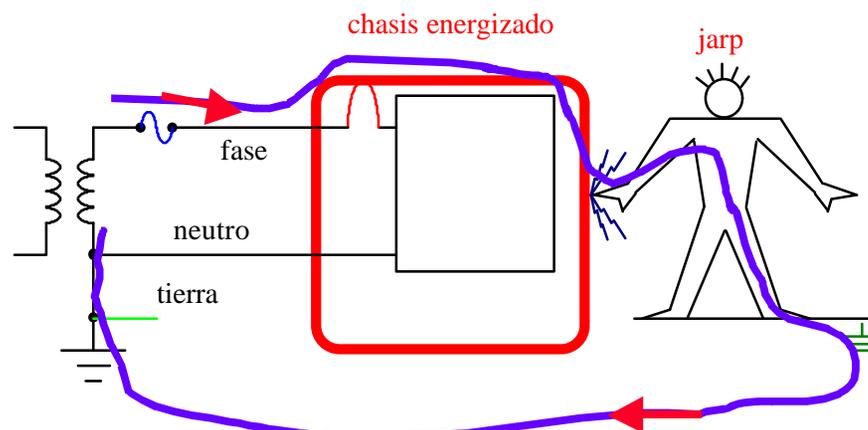
Puesta a tierra de equipo



(a) Alambrado correcto.



(b) La protección de sobrecorriente opera en caso de que el hilo vivo toque accidentalmente el chasis .



(c) La ausencia de la puesta a tierra de equipo es un peligro de electrocución

figura 2 de Tierras eléctricas, puesta a tierra de equipo



Términos de tierras eléctricas

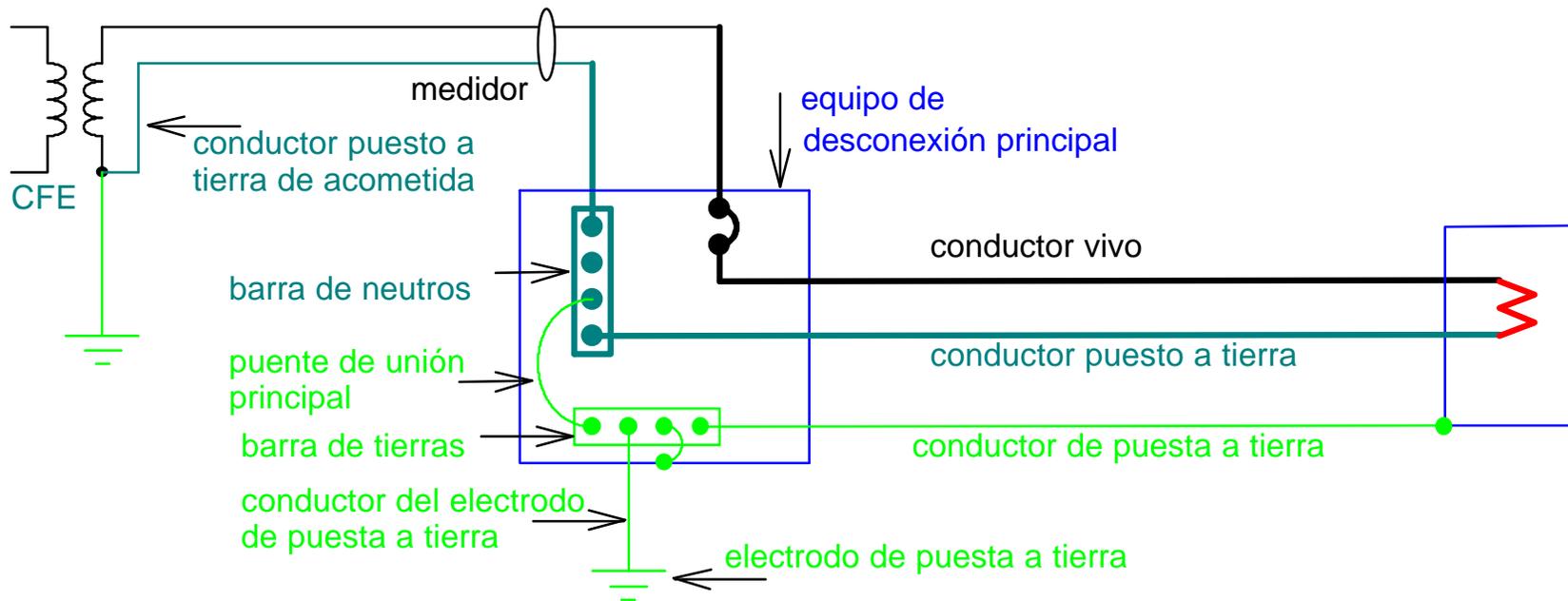
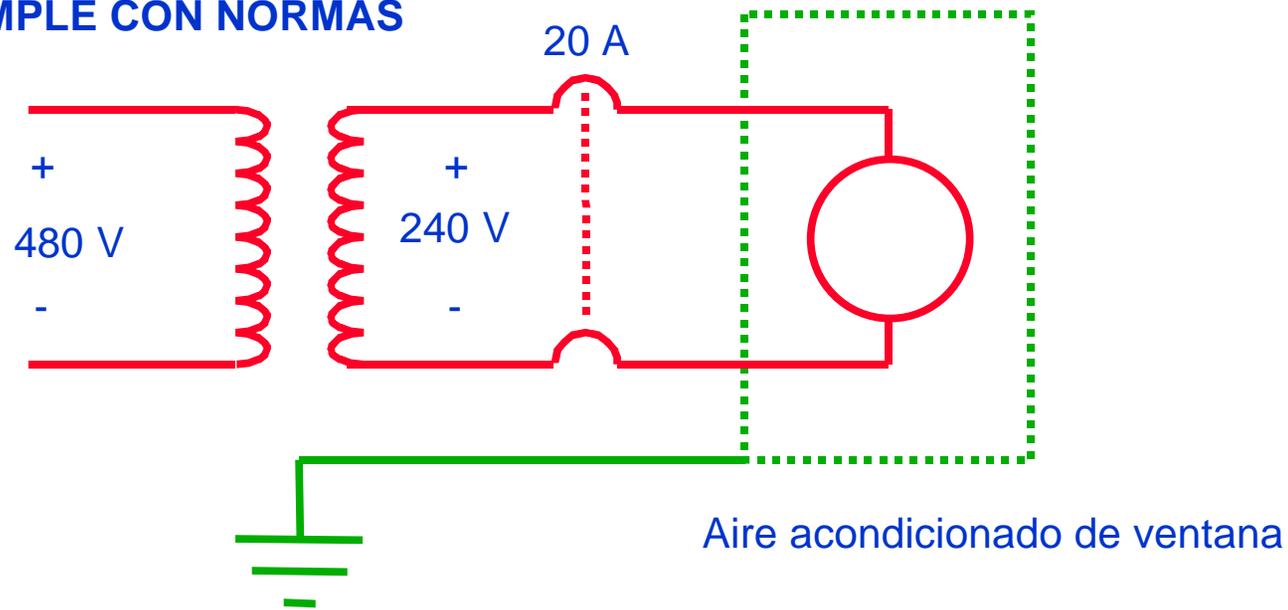


figura 3 de Tierras eléctricas, puesta a tierra de equipo



Puesta a tierra de equipos en un sistema flotado

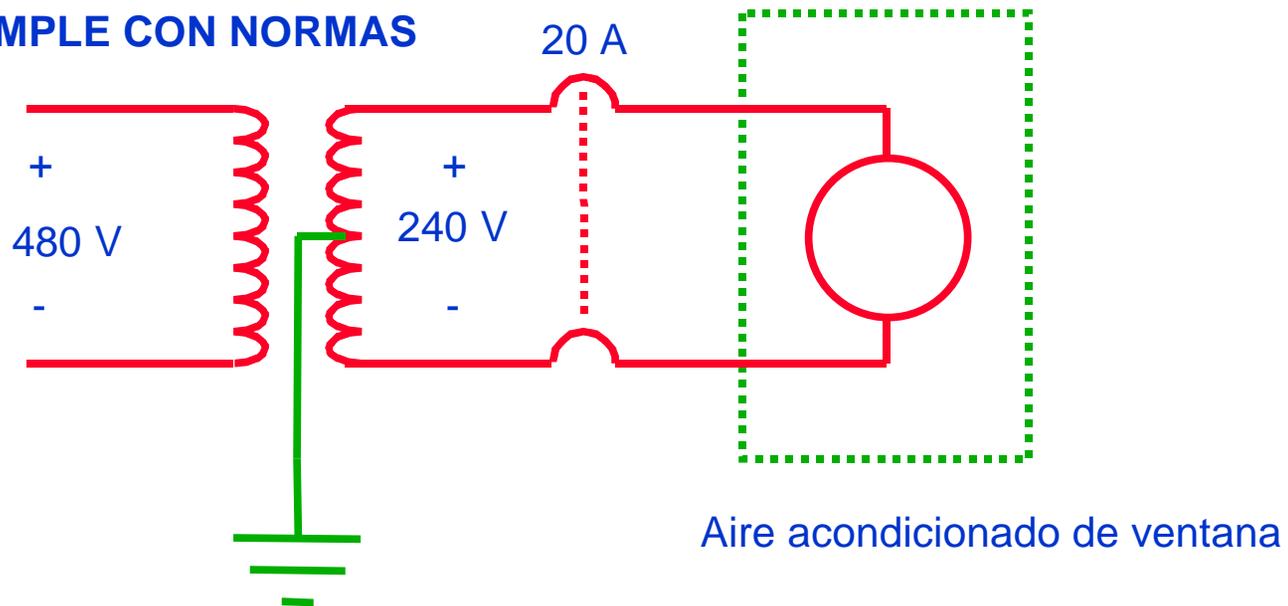
NO CUMPLE CON NORMAS



NO CUMPLE CON NORMAS

Sistema aterrizado sin puesta a tierra de equipos

NO CUMPLE CON NORMAS



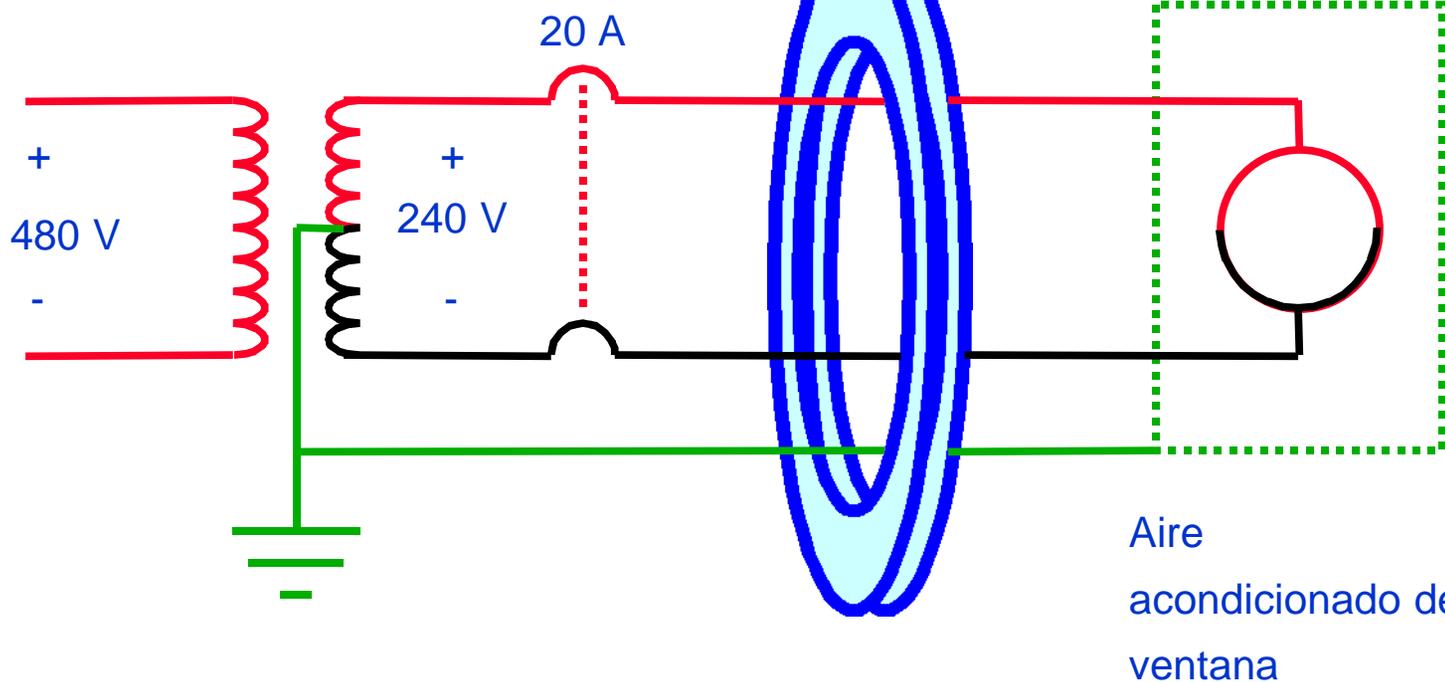
Aire acondicionado de ventana

NO CUMPLE CON NORMAS

Sistema aterrizado y puesta a tierra de equipos

SÍ CUMPLE CON NORMAS

Puesta a tierra y conductores del circuito en la misma canalización

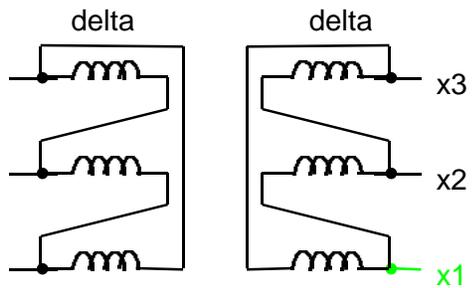


Sistema derivado separadamente.

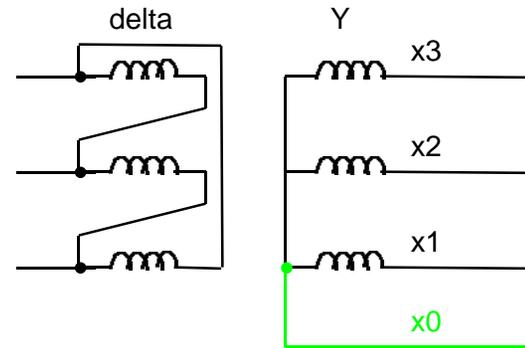
- Un sistema de alimentación ubicado dentro de la propiedad en el cual la potencia se deriva de un generador, de un transformador o de los devanados de un convertidor y no hay conexión directa con los conductores de alimentación de otro sistema, **esto incluye a un conductor sólidamente puesto a tierra.**
- un generador de emergencia con interruptor de transferencia de cuatro polos,
- un UPS con “bypass” a través de transformador,
- un transformador ferroresonante.



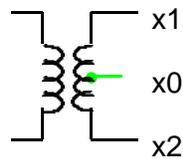
Ejemplos de sistemas derivados separadamente



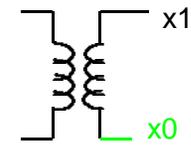
b) transformador trifásico delta - delta



a) transformador trifásico delta - estrella



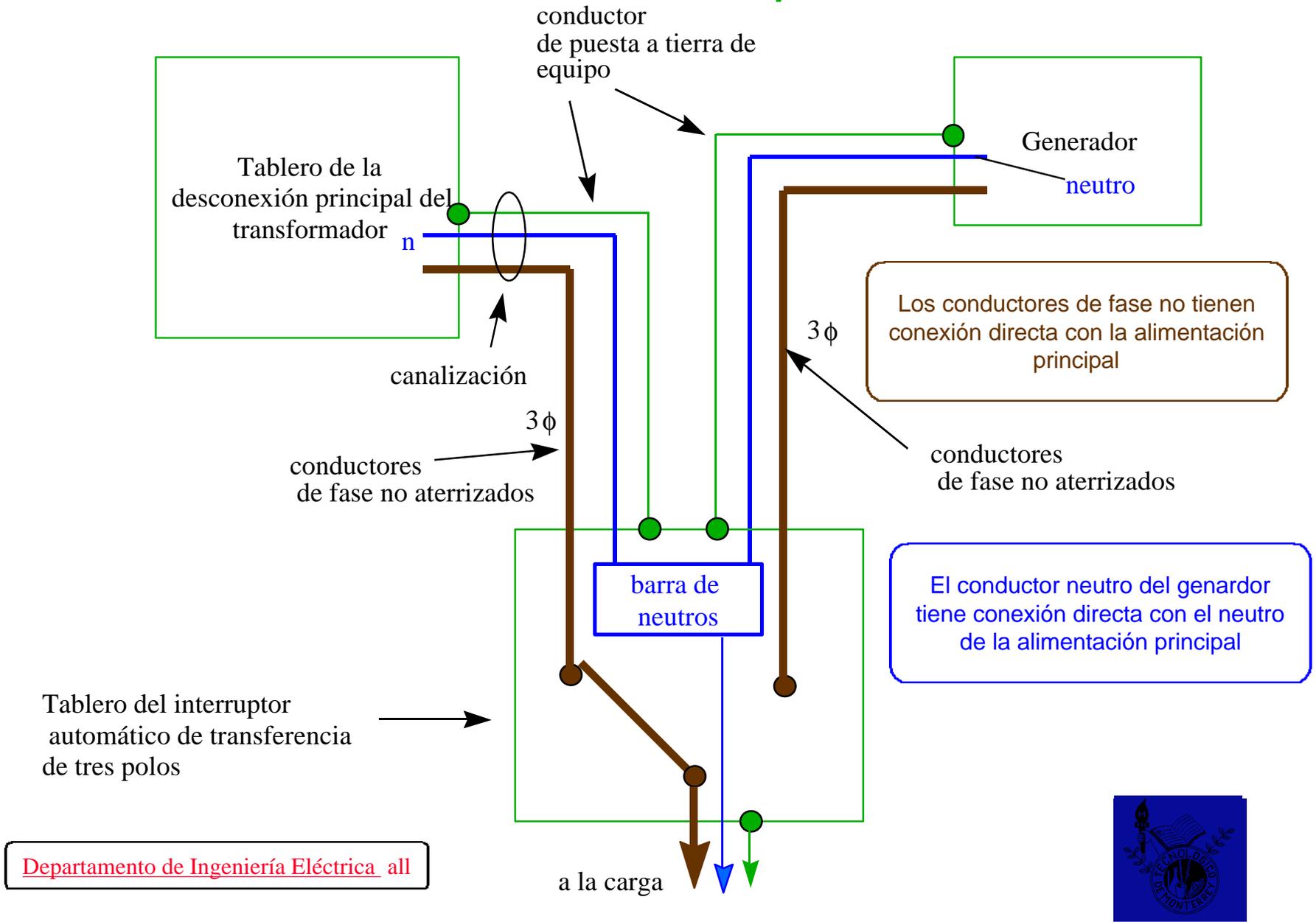
c) transformador monofásico de tres hilos



d) transformador monofásico

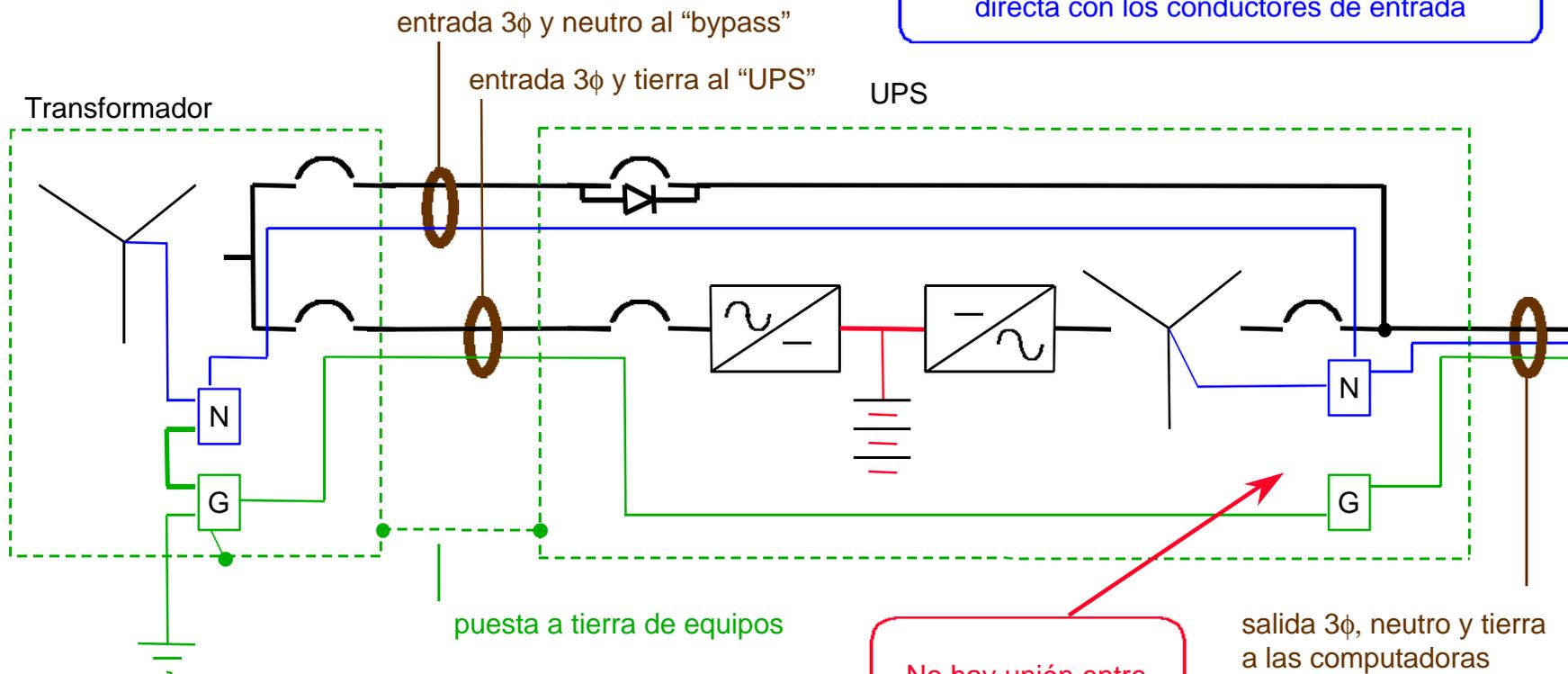


NO es sistema derivado separadamente



La salida del "UPS" no es un sistema derivado separadamente

En un sistema derivado separadamente los conductores de salida no tiene conexión directa con los conductores de entrada



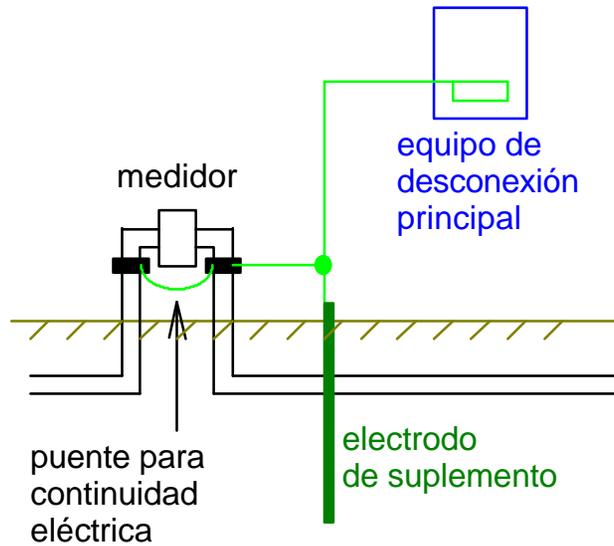
adaptado del IEEE 142-1991, libro verde, página 51

No hay unión entre neutro y tierra a la salida del "UPS"

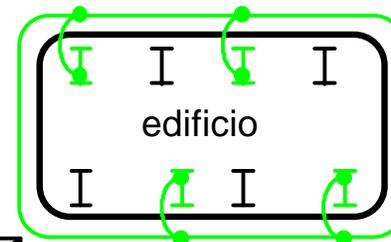
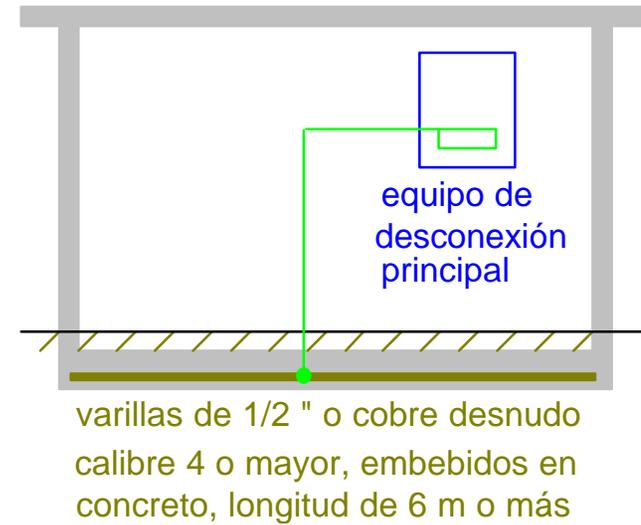
salida 3φ, neutro y tierra a las computadoras



Electrodos naturales, NEC 250-81:



la tubería de agua debe estar por lo menos 3 m en contacto con la tierra



cobre desnudo calibre 2 o mayor enterrado 2.5 piés o más

Figura 5, 6 y 7 de Tierras Electricas. Electrodo Naturales

Departamento de Ingeniería Eléctrica all

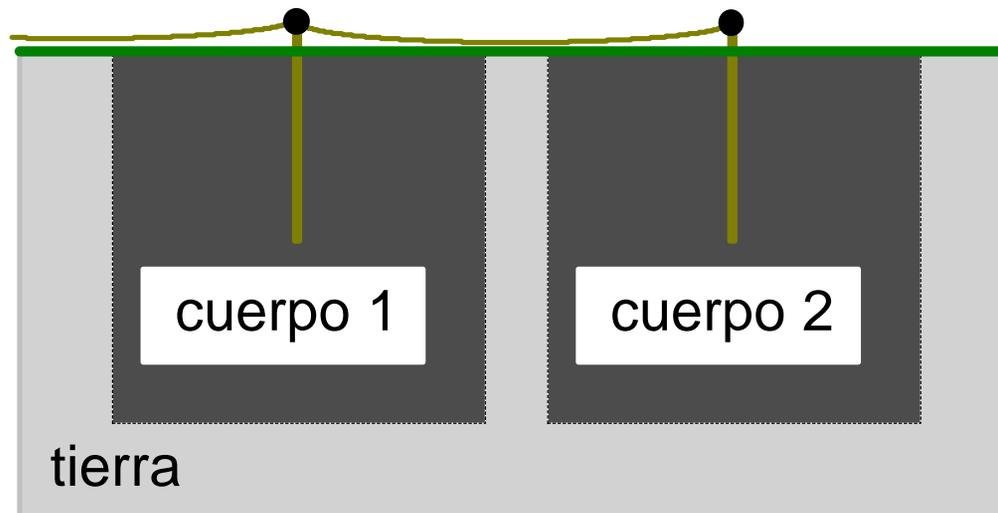


Cuerpos de Tierra

NEC 250-84

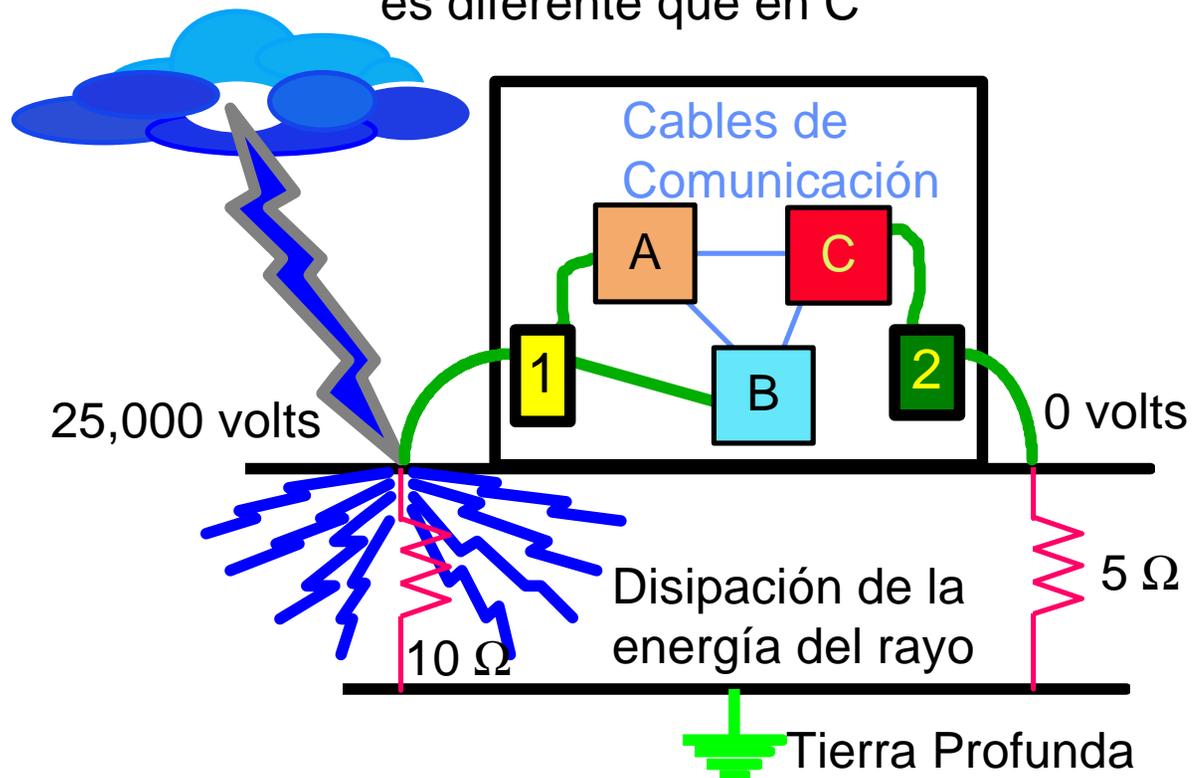
- La resistencia de los electrodos artificiales debe ser menor a 25.
- En caso de que la resistencia sea mayor hay que agregar otro electrodo en paralelo a una distancia de por lo menos 1.8 m

FPN: La efectividad de poner en paralelo varillas de más de 8 ft se mejora si se separan más de 8 ft



Electrodos Aislados

Potencial en A y B
es diferente que en C



Tierra de computadora, limpia, aislada y exclusiva

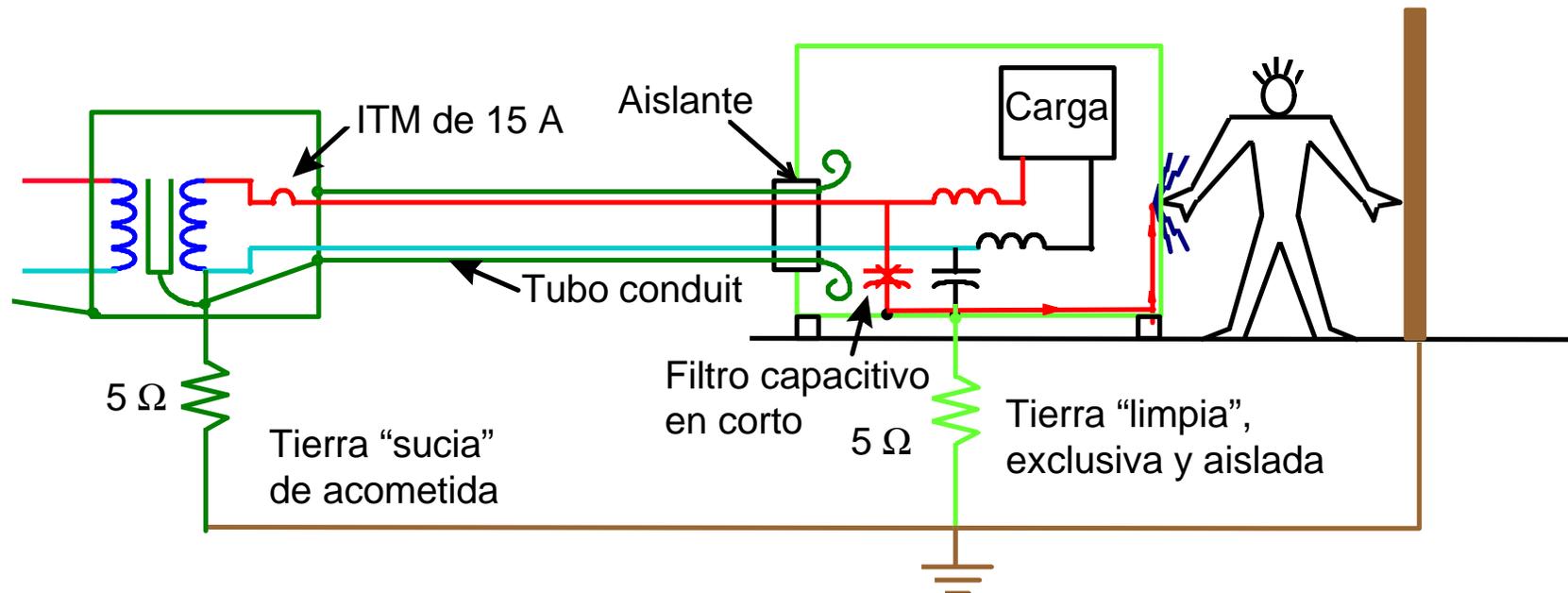
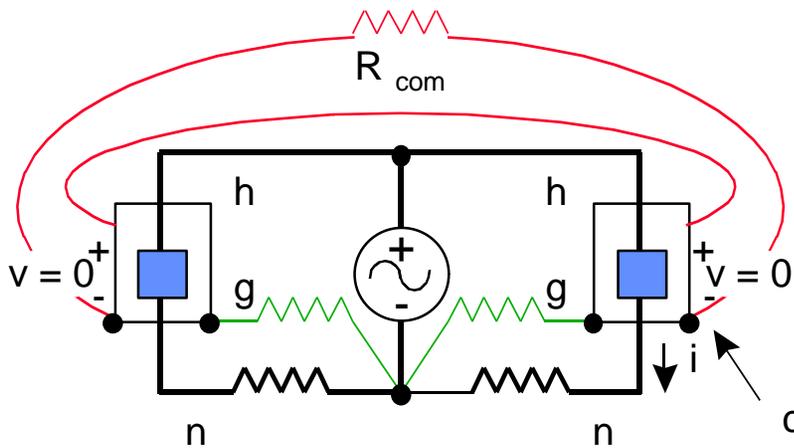


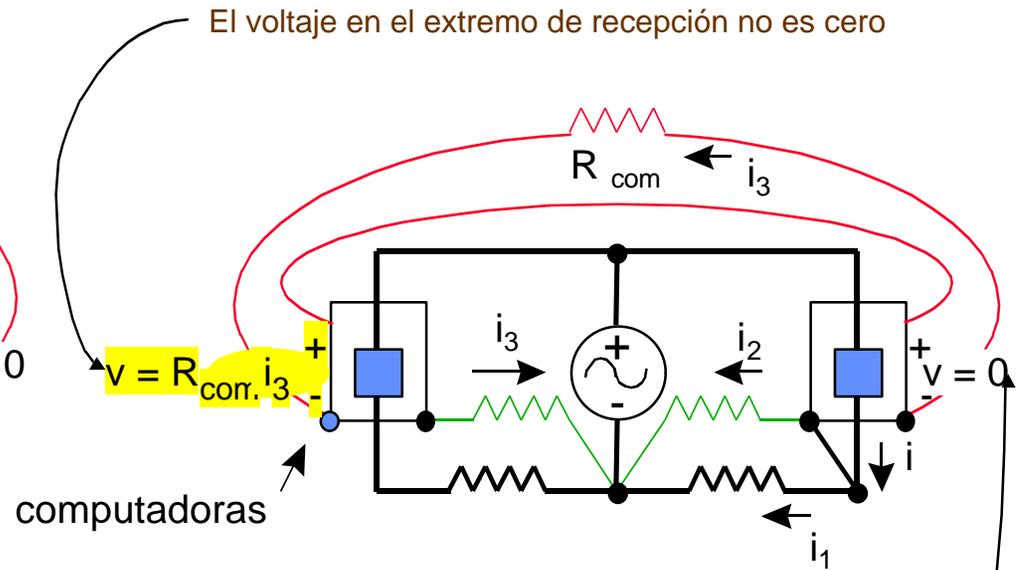
Figura 11 de Tierras Electricas.



Unión ilegal neutro - tierra (1)



a) Alambrado correcto



b) Unión ilegal neutro - tierra

El voltaje en el extremo de recepción no es cero

El voltaje en el extremo de envío es cero



Unión ilegal neutro - tierra (2)

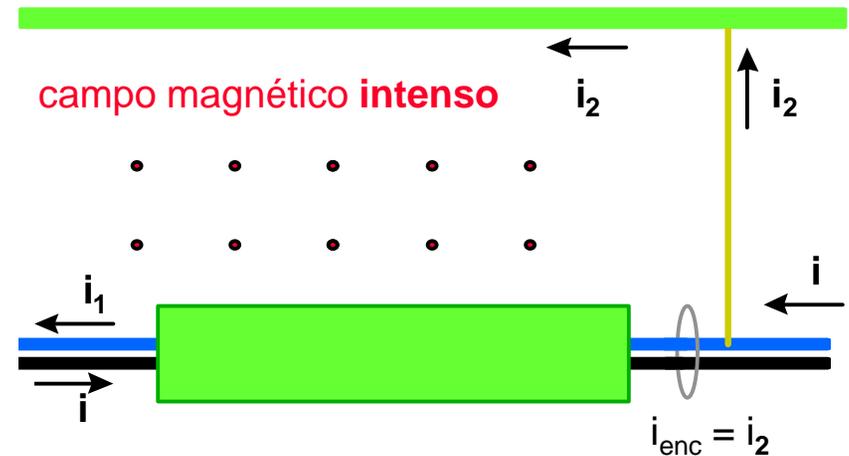
canalización de cables de comunicación



canalización de cables de alimentación

a) Sin unión ilegal neutro - tierra

canalización de cables de comunicación

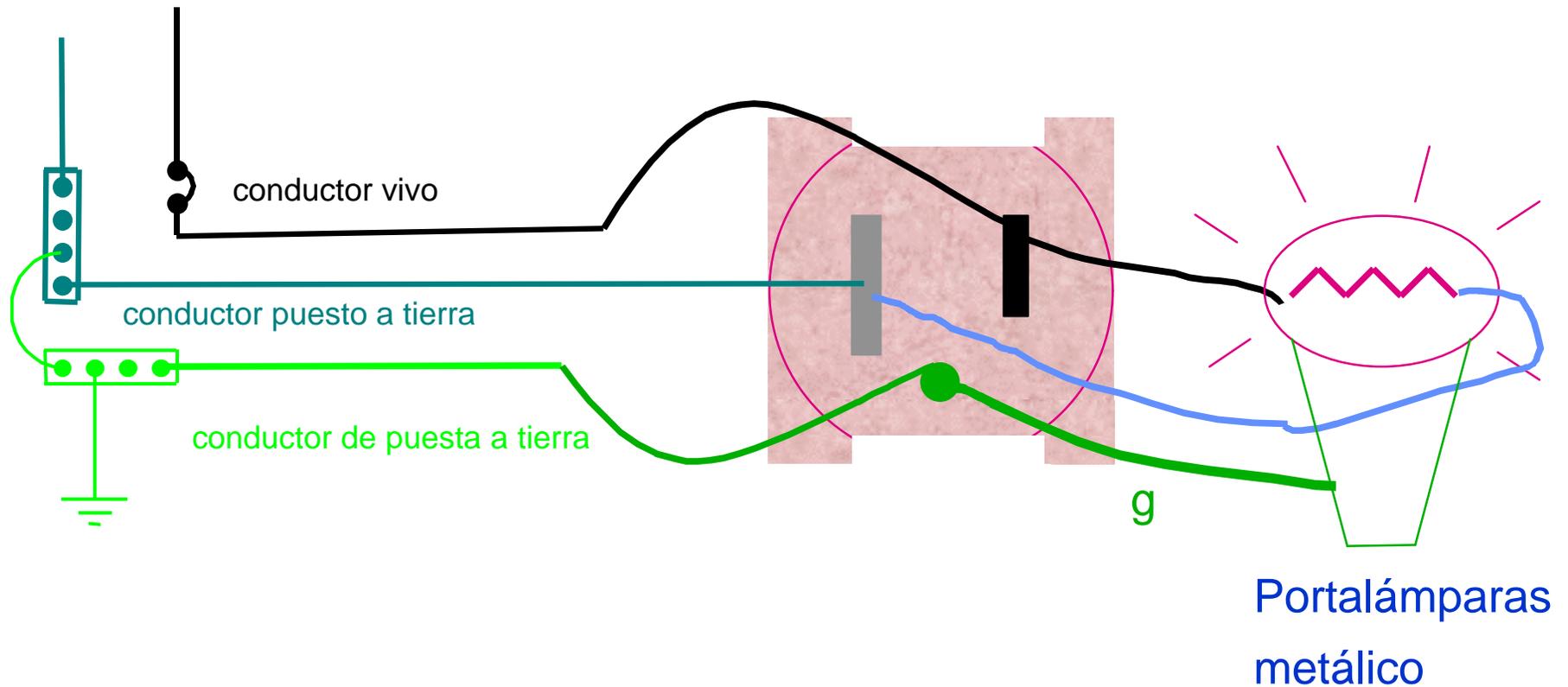


canalización de cables de alimentación

b) Unión ilegal neutro - tierra



El tomacorrientes o contacto



La mano derecha y el toma corrientes

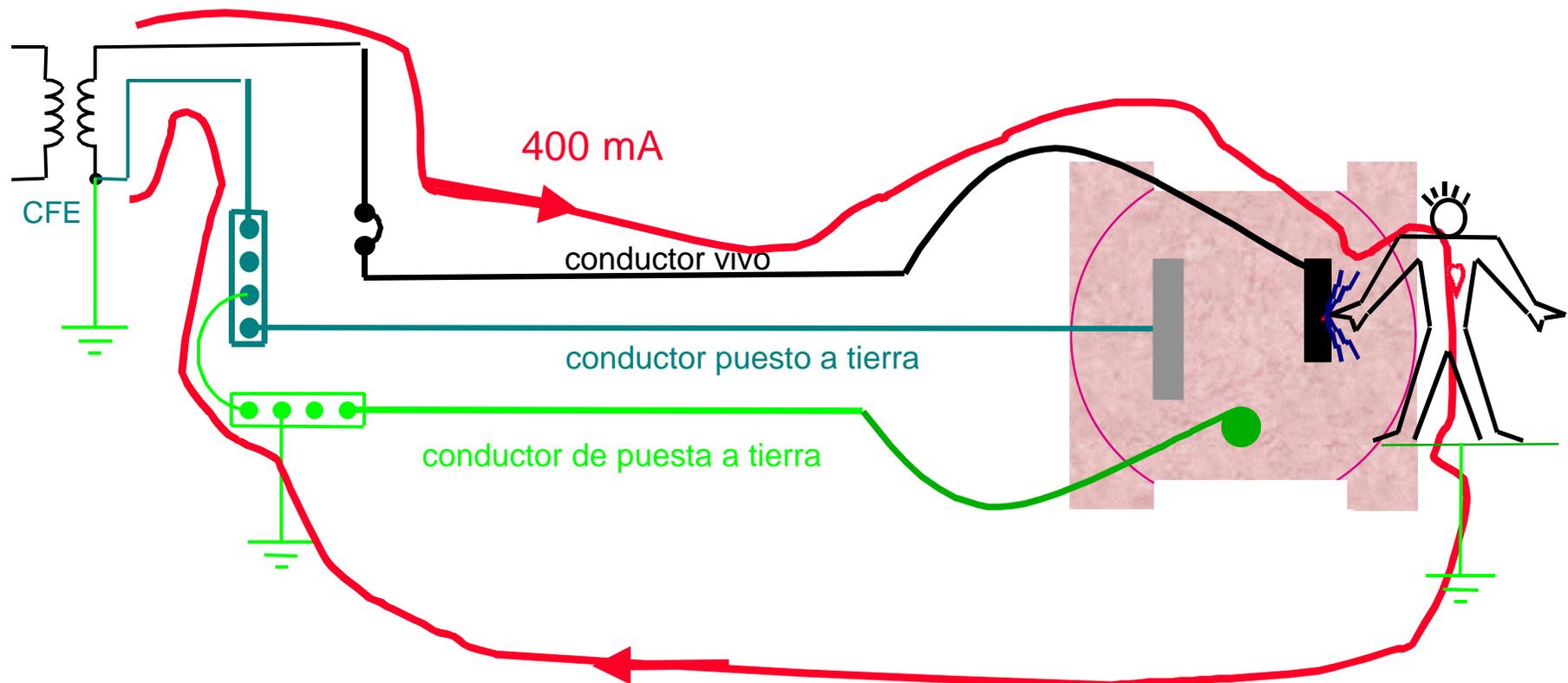
Suponiendo que la mano es la clavija

- El dedo pulgar es el vivo
- El dedo índice es la tierra y
- El dedo anular es el neutro

Esta regla es útil para recordar el alambrado correcto

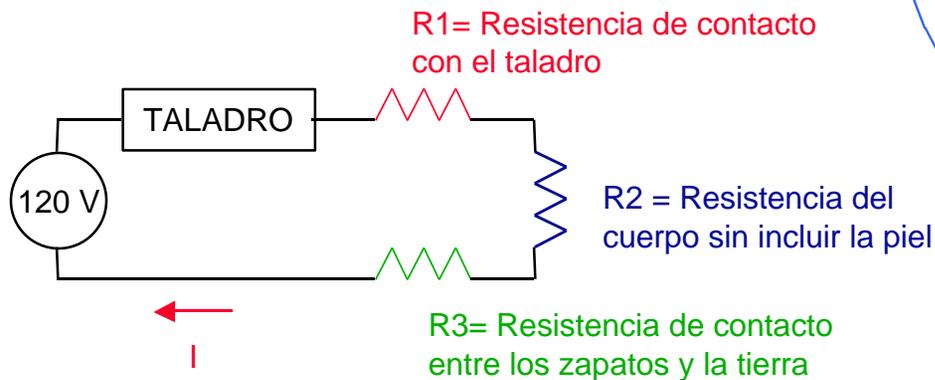


Tomacorrientes y el riesgo de choque eléctrico



No es necesario tocar directamente el vivo del tomacorrientes

La corriente pasa del taladro a la mano y del cuerpo a la tierra.



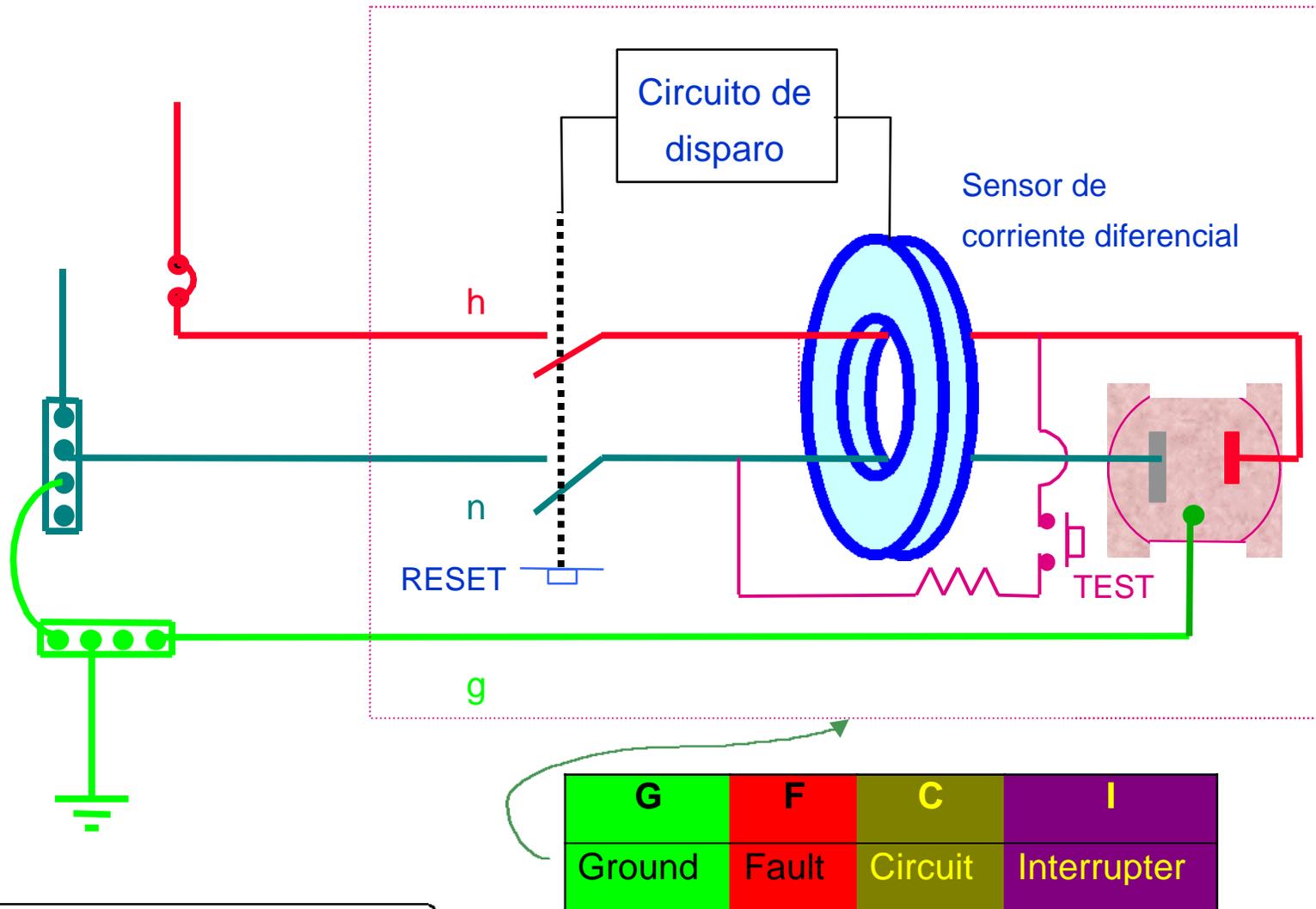
Adaptado de John Cadick,
Electrical Safety Handbook

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{120}{500 + 200 + 5000} = 21 \text{ mA}$$

Con suela de cuero húmeda, parado en suelo húmedo, y está sudando intensamente

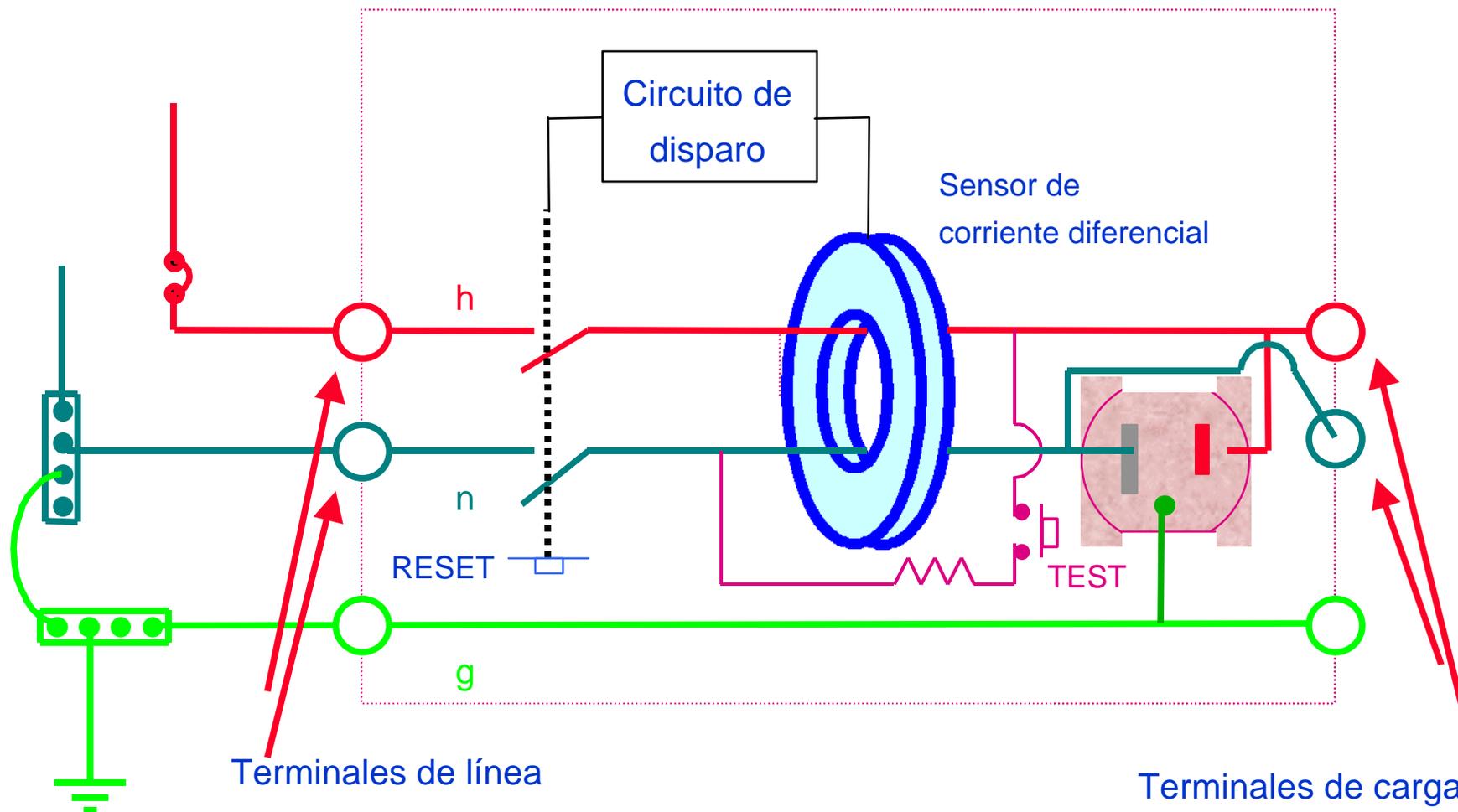


Tomacorrientes con interruptor de circuitos bajo falla a tierra



G	F	C	I
Ground	Fault	Circuit	Interrupter

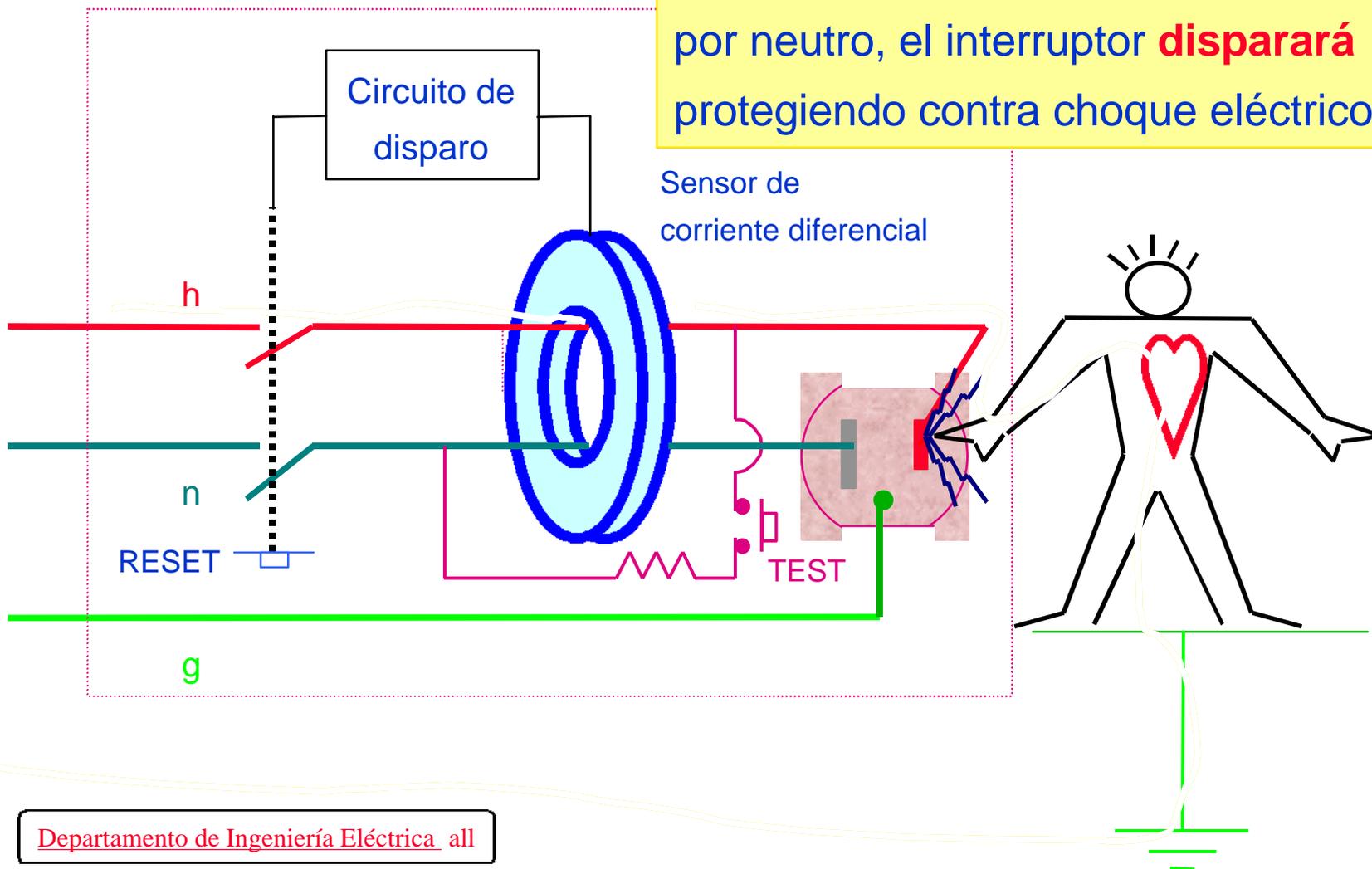
Terminales de línea y terminales de carga



Es muy importante que no se inviertan

Protección contra choque eléctrico

Debido a que la corriente no regresa por neutro, el interruptor **disparará** protegiendo contra choque eléctrico



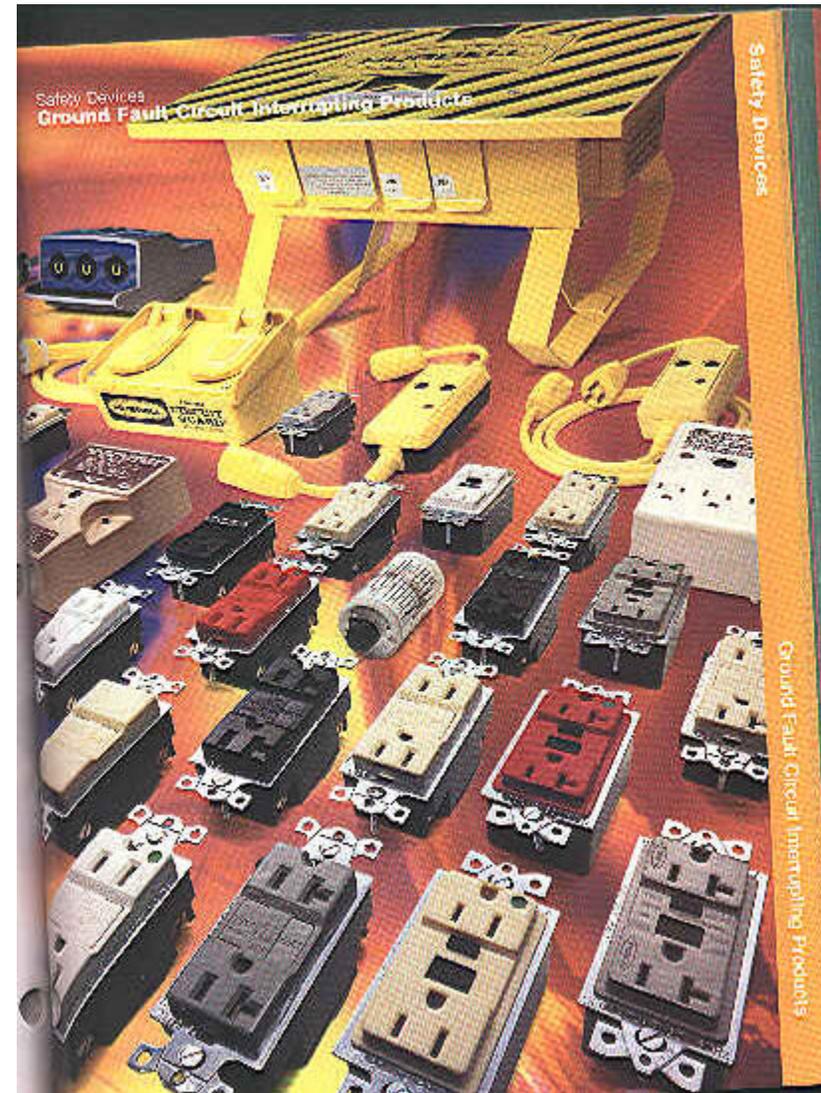
Interruptores de falla a tierra



Unidad térmica con interruptor de
falla a tierra marca SquareD



Leviton



Hubbell



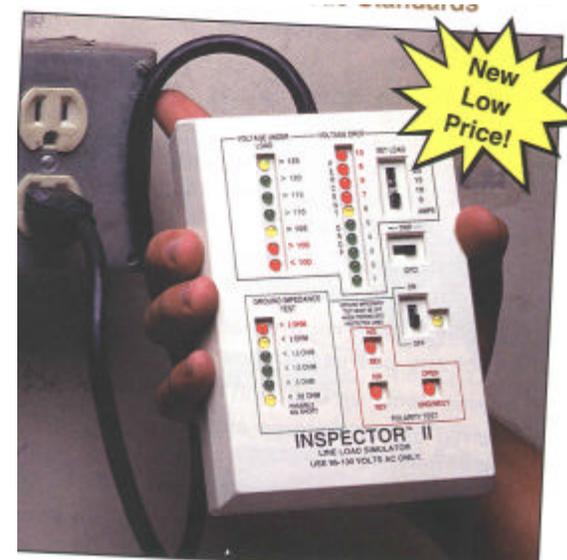
Probadores de Interruptores de falla a tierra



UNITEST GFI TESTER



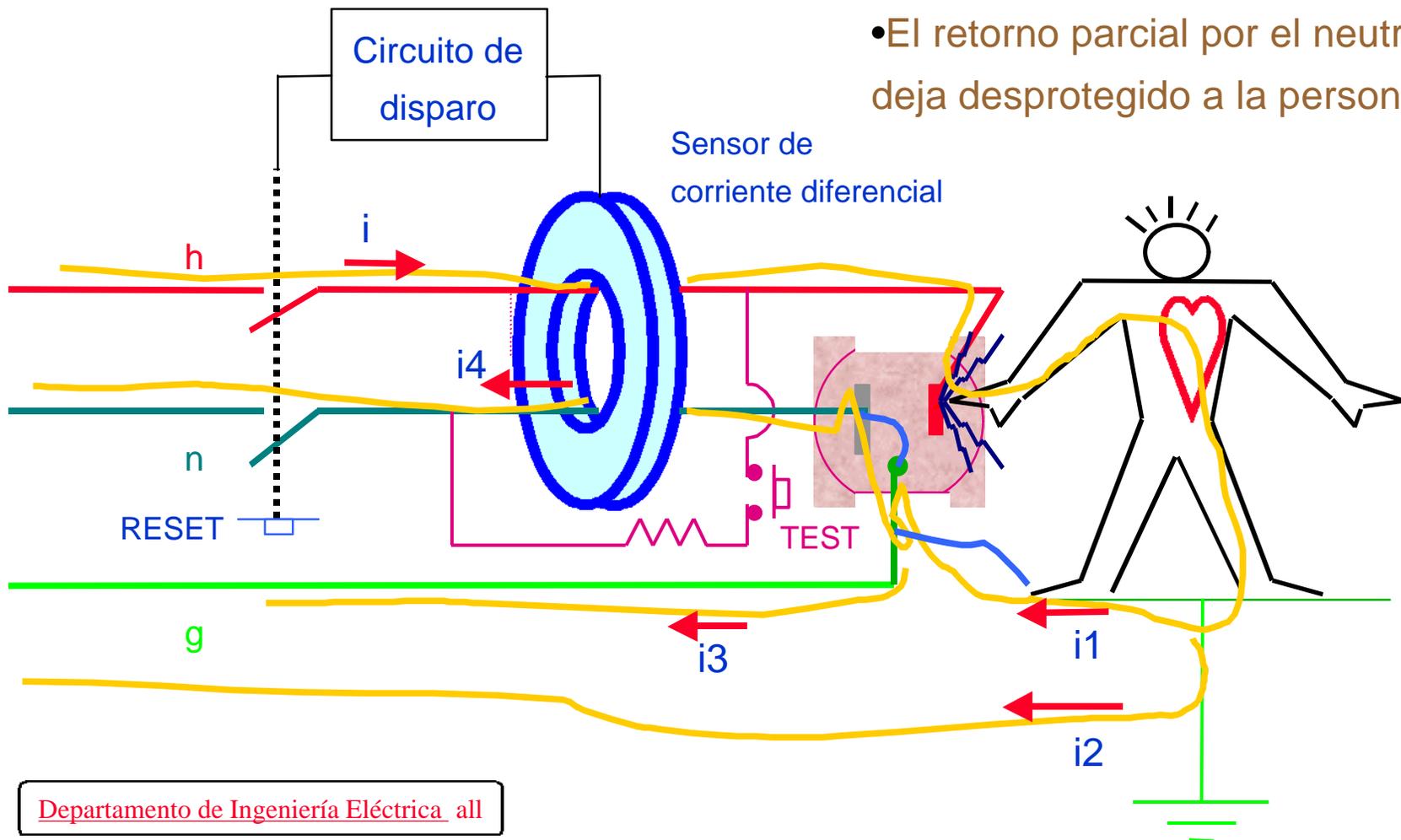
IDEAL CIRCUIT IDENTIFIER
PLUS RECEPTACLE TESTER



INSPECTOR II

Unión neutro a tierra sin protección

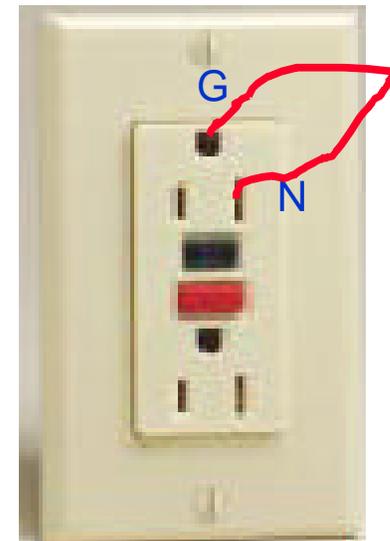
- $i = i_1 + i_2$
- $i_1 = i_3 + i_4$
- El retorno parcial por el neutro deja desprotegido a la persona



Tomacorrientes con interruptor de falla a tierra detectan unión ilegal neutro tierra



LEVITON, ejemplo de tomacorrientes con GFCI



El interruptor disparará



Cordones de extensión con falla a tierra



- Los cables de extensión deben contar con **protección de pérdida de neutro**
- Esto se requiere para evitar que queden el vivo y la tierra con riesgo de electrocución y el GFCI no dispare pues la bobina del GFCI requiere del neutro para disparar
- Los cordones de extensión tienen un interruptor normalmente abierto, de tal manera que requieren presencia de vivo y neutro para cerrar el interruptor y proporcionar salida



Tipos de Interruptores de falla a tierra

- Tipo interruptor termomagnético

 - sobrecarga

 - cortocircuito

 - falla a tierra



- Tipo tomacorrientes

 - falla a tierra

 - neutro aterrizado



- Tipo cordón de extensión

 - falla a tierra

 - unión ilegal neutro tierra

 - pérdida de neutro



Efectos fisiológicos

