

3

Protección de las instalaciones

vamos a conocer...

1. Tensión e intensidad
2. Defectos que se pueden producir en las instalaciones eléctricas
3. Fusibles
4. Interruptor automático o magnetotérmico
5. Interruptor diferencial
6. Selectividad
7. Filiación
8. Protección contra sobretensiones
9. Representación de esquemas de cuadros de protección

PRÁCTICA PROFESIONAL 1

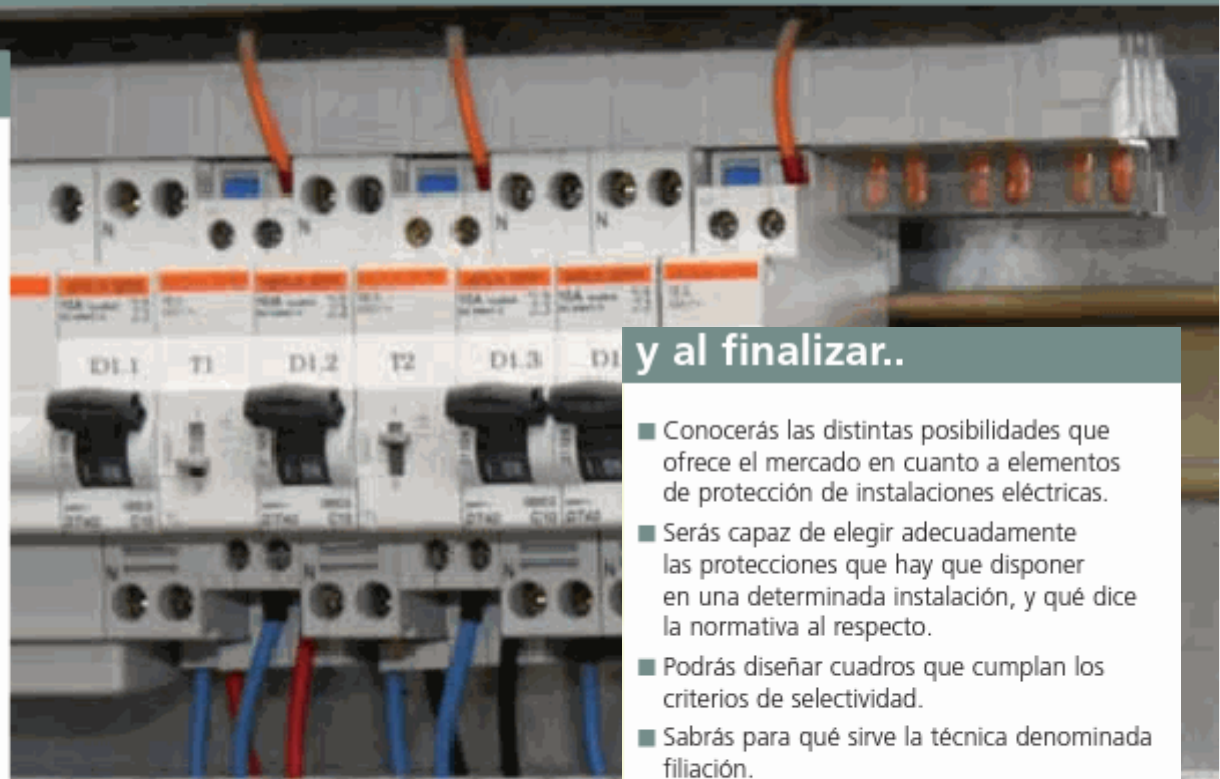
Cuadro general de protección

PRÁCTICA PROFESIONAL 2

Instalación de un conmutador voltimétrico para comprobar la tensión de entrada en un cuadro eléctrico

MUNDO TÉCNICO

Tipo de curva de los interruptores magnetotérmicos



y al finalizar..

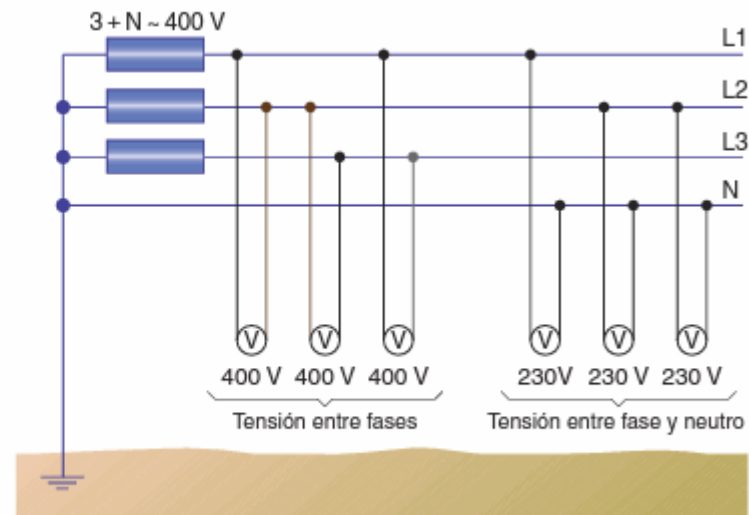
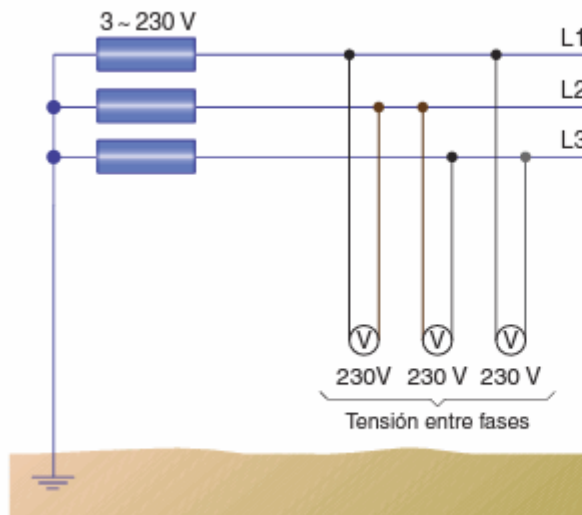
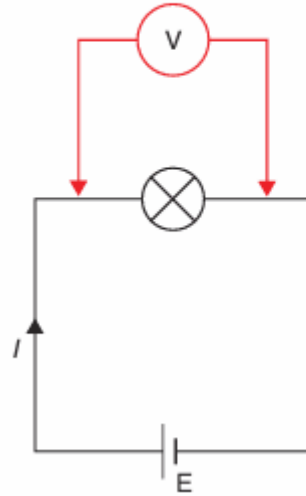
- Conocerás las distintas posibilidades que ofrece el mercado en cuanto a elementos de protección de instalaciones eléctricas.
- Serás capaz de elegir adecuadamente las protecciones que hay que disponer en una determinada instalación, y qué dice la normativa al respecto.
- Podrás diseñar cuadros que cumplan los criterios de selectividad.
- Sabrás para qué sirve la técnica denominada filiación.
- Dibujarás esquemas de cuadros de protección, utilizando la simbología normalizada.
- Montarás el cuadro de protección para solucionar el caso práctico propuesto en esta unidad.

situación de partida

1. ¿Por qué crees que es necesario proteger una instalación eléctrica? Y, ¿contra qué tendríamos que protegerla?
 2. Probablemente hayas oído hablar del interruptor automático, ¿para qué crees que sirve? Y los PIA's, ¿son lo mismo que el interruptor automático? ¿Y el ICP?
 3. ¿El «diferencial» realiza la misma función que el «automático»? Entonces, si colocamos uno de ellos ¿es necesario que coloquemos también el otro en esta instalación?
 4. Seguro que alguna vez has oído a alguien que una subida de tensión le quemó el ordenador. Imagínate el trastorno que causaría esto en la instalación de la imprenta del caso inicial. ¿Hay alguna manera de evitarlo?
 5. ¿Cuál sería el esquema unifilar de los diferentes circuitos que forman la instalación eléctrica de la imprenta?
-

Tensión e intensidad

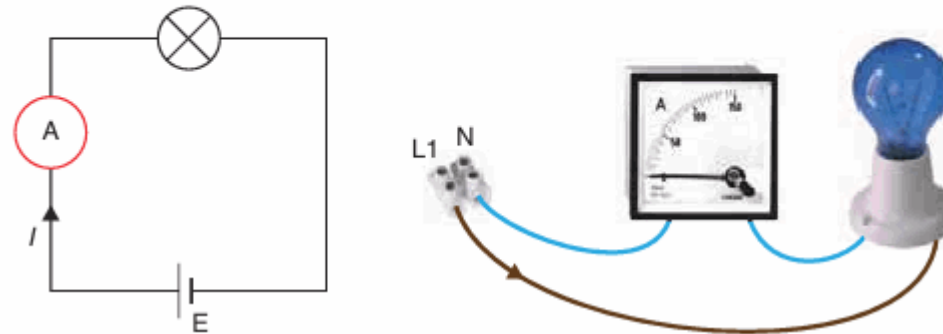
Para medir la tensión se utiliza un voltímetro, y la forma de conectarlo es enchufar directamente los dos terminales en los dos puntos en los que se desea realizar la medida, es decir, en paralelo.



Tensiones nominales en corriente alterna.

Tensión e intensidad

Para medir la intensidad que circula por un circuito de una instalación se utiliza un **amperímetro**. Es necesario que dicha intensidad atraviese el instrumento, por lo que la forma correcta de realizar la medida es abriendo el circuito en un punto e intercalando el amperímetro en serie.

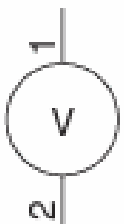

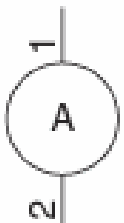
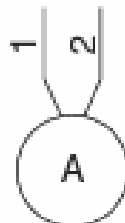


Tensión e intensidad



La **pinza amperimétrica** es un instrumento de gran utilidad para el técnico instalador electricista. Con ella se puede tomar la lectura de la corriente de un circuito de corriente alterna sin interrumpir el circuito. Su uso es muy sencillo ya que basta abrazar el conductor sobre el que se desea medir la intensidad con las pinzas y se obtiene la lectura en el indicador. Algunos modelos permiten también conectar unas puntas terminales para medir tensión o resistencias.



Elemento	Símbolos	Identificador
Voltímetro	 	P
Amperímetro	 	P

Defectos que se pueden producir en las instalaciones eléctricas

Sobreintensidades

Las instalaciones se diseñan para trabajar bajo unas determinadas condiciones, a la intensidad que circula por la instalación en estas circunstancias se la denomina **intensidad nominal** (I_n) y es la intensidad que circula en condiciones «normales». Si los cálculos han sido realizados correctamente en el diseño, tanto los conductores como el resto de elementos del circuito están preparados para soportar esta intensidad por un periodo de tiempo infinito.

recuerda

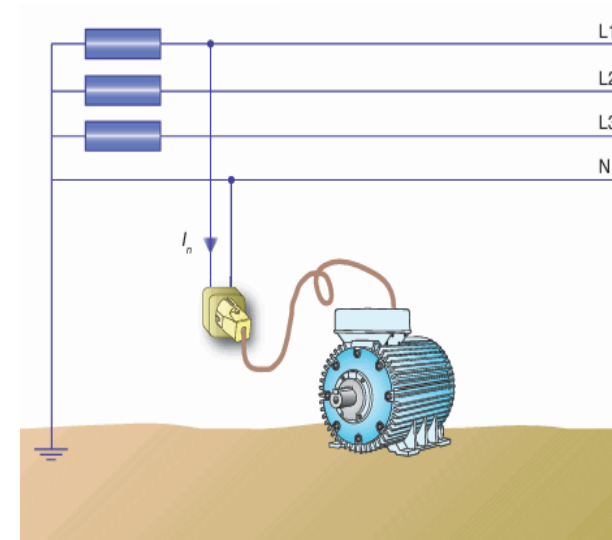
Cuando por un conductor circula una intensidad, se genera calor (efecto Joule). Su valor es:

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t \quad \text{Julios}$$

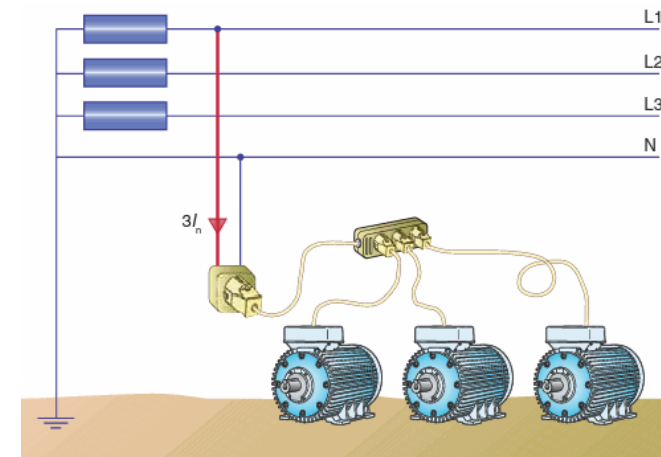
Pero hay ocasiones en que a un determinado circuito se le está solicitando más potencia de aquella para la cual está preparado. Este sería el caso de pretender alimentar varios receptores a través de una sola toma de corriente, o demandarle a un motor más potencia mecánica de la que puede suministrar. En este caso, para generar la potencia necesaria, los receptores demandan más intensidad ($P=V \cdot I$, si V es fija, porque es la de la red, solo es posible aumentar I). La intensidad que circula en estas condiciones por la instalación se puede haber multiplicado por dos o hasta por tres (2 o 3 veces I_n). Se dice en este caso que se ha producido una **sobrecarga**. Si esta intensidad circula durante un tiempo suficiente se puede dañar el aislamiento de los conductores, por exceso de temperatura.

caso práctico inicial

Es necesario proteger las instalaciones para asegurar los bienes y las personas



Instalación en condiciones nominales.



Instalación sobrecargada.

Sobreintensidades

En otras ocasiones, y debido por ejemplo, a un defecto en el aislamiento de los conductores, se produce una unión con apenas resistencia entre dos conductores o dos puntos de una instalación que se encuentran a distinto potencial. Como la resistencia es prácticamente cero, la intensidad se hace en este caso muy grande, (20 o 30 veces la I_n), se ha producido un **cortocircuito**. La instalación no está preparada para soportar esta gran intensidad, y si no es cortada de inmediato, se corre el riesgo de destruir la instalación e incluso provocar un incendio.

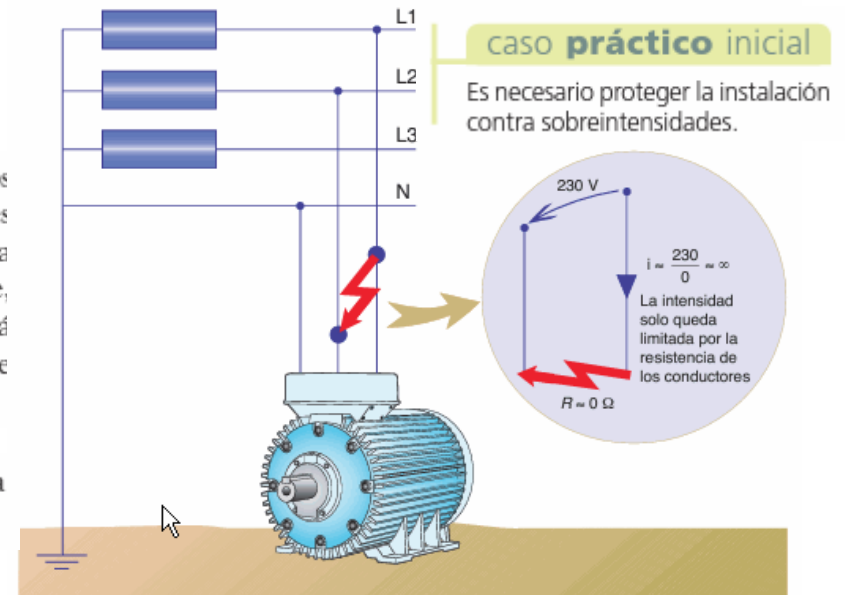
Sobrecargas y cortocircuitos reciben el nombre genérico de **sobreintensidades**, ya que en ambos casos se trata de una intensidad superior a la nominal.

Defectos de aislamiento

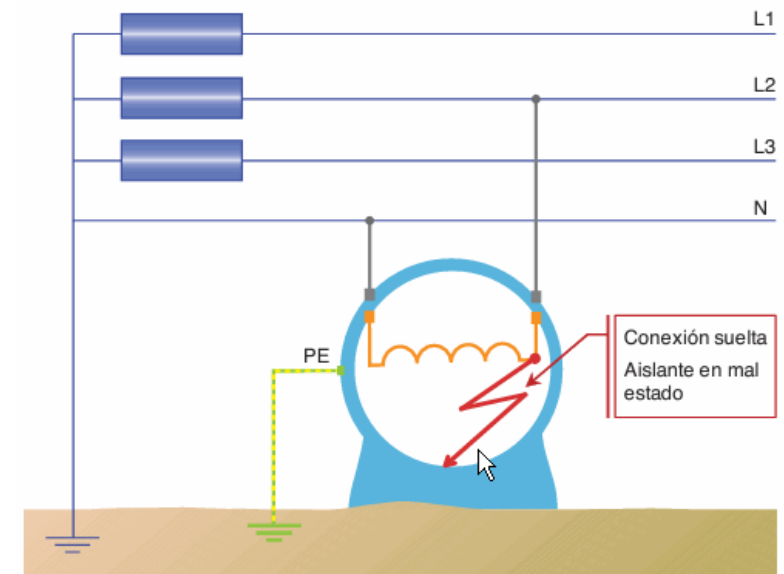
El correcto aislamiento de los elementos de una instalación, tanto entre conductores, como entre conductores y masas o tierra, garantiza que no se produzcan contactos indeseados de elementos conectados a distinto potencial.

Si este aislamiento no es el adecuado, o se ha visto dañado por cualquier motivo, pueden ocurrir dos cosas:

- Que debido al defecto, se pongan en contacto dos conductores activos (con distinta tensión), produciéndose un cortocircuito.
- Que se ponga en contacto una parte activa de la instalación, es decir, un conductor, con una que no lo era, por ejemplo una carcasa metálica. En este caso, la carcasa metálica se verá sometida a una diferencia de potencial con respecto a tierra, y se establecerá una circulación de corriente siempre que encuentre un camino cerrado para ello. Si el receptor tiene toma de tierra, la intensidad de defecto circulará por ella hacia tierra. Si una persona tocara la carcasa en estas condiciones, la intensidad circularía a través de ella, produciéndose un contacto indirecto. A estas corrientes que se derivan hacia tierra se les denomina corrientes de fuga.



Ejemplo de un cortocircuito.



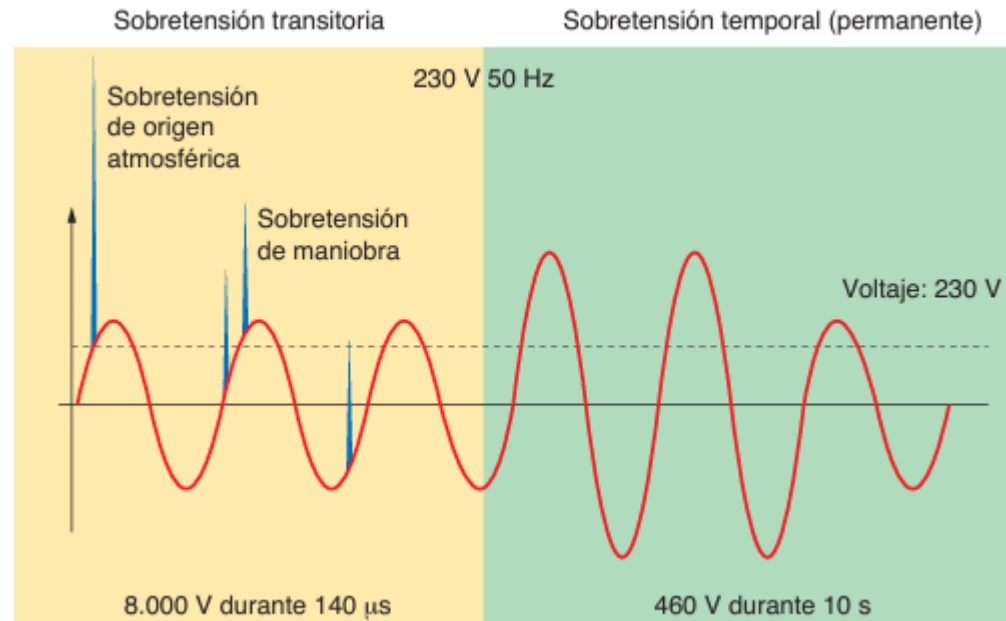
Defectos de aislamiento en un motor monofásico.

Sobretensiones

Decimos que se **produce una sobretensión** cuando se produce una tensión superior a la tensión nominal de la red. Como consecuencia, podemos tener desde una simple interrupción del servicio hasta la completa destrucción del cuadro de distribución o de los equipos a él conectados.

Las sobretensiones se pueden clasificar en dos tipos:

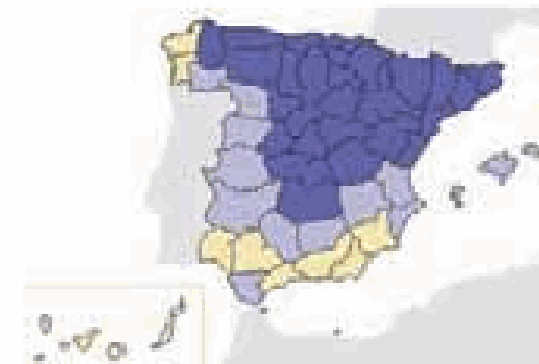
- **Sobretensiones transitorias:** gran valor de sobretensión en un periodo de tiempo muy pequeño. Debidas a fenómenos atmosféricos y a maniobras en la red como la conexión de receptores muy inductivos.
- **Sobretensiones temporales (también llamadas permanentes):** presentan un valor de sobretensión menor, a partir del 10% por encima del valor de tensión nominal, pero su duración en el tiempo es mayor. Pueden estar debidas a fallos en las instalaciones, por ejemplo la pérdida del neutro de un transformador.



Clasificación de las sobretensiones

saber más

En cada país hay mapas que indican el peligro de exposición al rayo dependiendo de las zonas.



- Días tormenta / año < 20
- Días tormenta / año ≥ 20
- Días tormenta / año ≥ 25

Fusibles

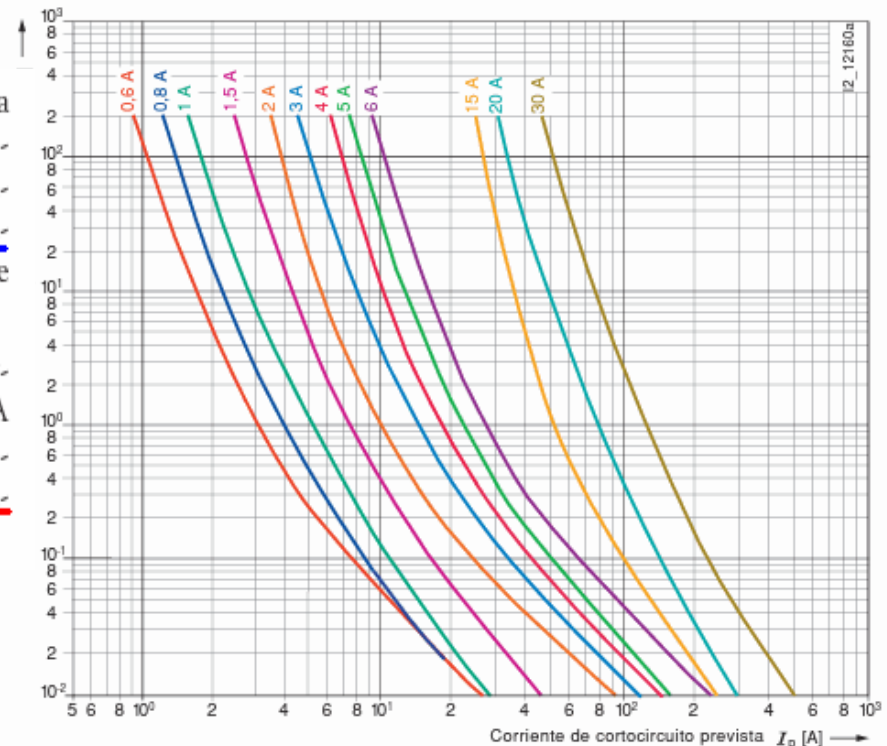
Los fusibles son elementos de protección de las instalaciones eléctricas que se conectan en serie con el circuito que tienen que proteger.


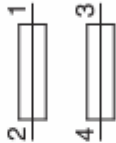
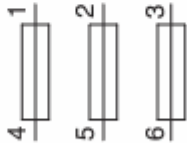
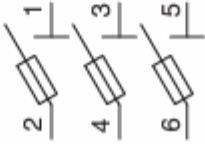
Se fabrican con un hilo de un material que tiene un punto de fusión más bajo que el del cobre y suelen disponer también una sección inferior a la de los conductores. El objetivo es que ante cualquier aumento de temperatura debido a una intensidad excesiva, sea el primer punto en calentarse. Si la temperatura es la suficiente, el elemento se funde, interrumpiendo la continuidad del circuito y evitando por tanto que la sobreintensidad peligrosa siga circulando y dañe al resto de componentes.

Los fusibles presentan como ventaja frente a otros dispositivos de protección contra sobreintensidades su bajo coste, pero por contra tienen como desventaja la necesidad de ser reemplazados cada vez que se produce un corte, ya que el fusible queda inservible para un nuevo uso.

Si la intensidad de cortocircuito es de 1 A, se observa en la gráfica que la curva que representa al fusible de 1 A (verde) no se corta nunca con la vertical correspondiente a corriente de cortocircuito 1 A (10^0 A), es decir, el tiempo es infinito. Lo que indica que el fusible no se funde nunca, lo cual es lógico, ya que se trata del valor de intensidad nominal. Para valores inferiores a este tampoco se fundiría nunca, permitiendo el funcionamiento normal de la instalación.

Si la intensidad de cortocircuito es de 8 A, buscando la intersección entre la curva correspondiente y la vertical trazada por una corriente de cortocircuito de 8 A se cortan en un punto. Mirando el valor de ese punto en el eje de tiempos se tiene un valor de aproximadamente $3 \cdot 10^{-1}$ segundos, es decir, 0,3 segundos tardará el fusible en fundirse.



Elemento	Símbolos	Identificador
Fusible monopolar		F
Fusible bipolar		F
Fusible tripolar		F
Fusibles seccionador tripolar		F



- **Intensidad nominal:** intensidad que circula por la instalación en condiciones normales.
- **Tensión:** tensión a la cual va a ser colocado, es decir, la de la instalación.
- **Poder de corte:** valor máximo de la intensidad que es capaz de cortar.
- **Elemento percutor** o dispositivo indicador de que el fusible se ha fundido.
- **Tipo de fusible:** el tipo de fusible hace referencia al principal uso para el que ha sido diseñado y se identifica por dos letras:

Tipos constructivos

1ª LETRA	g	Fusibles de distribución
	a	Fusibles de acompañamiento, acompañan a otro dispositivo de protección
2ª LETRA	G	Uso general
	L	Protección de líneas eléctricas
	M	Protección de motores
	R	Fusibles de actuación rápida

- **Fusibles de cuchillas o NH:** fusibles de baja tensión y alta capacidad de ruptura. Se fabrican para intensidades nominales de hasta 1250 A y tensiones nominales de hasta 690 V. Pueden llegar a tener capacidades de ruptura de hasta 120 kA.



Fusible de cuchillas (SIEMENS AG).

- **Fusibles cilíndricos:** son los fusibles tradicionales



Fusibles cilíndricos (SIEMENS AG).

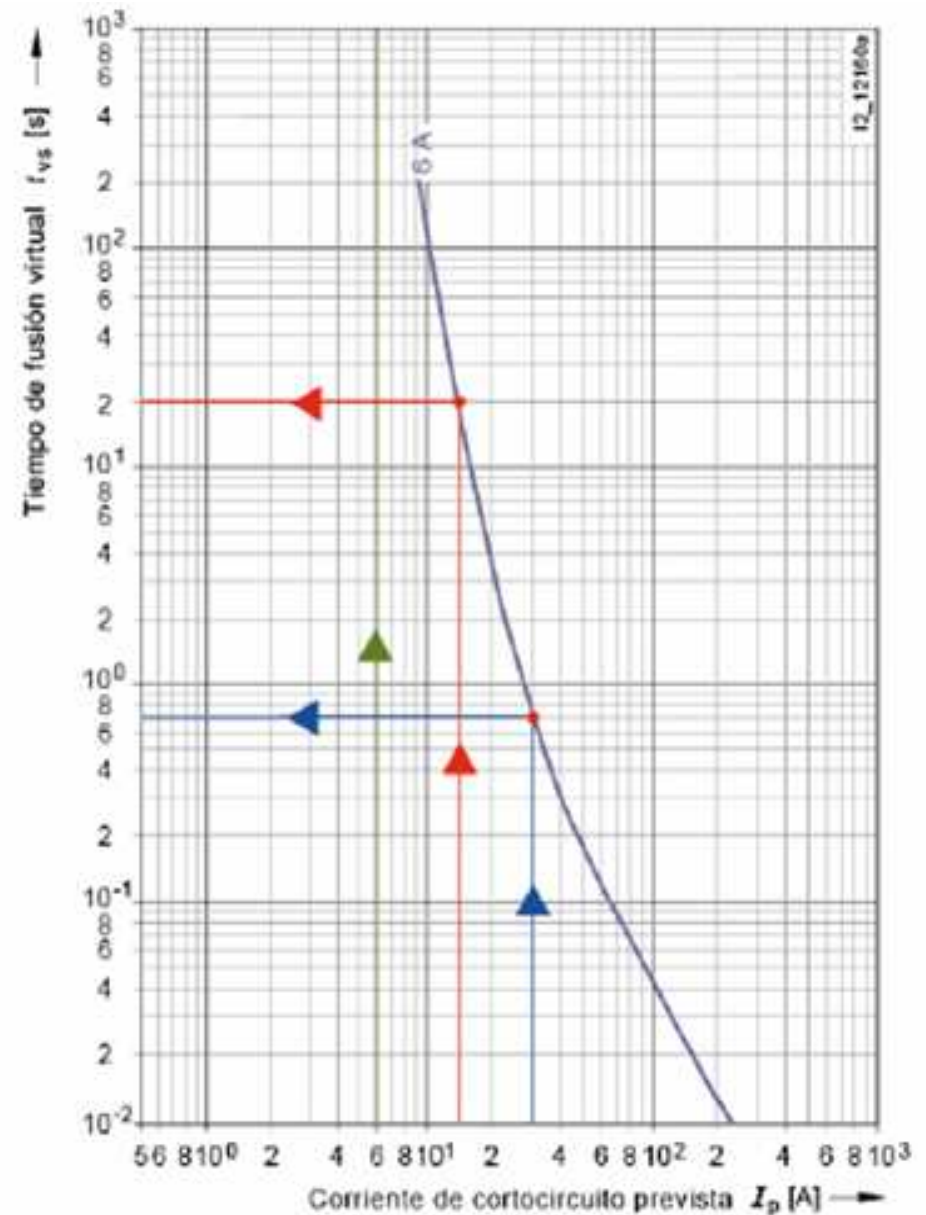
- **Fusibles Diazed:** de origen alemán, también denominados «fusibles botella» por la forma que tienen. Se fabrican para intensidades nominales entre 2 y 100 A. Tienen capacidades de corte de hasta 50 kA.



Fusibles Diazed (SIEMENS AG).

Un circuito está protegido por un fusible de intensidad nominal 6 A. Teniendo en cuenta las gráficas de la figura 3.17, determina el tiempo en que abrirá el circuito para una intensidad de cortocircuito de 6 A, de 15 A y de 30 A.

- Para 6 A (color verde) vemos que no se cortan nunca, lo que quiere decir que el fusible no se fundiría nunca, lo que es razonable, ya que es el valor de la intensidad que circulará en condiciones normales por la instalación.
- Para 15 A (color rojo), se corta en un valor aproximado de $2 \cdot 10^1 = 20$ segundos. Se trata de una sobreintensidad pequeña (2,5 veces la intensidad nominal), y el fusible todavía aguanta un tiempo sin fundirse.
- Para 30 A (color azul), se corta aproximadamente en $7 \cdot 10^{-1} = 0,7$ segundos. En este caso la sobreintensidad es de 5 veces la intensidad nominal, y puede apreciarse que el fusible se funde mucho más rápido.



Interruptor automático o magnetotérmico

caso práctico inicial

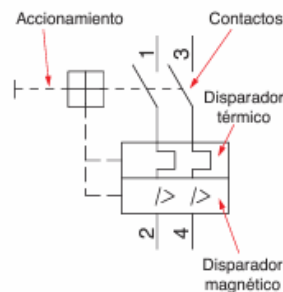
El interruptor automático protege contra sobreintensidades.



↑ **Figura 3.24.** Interruptores magnetotérmicos unipolar, bipolar, tripolar y tetrapolar (ZOLODA).

según el REBT

Toda instalación eléctrica deberá disponer de un interruptor general automático, independiente del Interruptor de Control de Potencia (ICP), de corte omnipolar, y con un poder de corte de 4.500 A como mínimo.



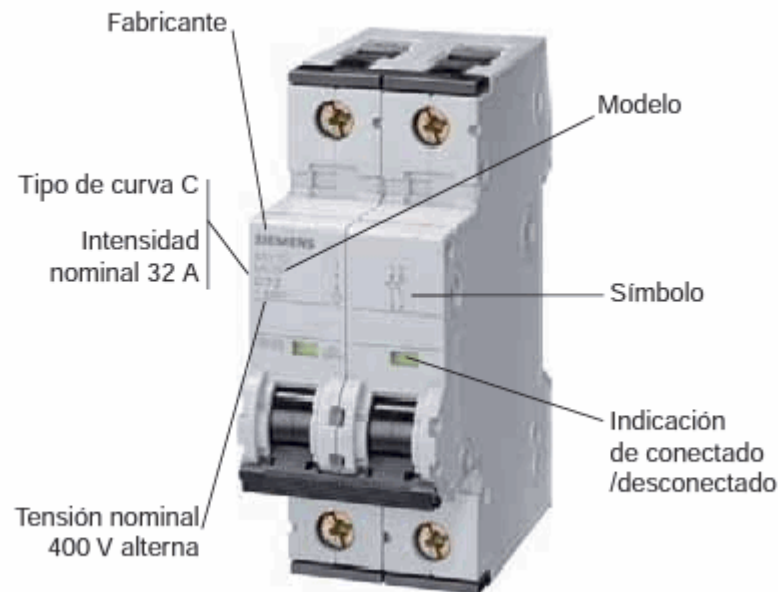
El interruptor magnetotérmico es un dispositivo de protección contra corrientes de sobrecarga y cortocircuitos. Provoca la apertura automática del circuito en el que está instalado cuando dichas corrientes tienen lugar.

Como indica su nombre, consta de dos métodos de apertura:

- **Disparador magnético:** actúa frente a las corrientes de cortocircuito, y debido a que este tipo de corrientes son muy peligrosas, tiene que proporcionar un corte muy rápido.
- **Disparador térmico:** actúa frente a las corrientes de sobrecarga. El corte es más lento.

Elemento	Símbolos	Identificador
Interruptor magnetotérmico unipolar		Q
Interruptor magnetotérmico bipolar		Q
Interruptor magnetotérmico tripolar		Q
Interruptor magnetotérmico tetrapolar		Q

Características



Características de un interruptor magnetotérmico (SIEMENS AG).

saber más

PIA son las iniciales de Pequeño Interruptor Automático. El REBT dice que hay que poner un PIA omnipolar en cada circuito de la instalación de la misma intensidad nominal que la de dicho circuito.



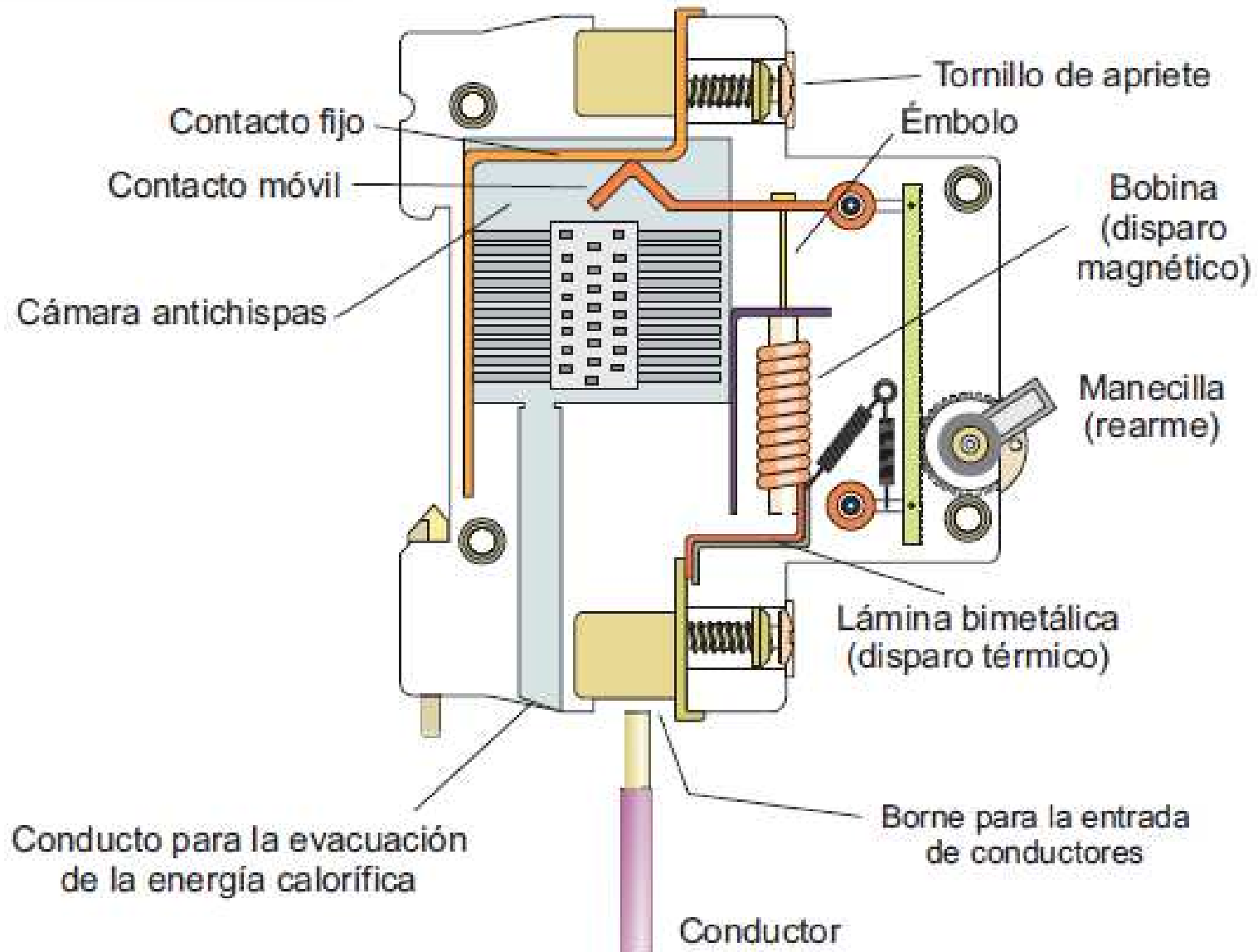
saber más

Seguramente habrás oído hablar del ICP como elemento integrante del cuadro de mando y protección. Estas son las siglas de Interruptor de Control de Potencia. El ICP es obligatorio en toda instalación eléctrica y es el encargado de controlar que no se consume más potencia de la que se ha contratado a la compañía suministradora, es decir, de la que estamos pagando. En caso de que sea así desconecta el circuito.



- **Número de polos:** es el número de conductores que corta. Pueden ser unipolares, bipolares, tripolares, tetrapolares.
- **Intensidad nominal:** intensidad que va a circular por él en condiciones normales.
- **Poder de corte:** máxima intensidad que es capaz de cortar.
- **Tipo de curva:** determina el funcionamiento del dispositivo, tiempos de corte y disparador que actúa en función del valor de la intensidad. Los tipos de curvas más frecuentes son: Curva B, Curva C, Curva D y Curva ICP.

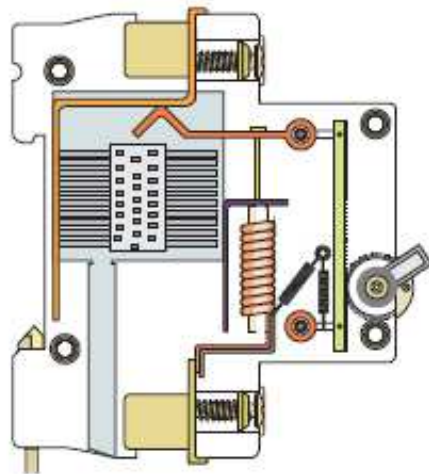
Interruptor automático o magnetotérmico



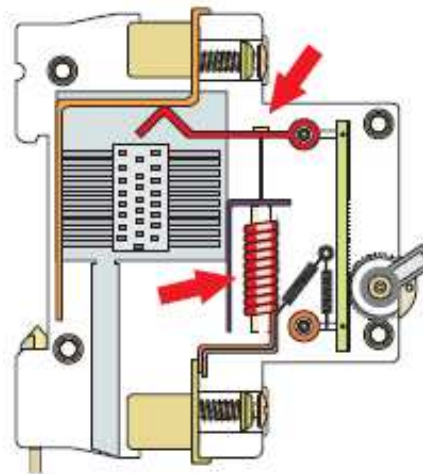
Interrupor automático o magnetotérmico

16

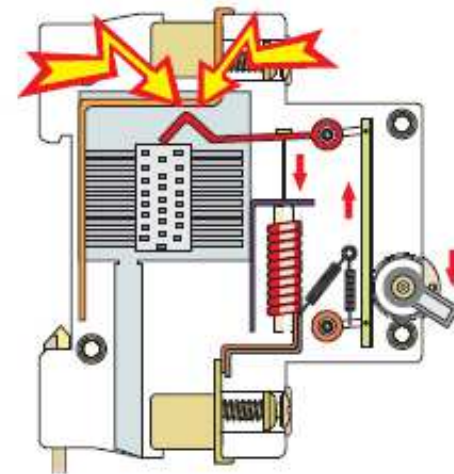
Protección contra cortocircuitos



a) Funcionamiento normal.

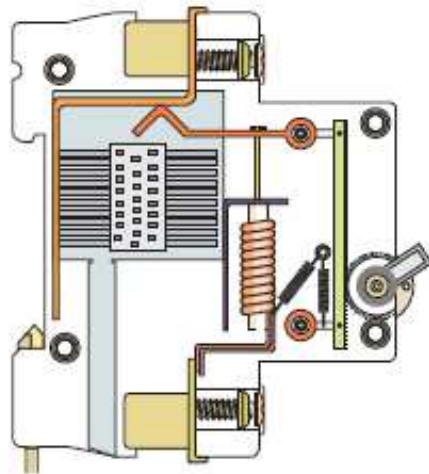


b) Se produce un cortocircuito.
Se activa la bobina.

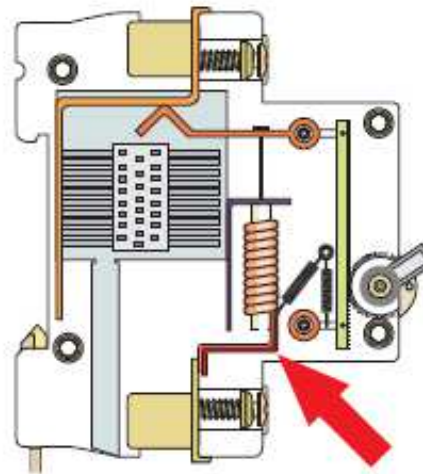


c) El campo magnético provocado
por la bobina, desplaza el contacto
móvil, cortando la corriente.

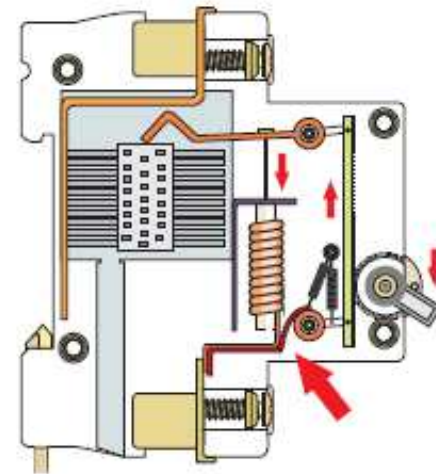
Protección contra sobrecargas



a) Funcionamiento normal.



b) Se produce una sobrecarga.
La lámina comienza su deformación.



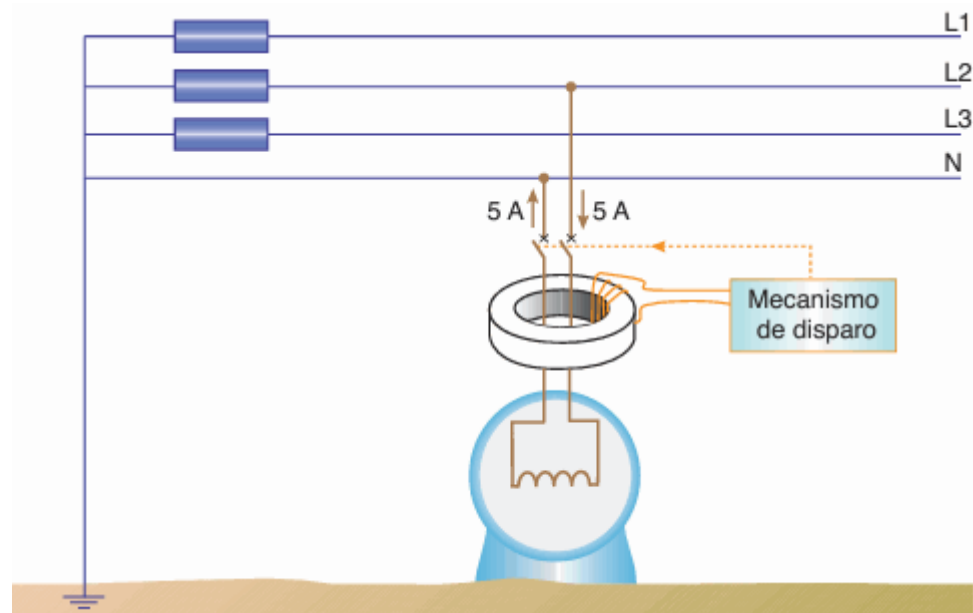
c) La lámina se curva hasta accionar
un mecanismo que corta la corriente.

Interruptor diferencial

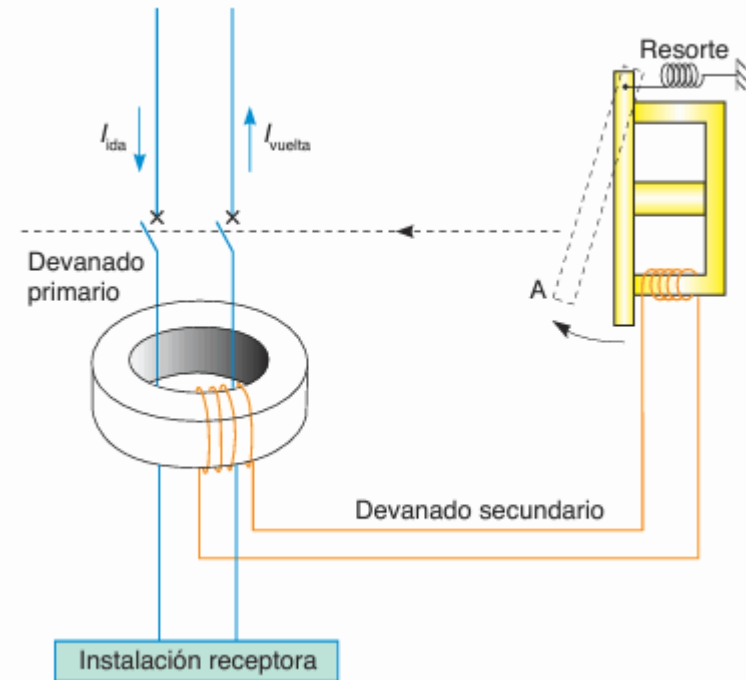
caso práctico inicial

El interruptor diferencial protege a las personas contra contactos indirectos

Cuando en la instalación no existe ningún defecto, toda la corriente que alimenta la instalación regresa por el conductor neutro. En estas condiciones, se tienen dos intensidades de igual valor, pero de sentido contrario, actuando como primario. Los efectos de estas intensidades se anulan entre ellos y por lo tanto no se induce tensión en el secundario.



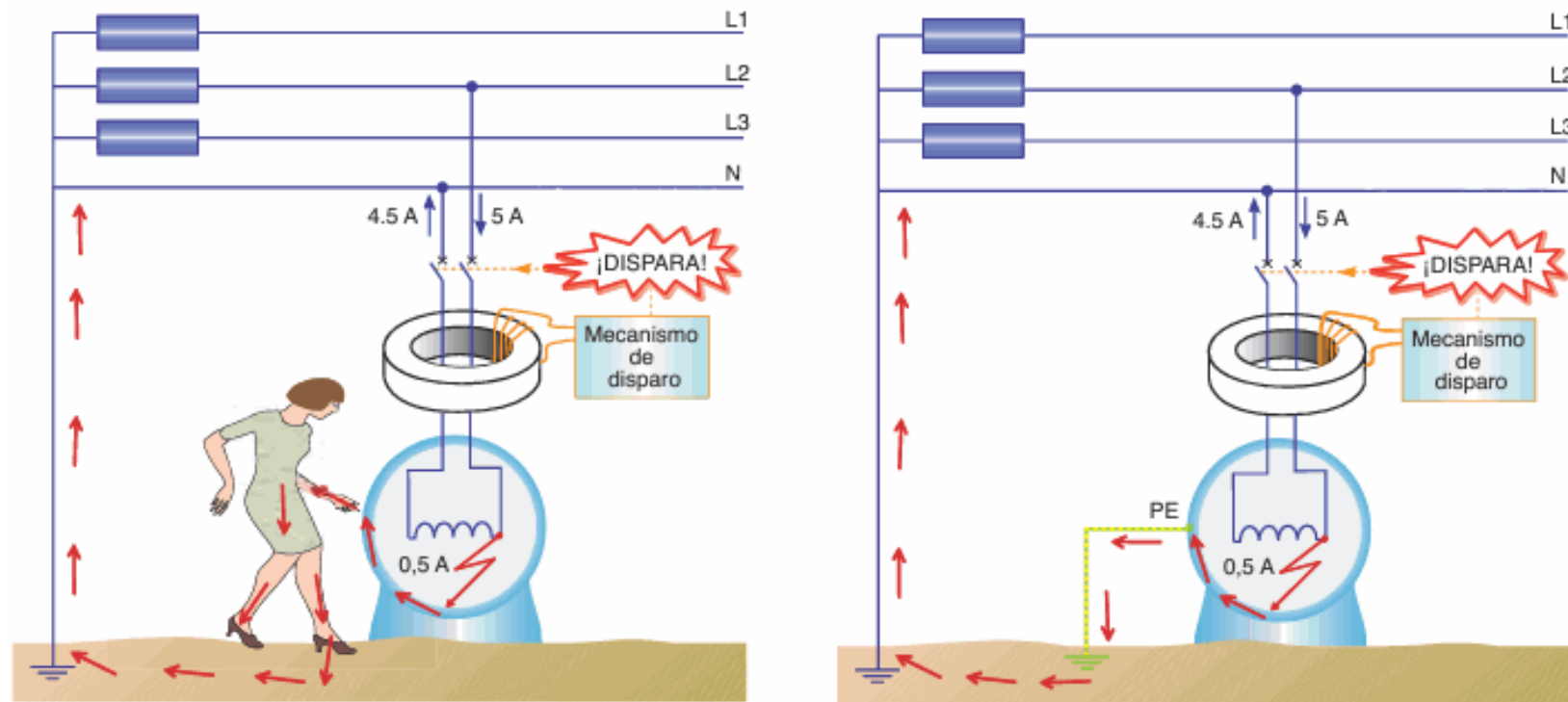
El interruptor diferencial es un dispositivo que protege la instalación contra defectos de aislamiento, y por lo tanto, a las personas que la utilizan contra contactos indirectos.



Interruptor diferencial

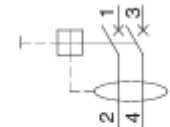
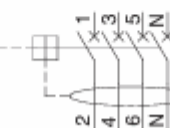
Si existe un defecto de aislamiento, parte de la intensidad se derivará por él, siempre que encuentre un camino cerrado. Cuando una persona toca la carcasa del receptor se cierra el circuito a través de tierra. Pero como en este caso la intensidad de ida y la de retorno ya no son iguales, sus efectos ya no se anulan y se induce tensión en el secundario. Si la intensidad perdida por el defecto es suficientemente grande, se tendrá la fuerza necesaria en el secundario para actuar sobre los contactos del diferencial y provocar su apertura. Este corte es prácticamente inmediato, protegiendo así a la persona de los efectos de un contacto indirecto.

Si la instalación tiene puesta a tierra (conductor de protección) el circuito de la corriente de defecto se cierra a través de ella, provocando el disparo del diferencial antes de que toque nadie.



Instalación con defecto de aislamiento: sin toma de tierra (izquierda) y con toma de tierra (derecha).

Interruptor diferencial

Elemento	Símbolos	Identificador
Interruptor diferencial bipolar		Q
Interruptor diferencial tetrapolar		Q



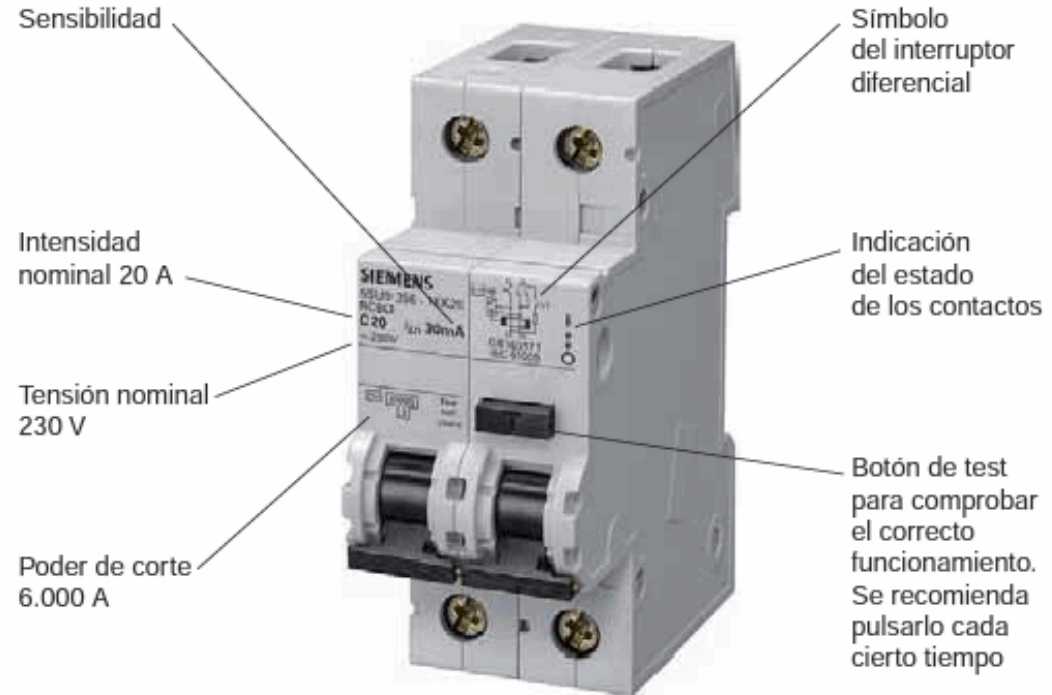
- **Intensidad nominal:** intensidad de la instalación en la cual va a ser instalado.
- **Tensión nominal:** tensión de la instalación en la que va a ser instalado.
- **Sensibilidad (ΔI_n):** es el mínimo valor de la intensidad de defecto que provoca la apertura del interruptor diferencial. En función de este valor, podemos clasificar los diferenciales como:
 - Baja sensibilidad: $\Delta I_n > 300$ mA. Aplicación en industrias que no requieren altos niveles de protección.
 - Alta sensibilidad: ΔI_n entre 10 y 30 mA. Los de 30 mA son los que se utilizan habitualmente en viviendas e instalaciones en general.
- **Número de polos:** los diferenciales se fabrican bipolares y tetrapolares.

Interruptor diferencial

saber más

En la jerarquía de conexión de elementos de protección en un cuadro de distribución, se denomina:

- **Aguas arriba:** a los dispositivos que están en un nivel superior al aparato referenciado.
- **Aguas abajo:** a los dispositivos que están en un nivel inferior al aparato referenciado.

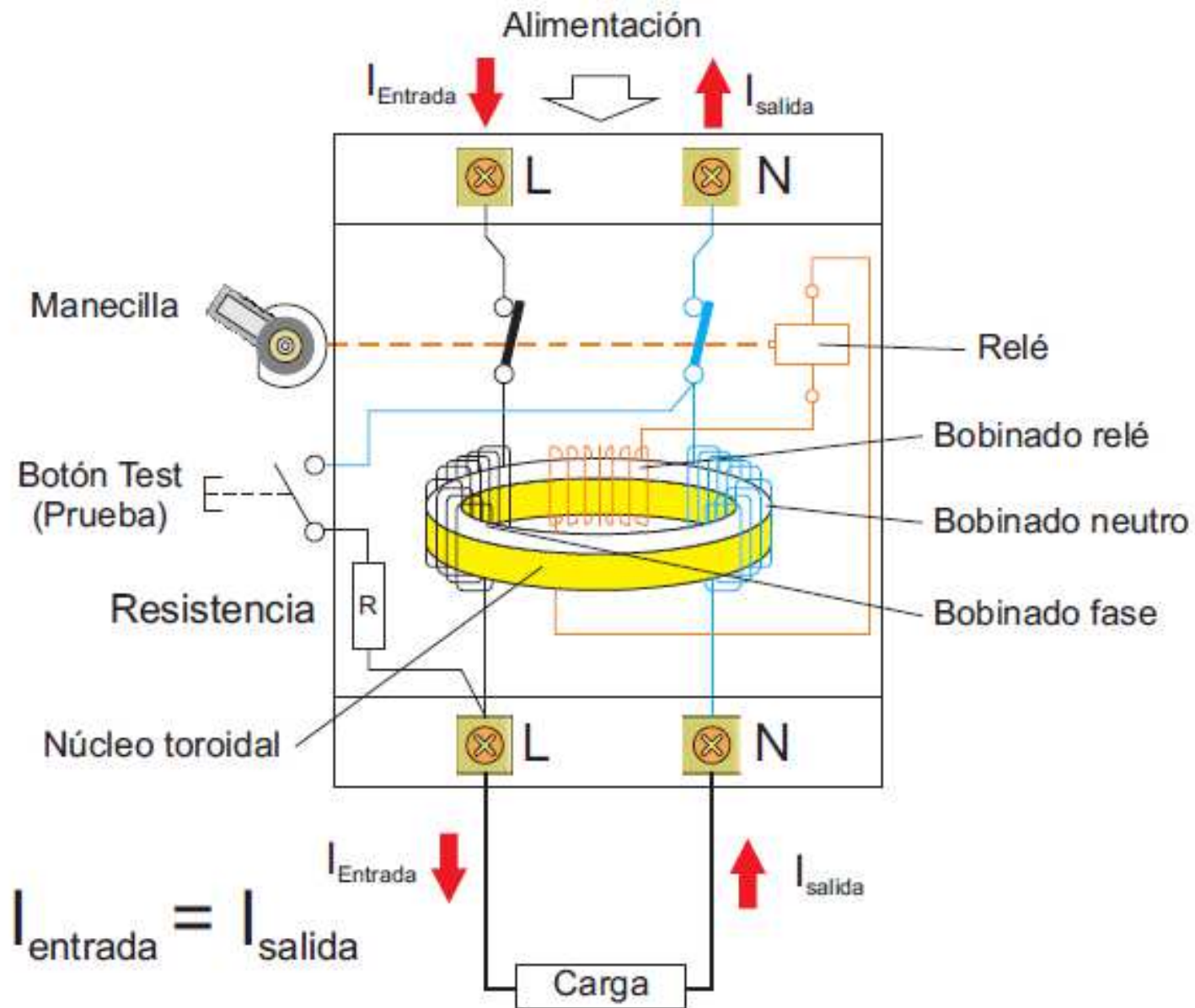


Selectividad

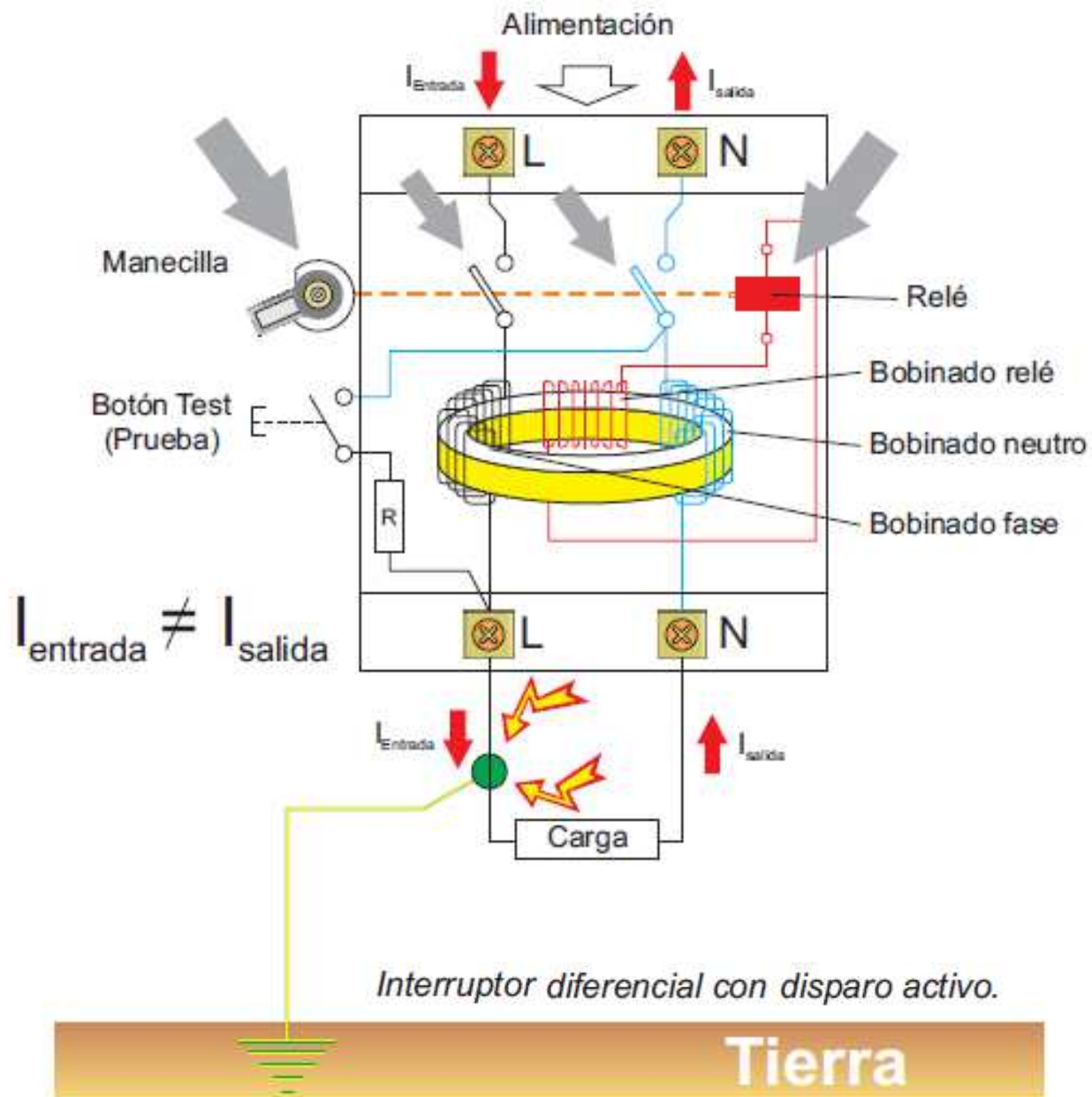
Cuando en una instalación eléctrica tiene lugar un fallo, lo ideal sería que las consecuencias de este se limitasen solamente a la zona afectada, manteniendo el resto de circuitos en funcionamiento para poder seguir trabajando con total normalidad.

Esto se puede conseguir instalando interruptores en los distintos circuitos de utilización y eligiéndolos de tal forma que se garantice que solo dispara aquel que protege el circuito en el que se ha producido el fallo. El resto de los interruptores «aguas arriba» no desconectan, permitiendo el funcionamiento del resto de la instalación. Si esto es posible diremos que las protecciones de la instalación tienen **selectividad**.

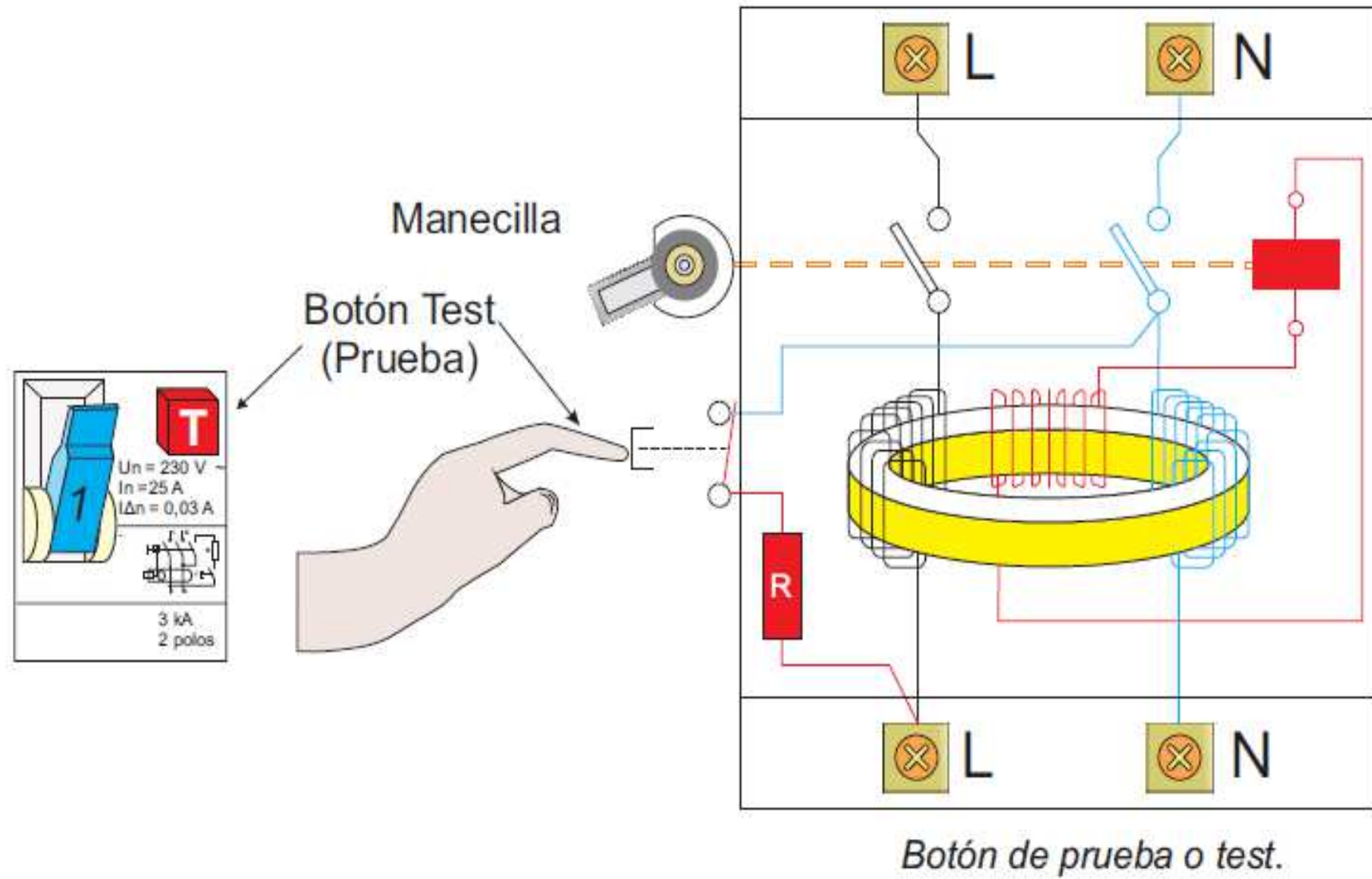
Interruptor diferencial



Interruptor diferencial

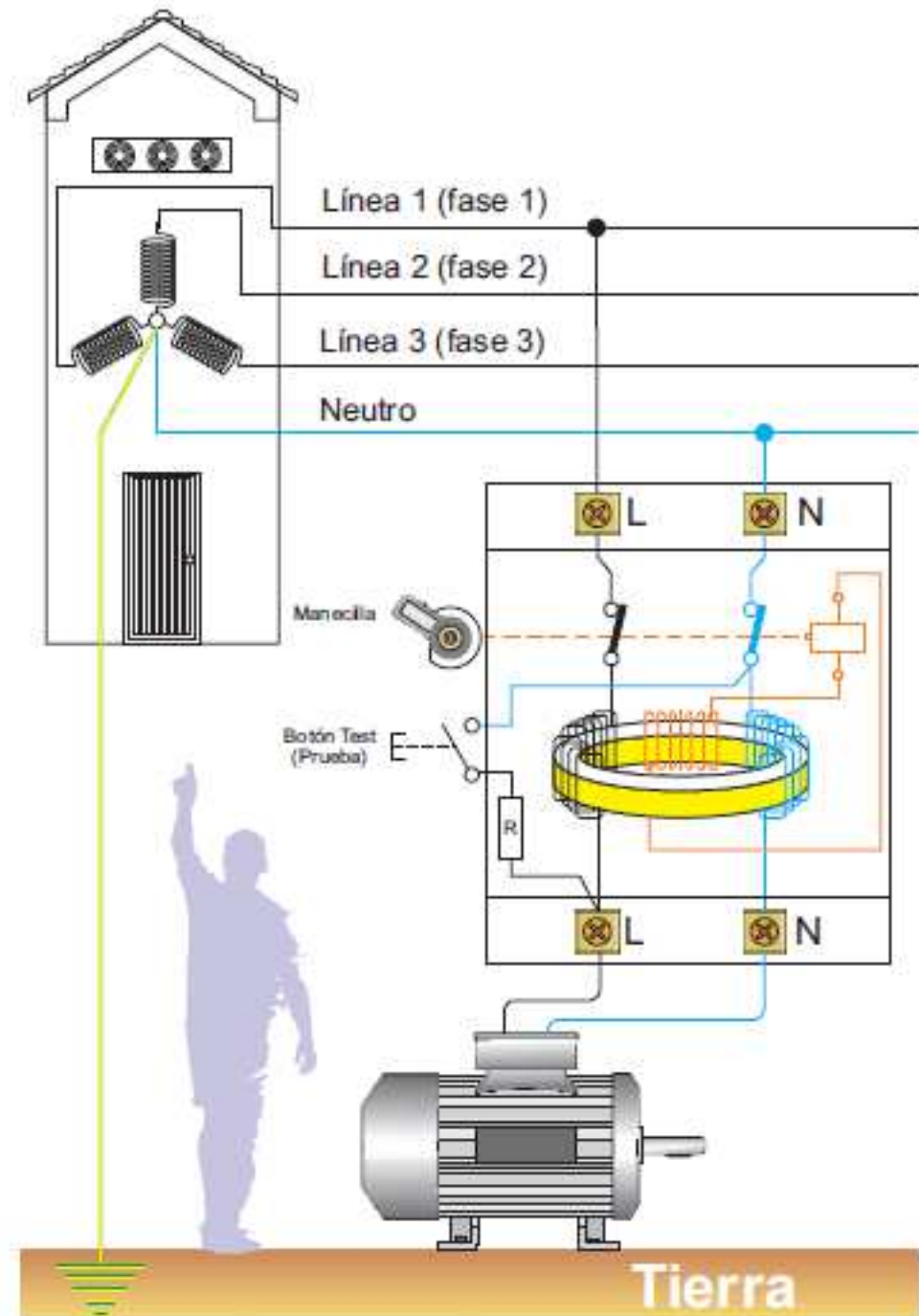


Interruptor diferencial



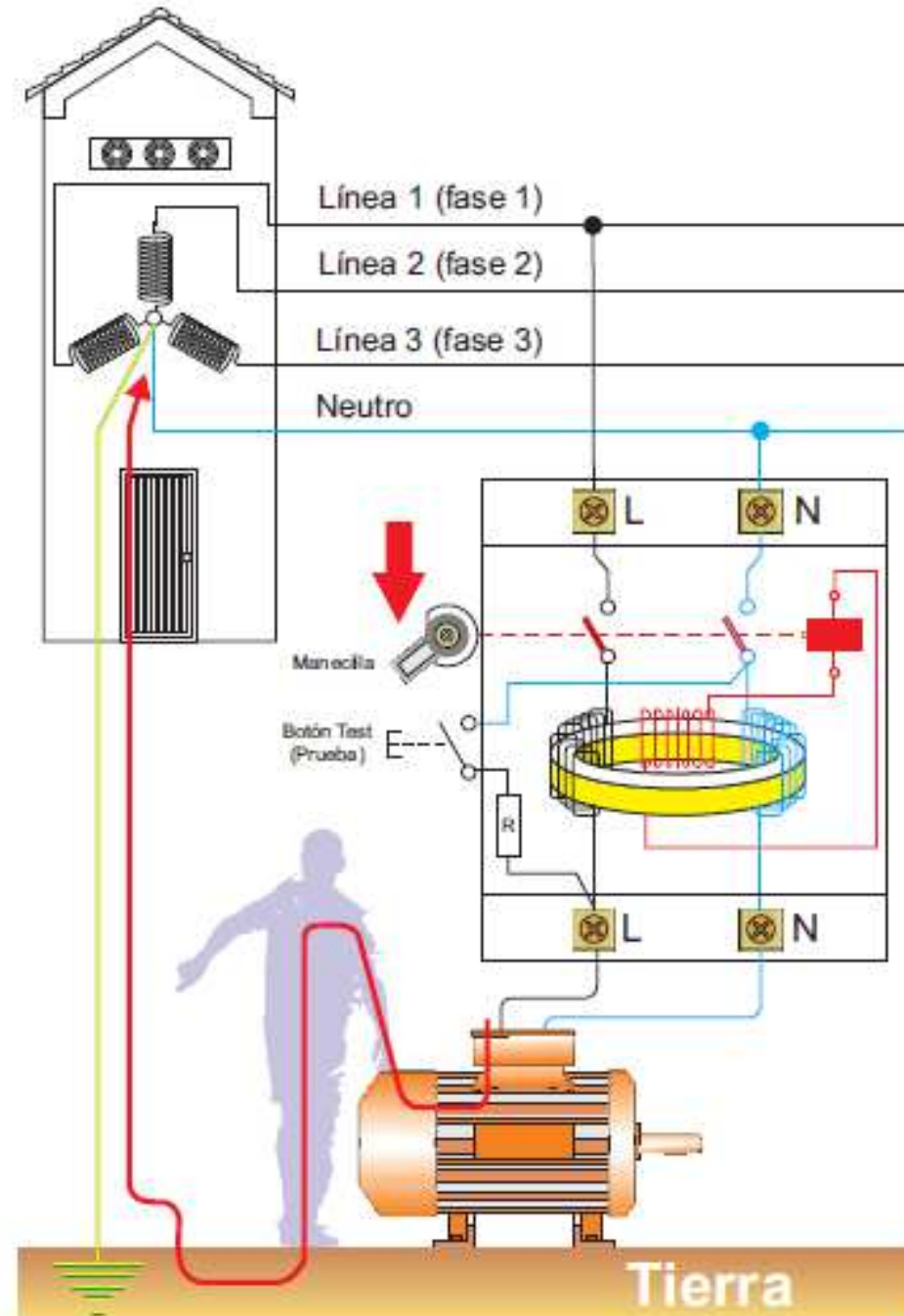
Interruptor diferencial

Un motor monofásico está protegido por un interruptor diferencial, pero éste, no dispone de conductor de protección a tierra (PE)..



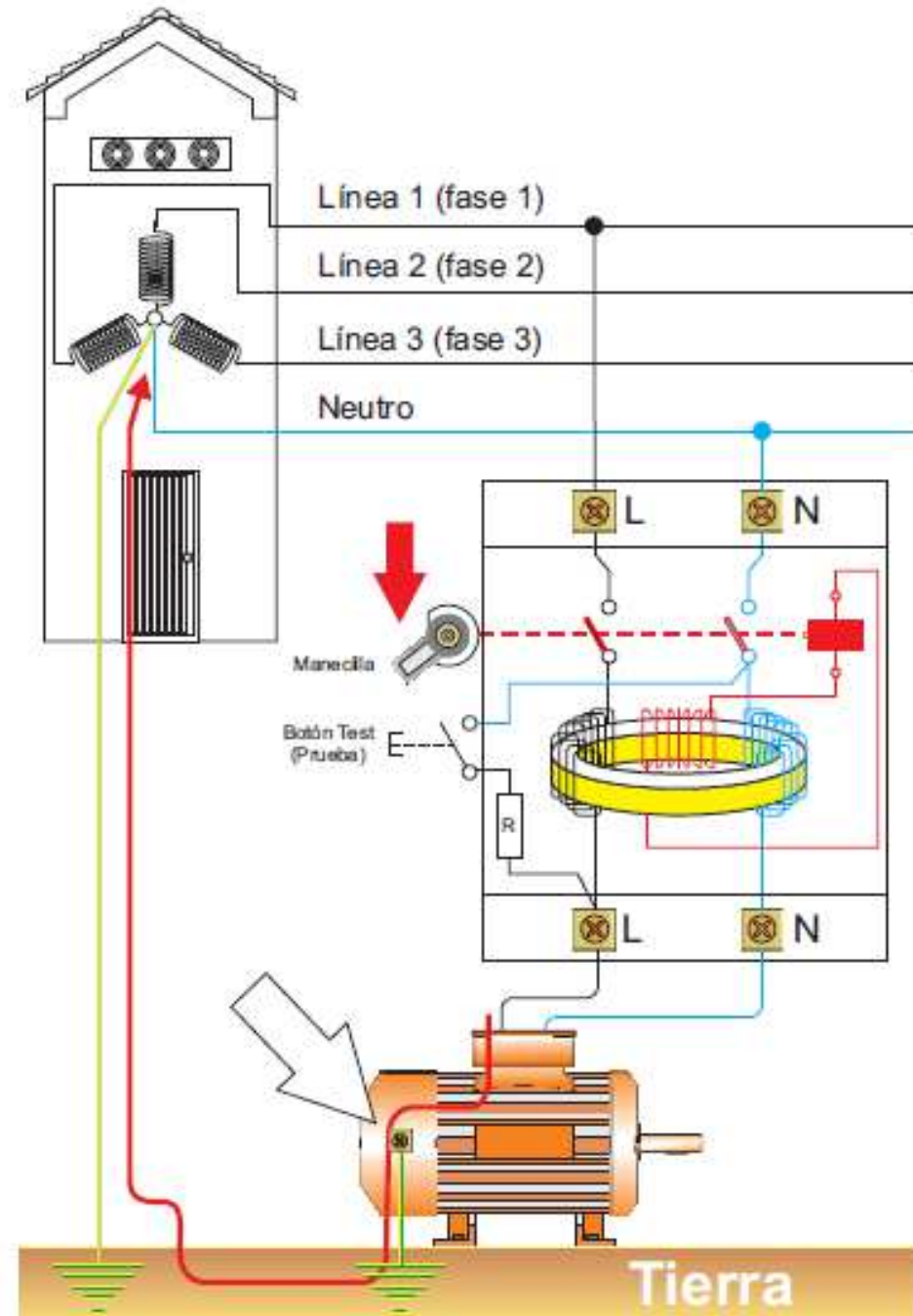
Interruptor diferencial

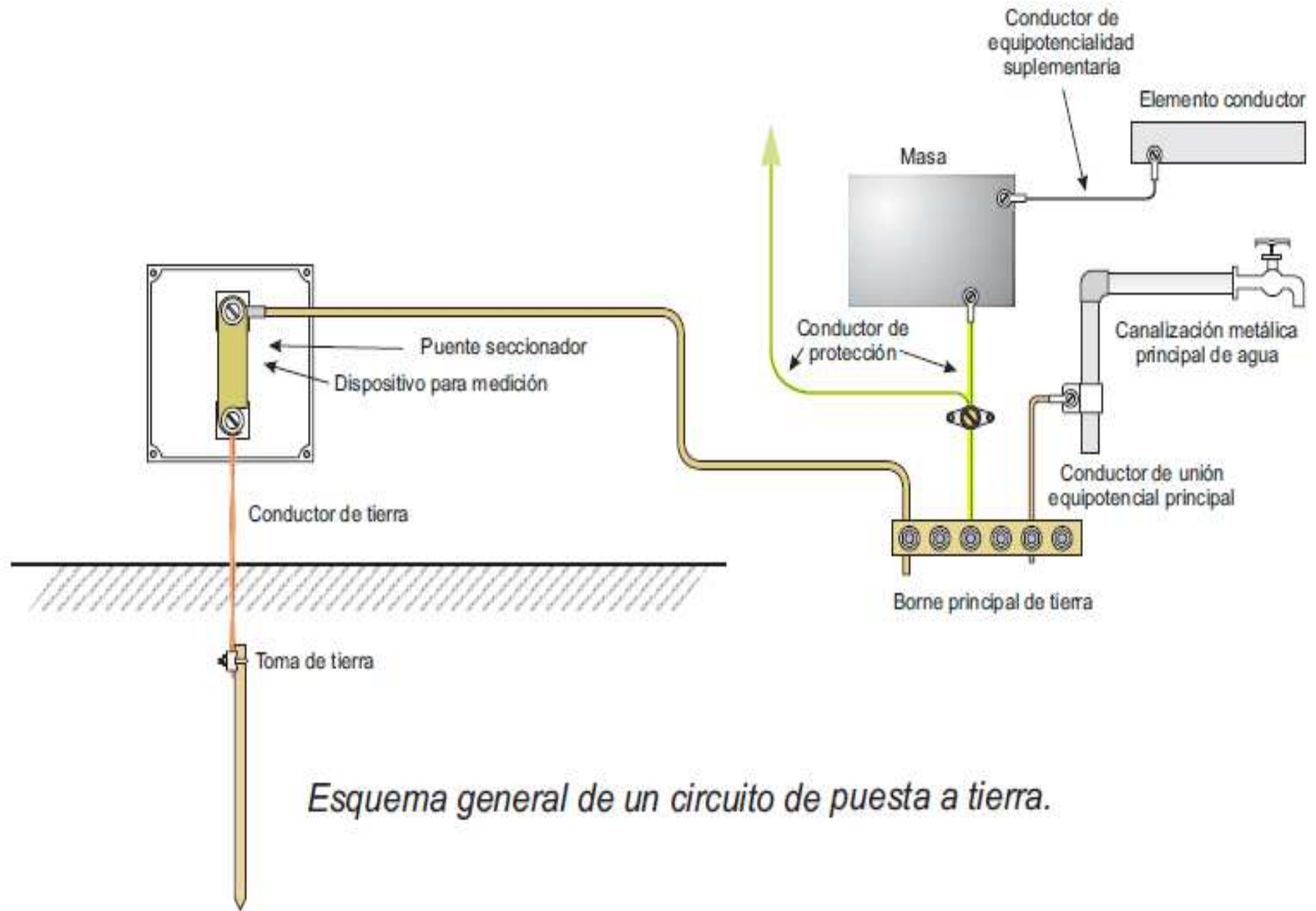
El interruptor diferencial advierte el cambio de intensidad por sus devanados y dispara. Se corta la corriente.



Interruptor diferencial

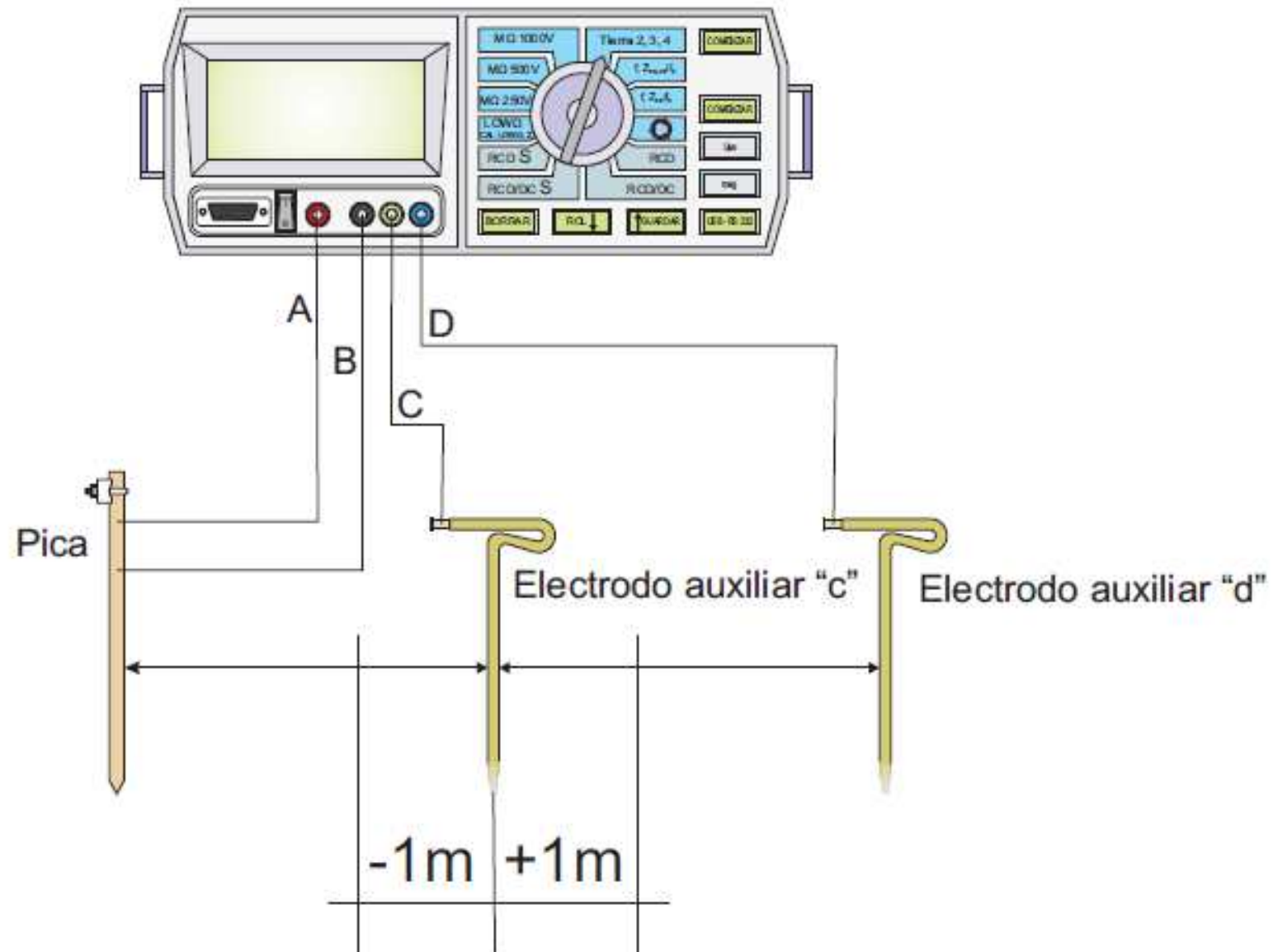
Si el motor estuviera conectado a tierra a través del conductor de protección (PE); al producirse la avería, -defecto de aislamiento- inmediatamente se cortará la corriente, evitando peligros mayores.





Esquema general de un circuito de puesta a tierra.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm · m
Terrenos pantanosos Limo Humus Turba húmeda	de algunas unidades a 30 20 a 100 10 a 150 5 a 100
Arcilla plástica Margas del jurásico	50 a 200 30 a 40
Arena arcillosa Arena silícea	50 a 500 200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped Suelo pedregoso desnudo	300 a 5.00 1.500 a 3.000
Calizas blandas Calizas compactas Calizas agrietadas Pizarras Roca de mica y cuarzo	100 a 300 1.000 a 5.000 500 a 1.000 50 a 300 800
Granitos y gres procedentes de alteración granitos y gres muy alterados	1.500 a 10.000 100 a 600

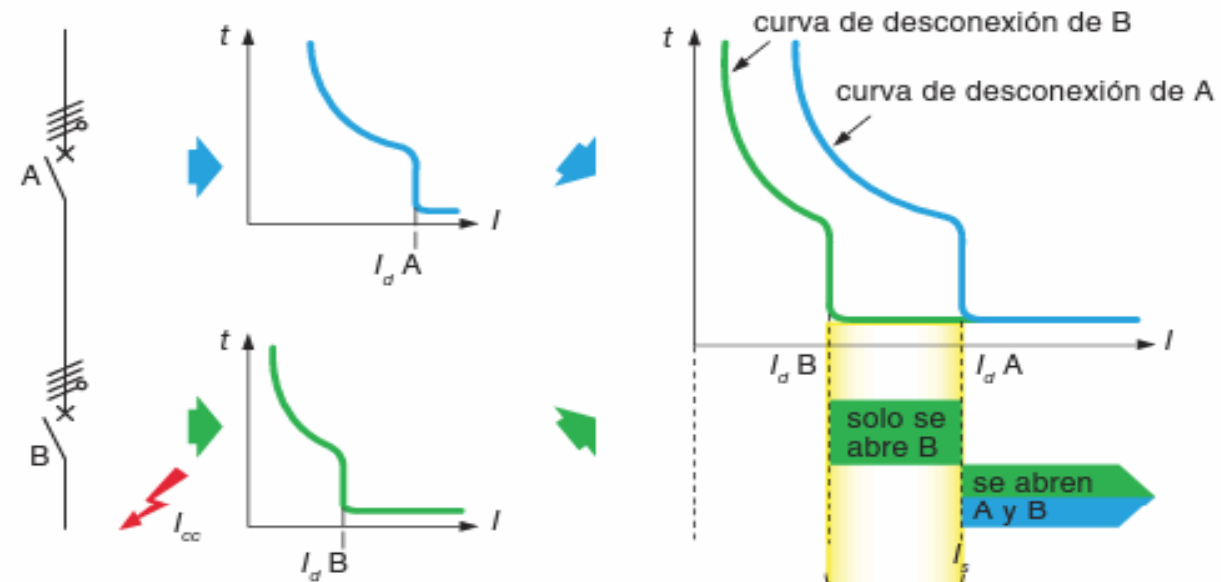


Ejemplo de medida de tierra “a tres hilos” con telurómetro.

Selectividad

Existen varios métodos para conseguir la selectividad:

- **Por tiempo:** el interruptor «aguas arriba» tiene que permitir configurar un retardo en el disparo para dar tiempo al interruptor «aguas abajo» a que desconecte.
- **Por intensidad:** consiste en elegir el interruptor «aguas arriba» con una intensidad de disparo, tanto térmico como magnético, superior a la del interruptor «aguas abajo».
- **Natural:** se obtiene utilizando dispositivos de características diferentes (tamaño, intensidad nominal, etc.) y aprovechando las diferencias en el modo de funcionamiento. Los fabricantes ofrecen tablas que indican si existe selectividad entre diversos productos de su gama.



Mientras la I_{cc} sea menor que la intensidad de disparo magnético del interruptor A se garantiza la selectividad

Características de los dispositivos de protección contra sobretensiones

caso práctico inicial



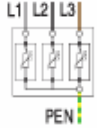
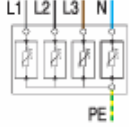
Para proteger la instalación frente a las subidas de tensión se coloca un dispositivo de protección contra sobretensiones

En estado normal, el dispositivo de protección no afecta para nada a la instalación, pero cuando se produce una tensión mayor que la nominal de la instalación a proteger, la resistencia del dispositivo disminuye bruscamente, permitiendo una gran circulación de corriente hacia tierra y tratando así de mantener la tensión en unos límites aceptables.

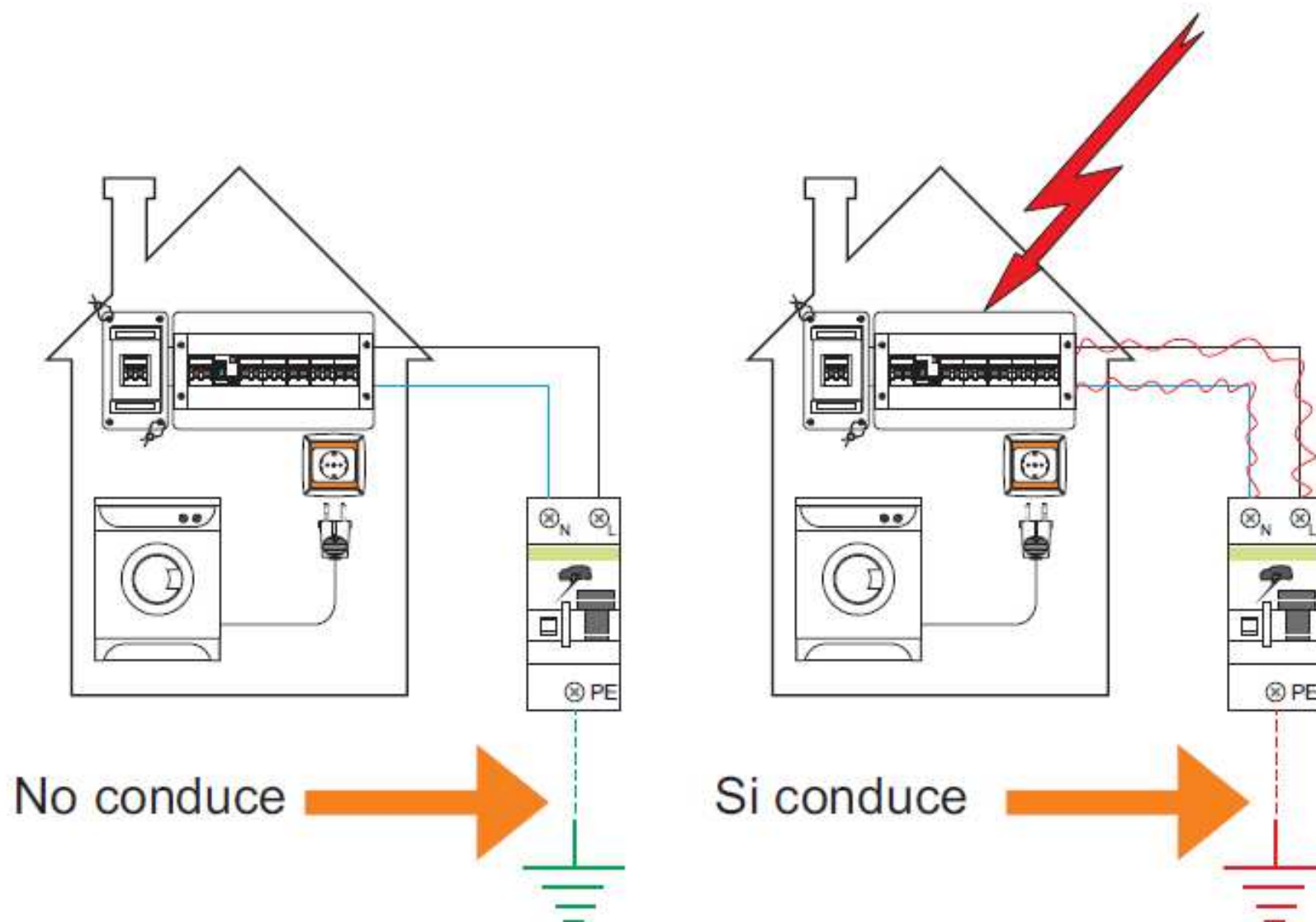


Los dispositivos de protección siempre se instalan en paralelo con la instalación que se quiere proteger y con una unión a tierra lo más directa posible.

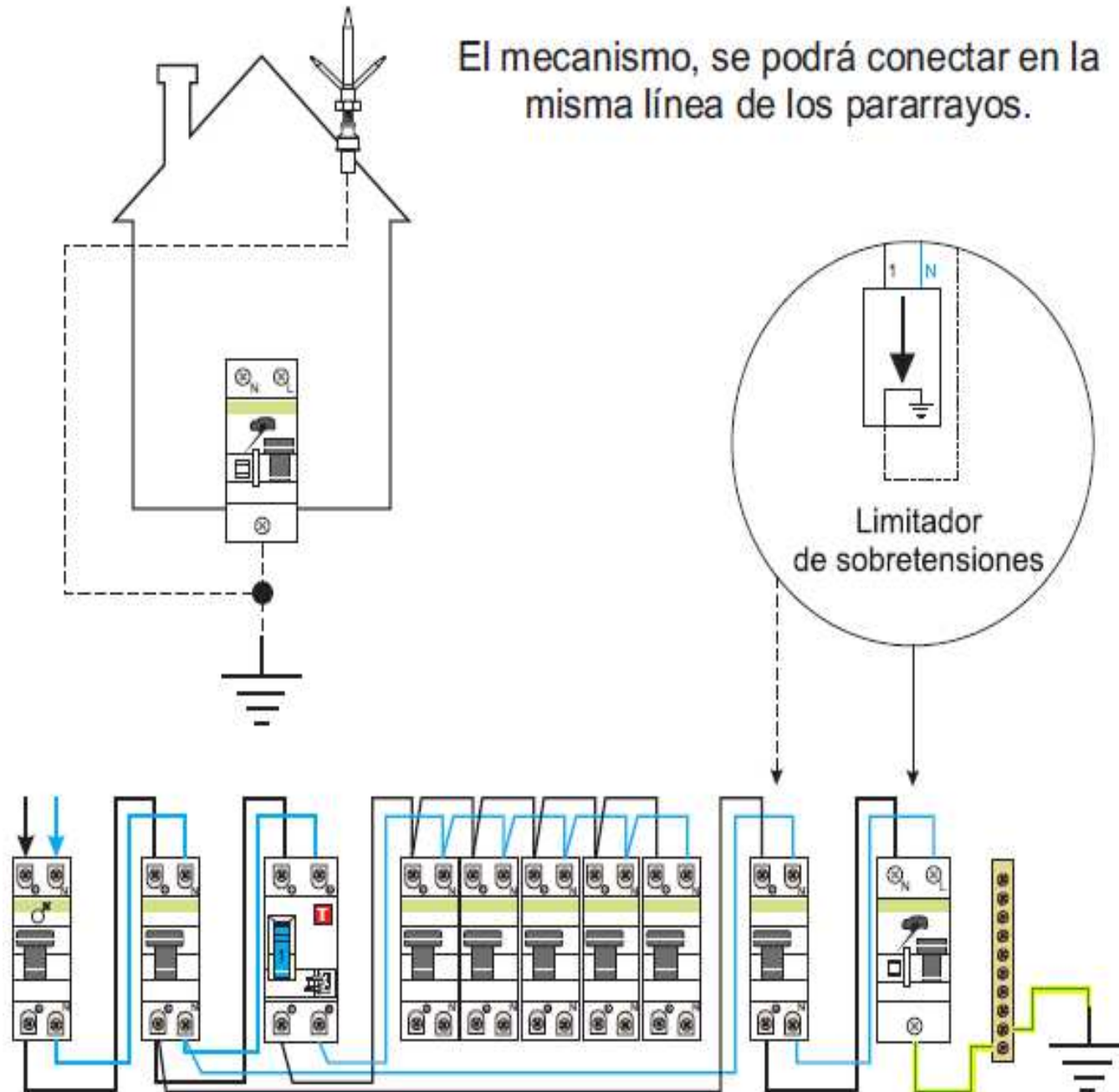
Características de los dispositivos de protección contra sobretensiones

Elemento	Símbolos	Identificador
Protector contra sobretensión monofásico		F
Protector contra sobretensión bifásico		F
Protector contra sobretensión trifásico		F
Protector contra sobretensión tetrafásico		F

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Capacidad de absorción de energía	Muy alta-Alta	Media-Alta	Baja
Rapidez de respuesta	Baja-Media	Media-Alta	Muy alta
Origen de la sobretensión	Impacto directo de rayo	Sobretensiones de origen atmosférico y conmutaciones	

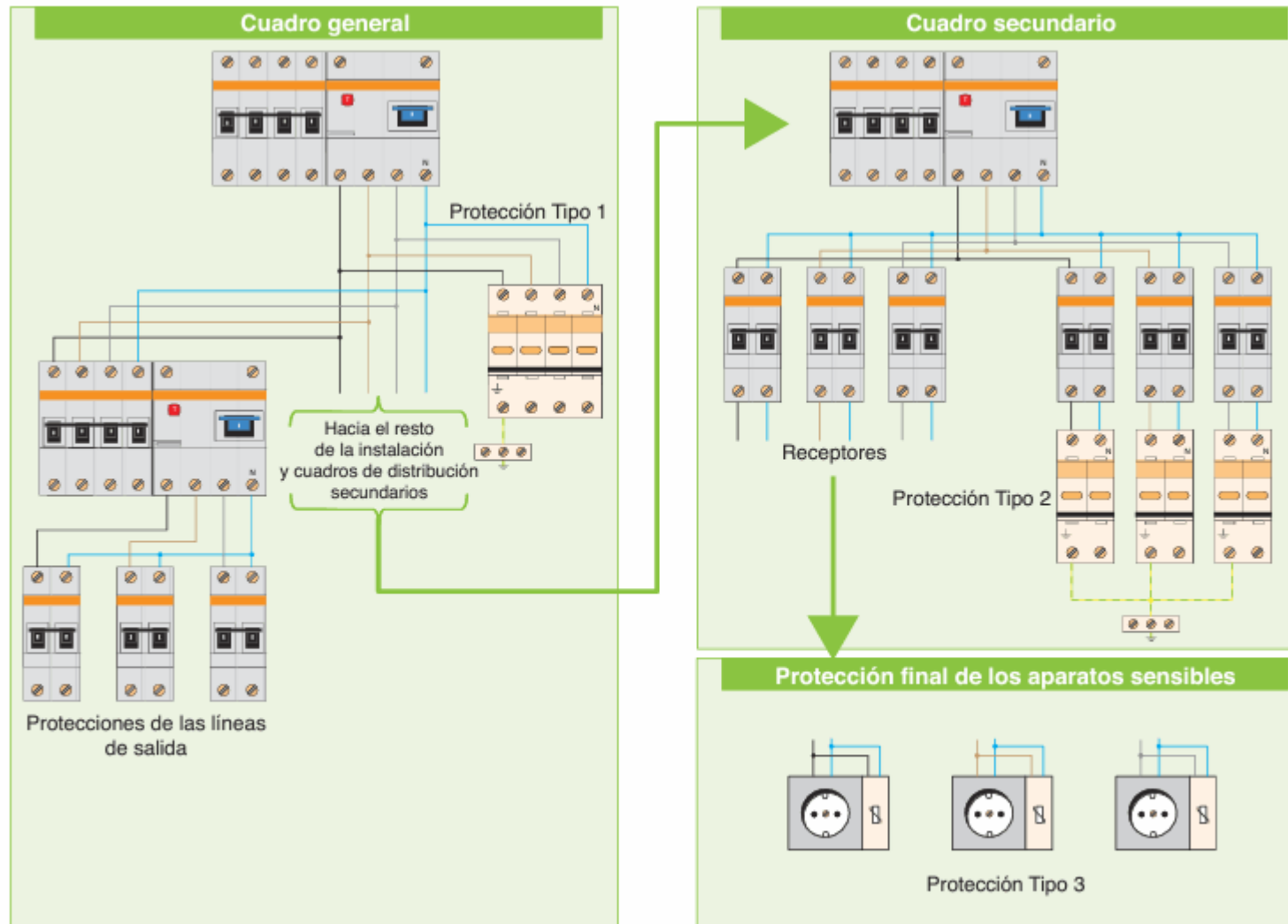


Funcionamiento del limitador con rayo.



*Situación del
limitador de
sobretensiones,
dentro del cuadro
general de
protección.*

Características de los dispositivos de protección contra sobretensiones



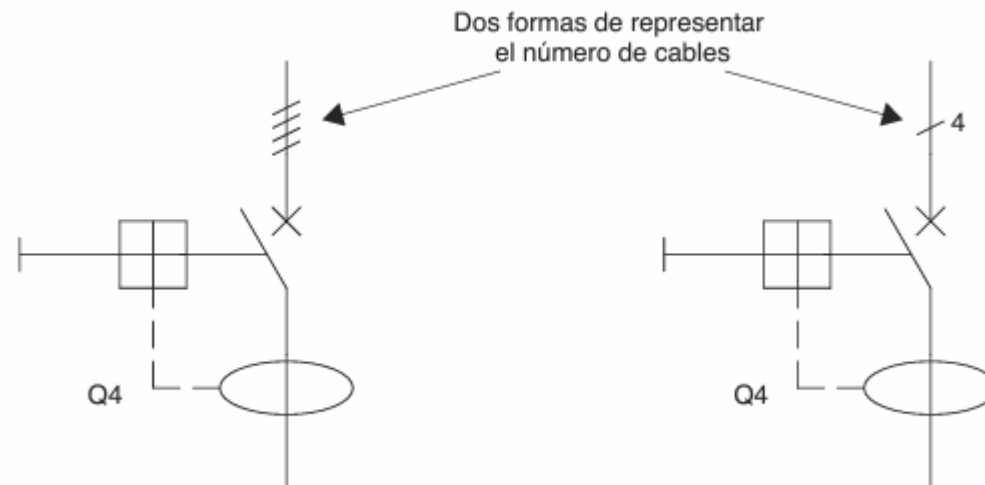
Esquema de conexión de los dispositivos de protección contra sobretensiones.

Representación de esquemas de cuadros de protección

caso práctico inicial

El esquema unificar es una representación simplificada de la instalación.

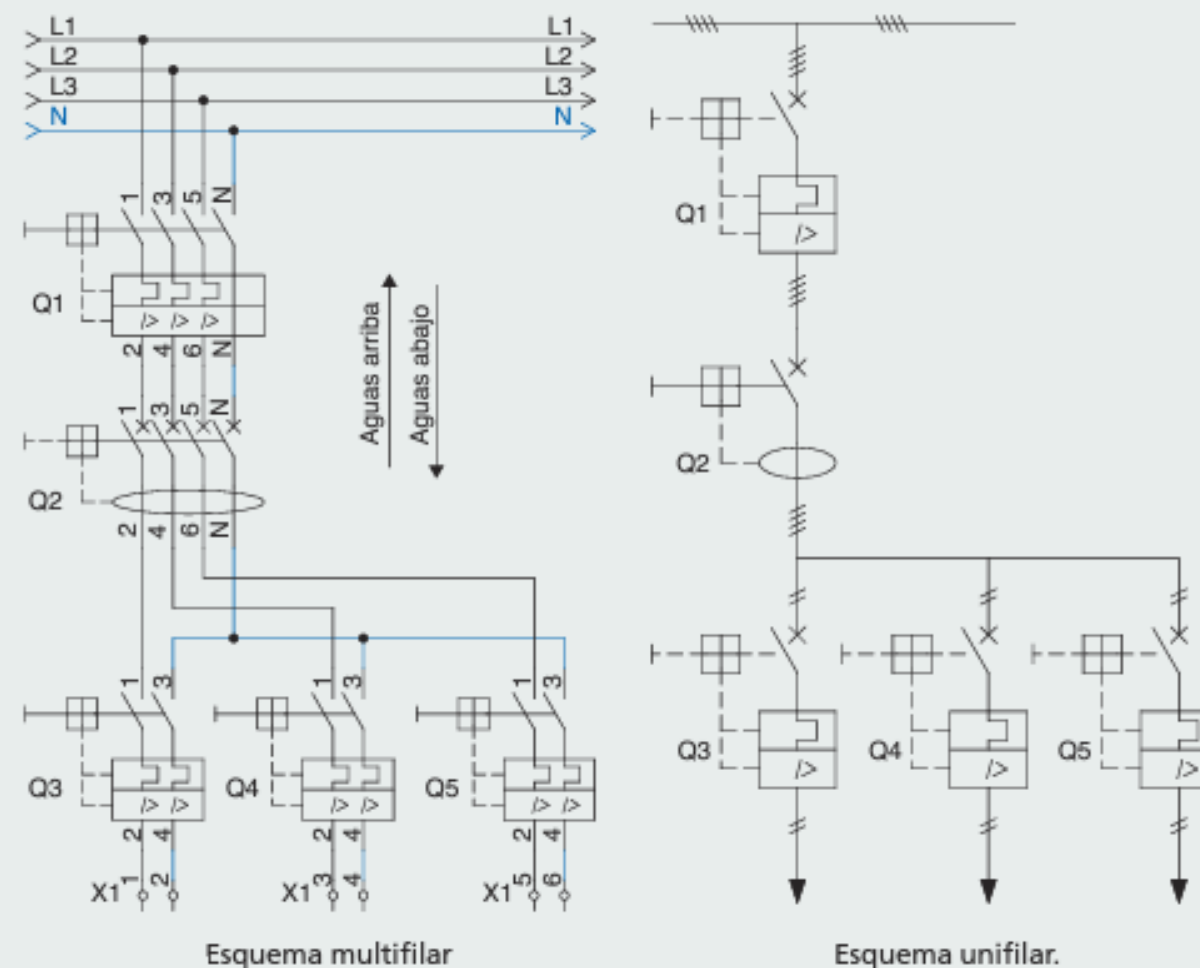
- **Multifilares.** En ellos se representan los símbolos de los aparatos con todos sus polos y las líneas eléctricas con todas sus fases, representándose detalladamente todas las conexiones eléctricas.
- **Unifilares.** En ellos se representa el símbolo de forma simplificada con un solo polo y el cableado mediante una única línea. En este tipo de esquemas, tanto el número de polos como el de los cables reales, se representa mediante pequeñas líneas oblicuas.

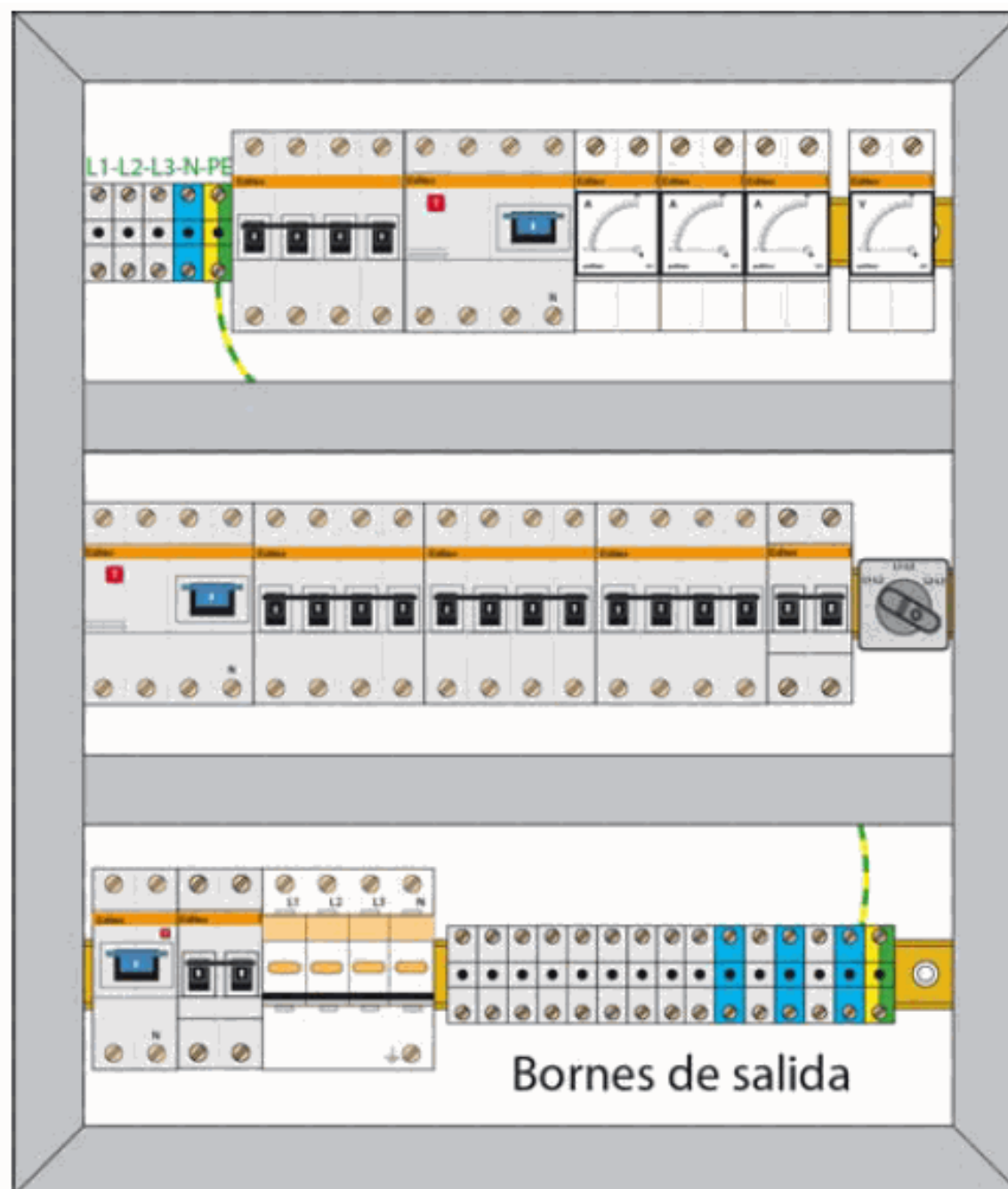


Representación unifilar de un diferencial y el número de cables que llegan a él.

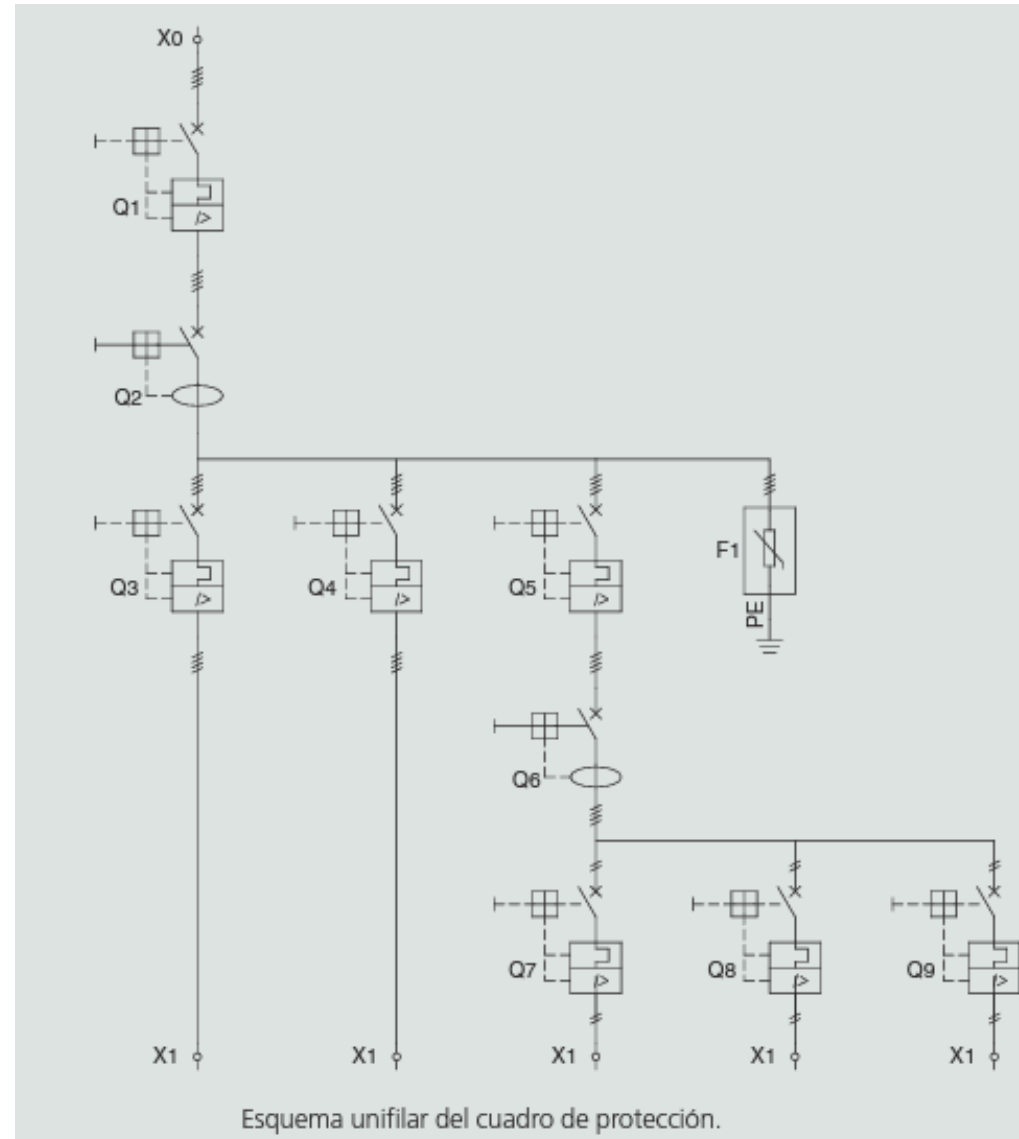
Ejemplo de representación

Imagina que debes realizar el montaje de un cuadro de distribución para tres líneas monofásicas de 230 V, a partir de una red de distribución trifásica con neutro de 400 V. La línea general debe estar protegida mediante un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial. Además, cada una de las líneas monofásicas debe disponer de interruptores magnetotérmicos individuales. Dibuja las representaciones unifilar y multifilar.



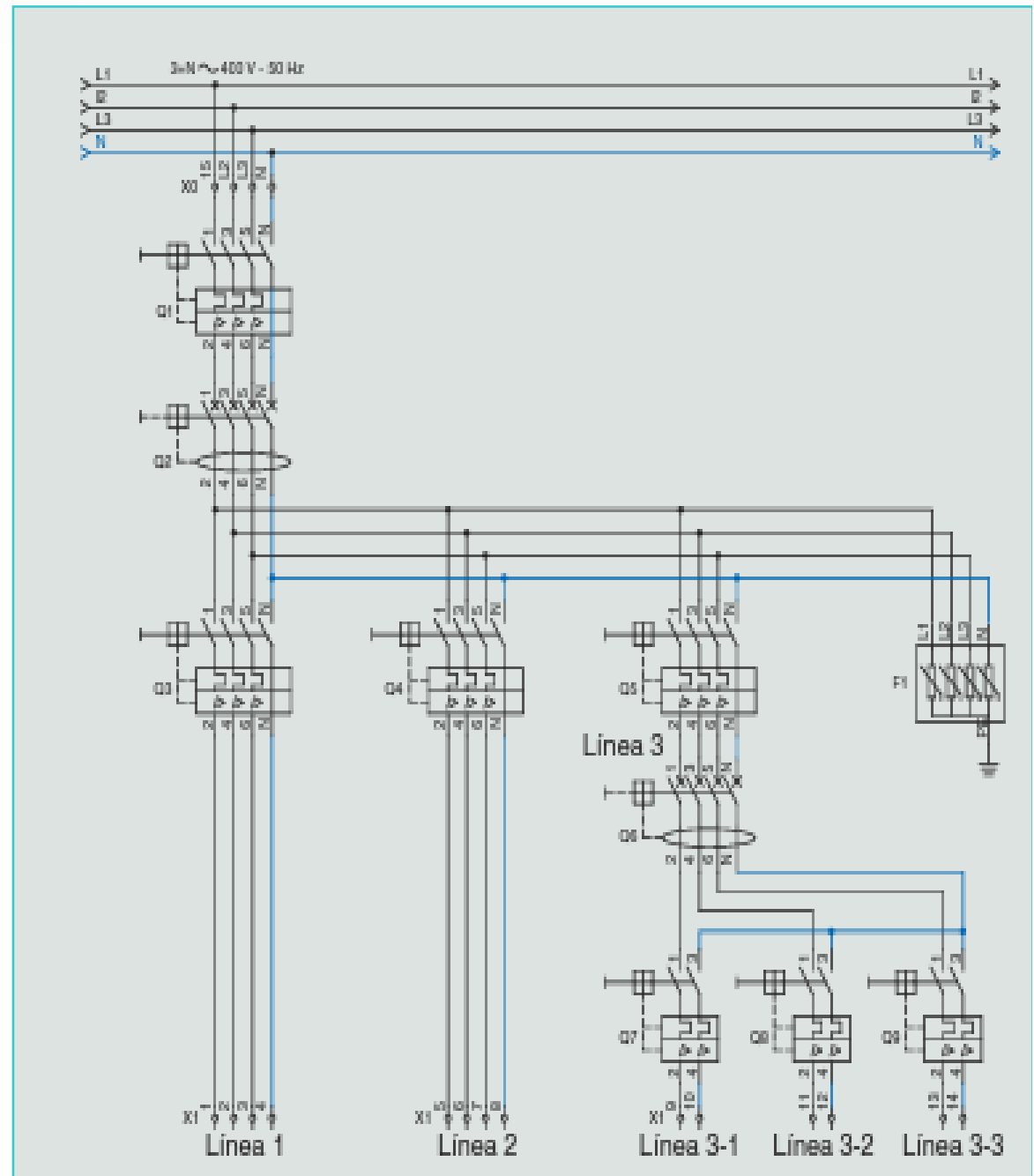


Representación de esquemas de cuadros de protección



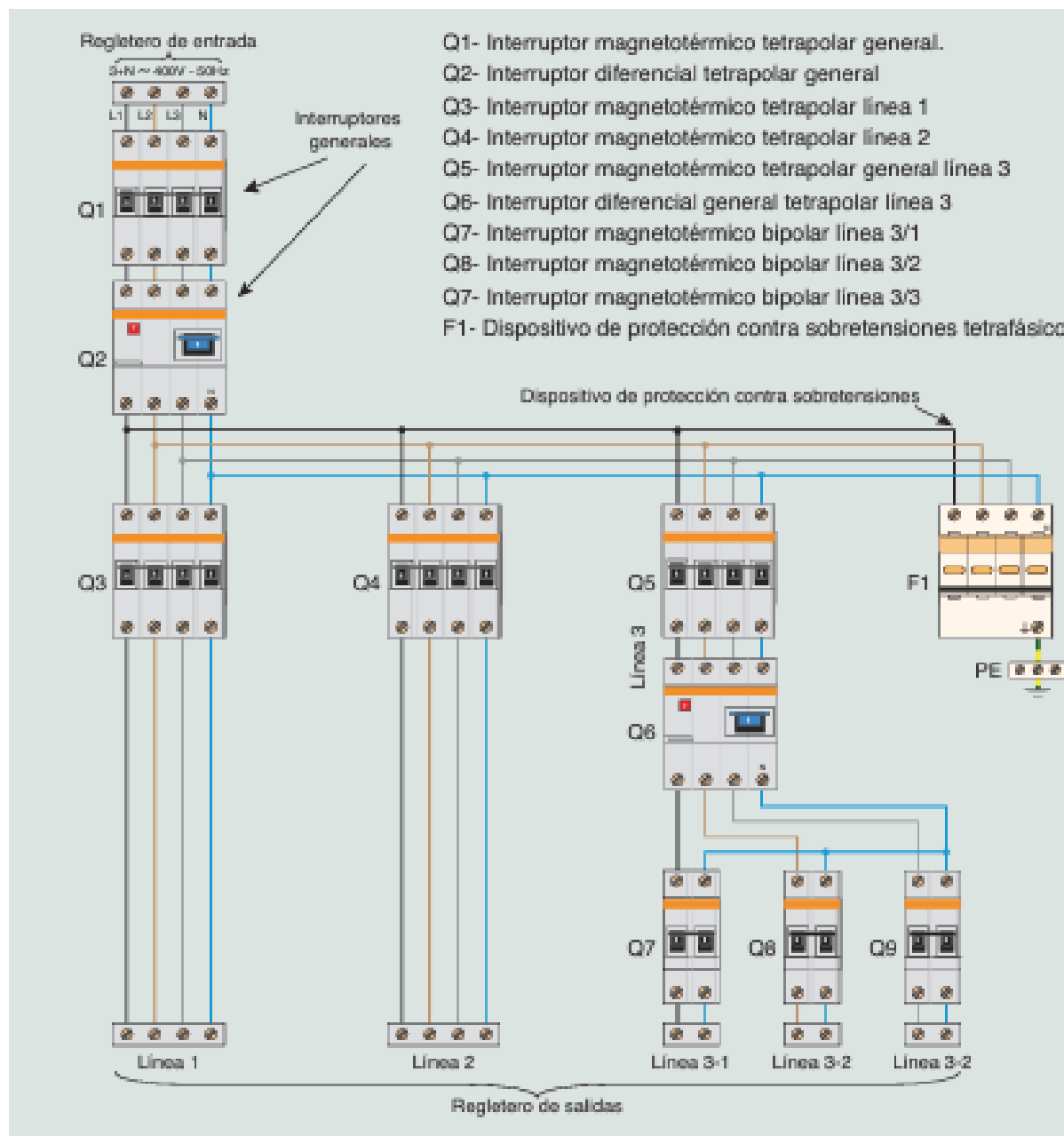
Representación de esquemas de cuadros de protección

40

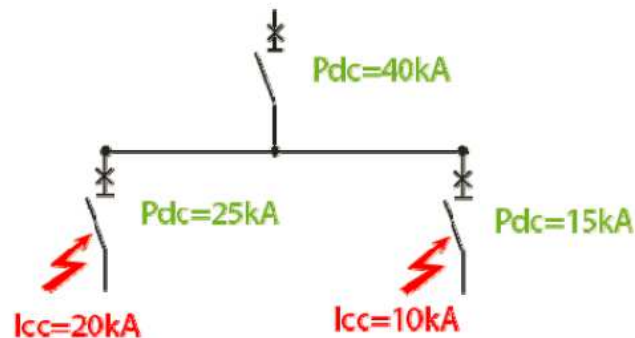


Representación de esquemas de cuadros de protección

41



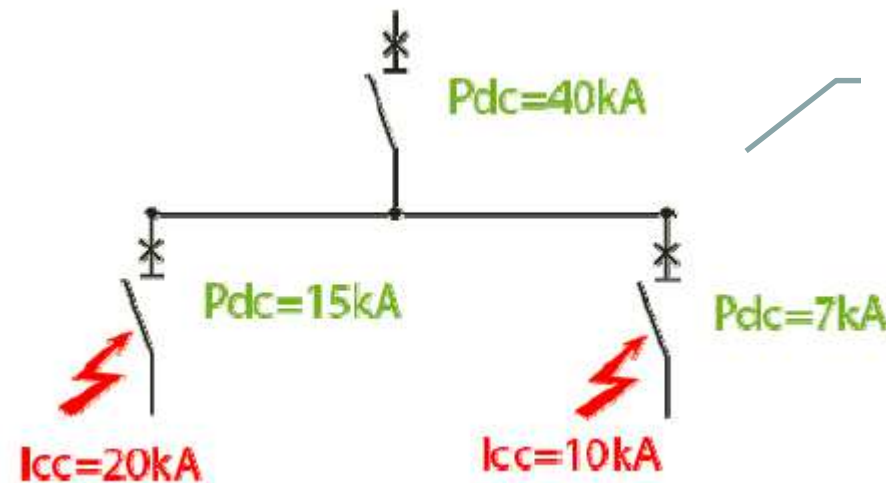
En el siguiente esquema se representan las intensidades de cortocircuito previstas en una instalación. Teniendo en cuenta el poder de corte de cada uno de los interruptores automáticos, ¿se cumplen los principios de filiación?, ¿qué propones para mejorar el diseño de la instalación?



La filiación es la técnica que permite instalar en un circuito un interruptor automático con poder de corte menor al de la corriente de cortocircuito prevista para el mismo, siempre que “aguas arriba” haya otro interruptor con un poder de corte superior a esta intensidad de cortocircuito.

En el circuito de la figura no se está haciendo uso de esta técnica, ya que todos los interruptores automáticos instalados tienen un poder de corte superior a la corriente de cortocircuito prevista. Esto origina un encarecimiento de la instalación.

Como el interruptor general tiene un poder de corte superior a la corriente de cortocircuito total (suma de los dos circuitos) es posible colocar “aguas abajo” interruptores con un poder de corte menor.

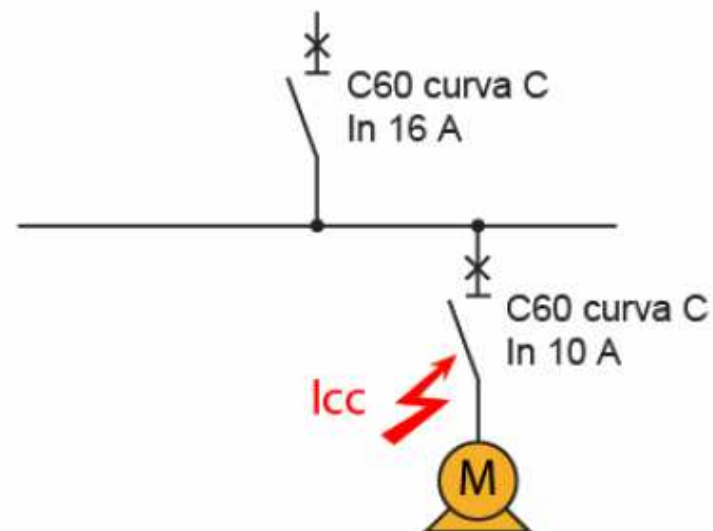


SOLUCIÓN

Consulta la tabla mostrada en la figura 3.36. En caso de que se produzca un defecto en el motor ¿qué ocurrirá? ¿es esto lo más adecuado? En caso contrario propón alguna medida para corregirlo.

A. arriba		C60, N, H, L											
		curva C											
Aguas abajo	I (A)	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63
C60, N, H, L	(A)	15	25	30	45	75	120	150	188	240	300	375	473
curva C	0.5												
	0.75												
	1												
	2												
	3												
	4												
	6												
	10												
	16												
	20												
	25												
	32												

Zona de selectividad



La selectividad en una instalación consiste en que, en caso de un fallo en una parte de la misma, solamente actúe el elemento de protección inmediatamente superior, quedando los demás en servicio, lo que permitiría que el resto de la instalación siguiese funcionando en condiciones normales.

La tabla mostrada en la figura 3.36 es una tabla ofrecida por un fabricante de interruptores automáticos que indica si existe selectividad entre los distintos dispositivos de su gama de productos. Si la intersección entre ambos productos está sombreada, indica que si hay selectividad entre ellos, en caso contrario no la hay.

A. arriba		C60, N, H, L											
		curva C											
Aguas abajo	In (A)	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63
C60, N, H, L curva C	(A)	15	23	30	45	75	120	150	188	240	300	375	473
	0.5												
	0.75												
	1												
	2												
	3												
	4												
	6												
	10												
	16												
	20												
	25												
	32												

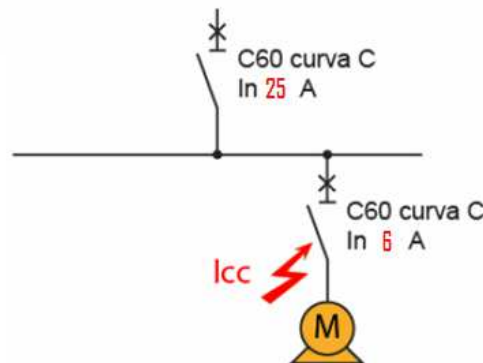
En este caso no hay selectividad, por lo que en caso de que se produzca un defecto en el motor actuarían los dos interruptores, dejando toda la instalación sin servicio.

Para corregir esto habrá que mover la intersección entre ambos dispositivos hacia la zona sombreada, existiendo dos opciones:

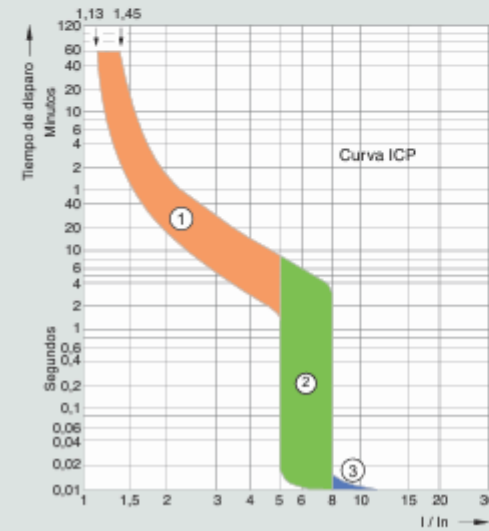
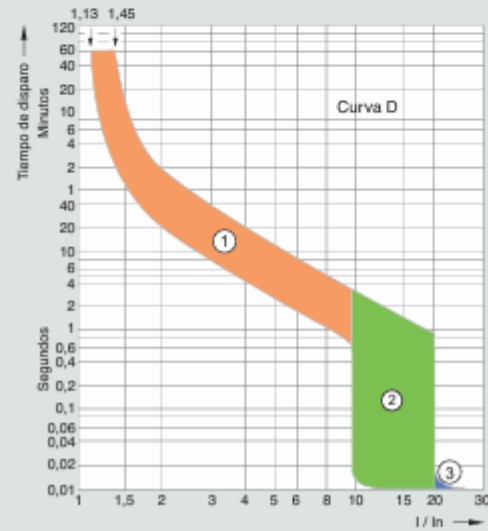
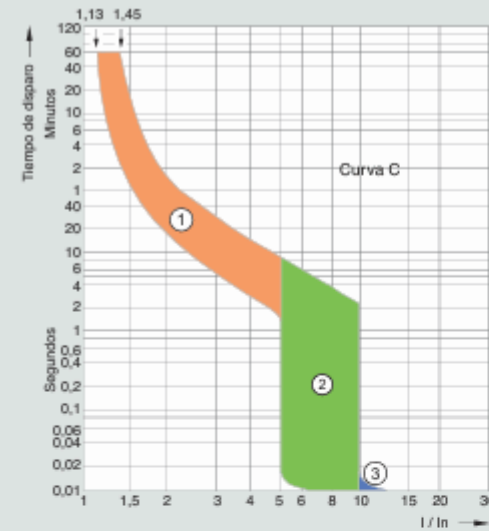
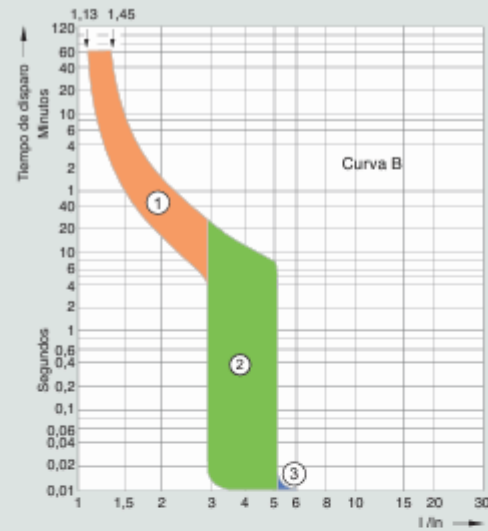
- Sustituir el interruptor automático que protege el motor por otro de intensidad nominal 6 A, siempre que sea suficiente para la intensidad que consume el motor.
- Sustituir el interruptor automático “aguas arriba” por otro de 25 A, aumentando el coste de la instalación pero ganando en disponibilidad.

A. arriba		C60, N, H, L											
		curva C											
Aguas abajo	I (A)	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63
C60, N, H, L	(A)	15	25	30	45	75	120	150	188	240	300	375	473
curva C	0.5												
	0.75												
	1												
	2												
	3												
	4												
	6												
	10												
	16												
	20												
	25												
	32												

 Zona de selectividad



Tipo de curva de los interruptores magnetotérmicos



- 1: Zona de disparo térmico (lento)
- 2: Zona de disparo térmico y/o magnético
- 3: Zona de disparo magnético (muy rápido)

Tipos de curva de los interruptores magnetotérmicos.

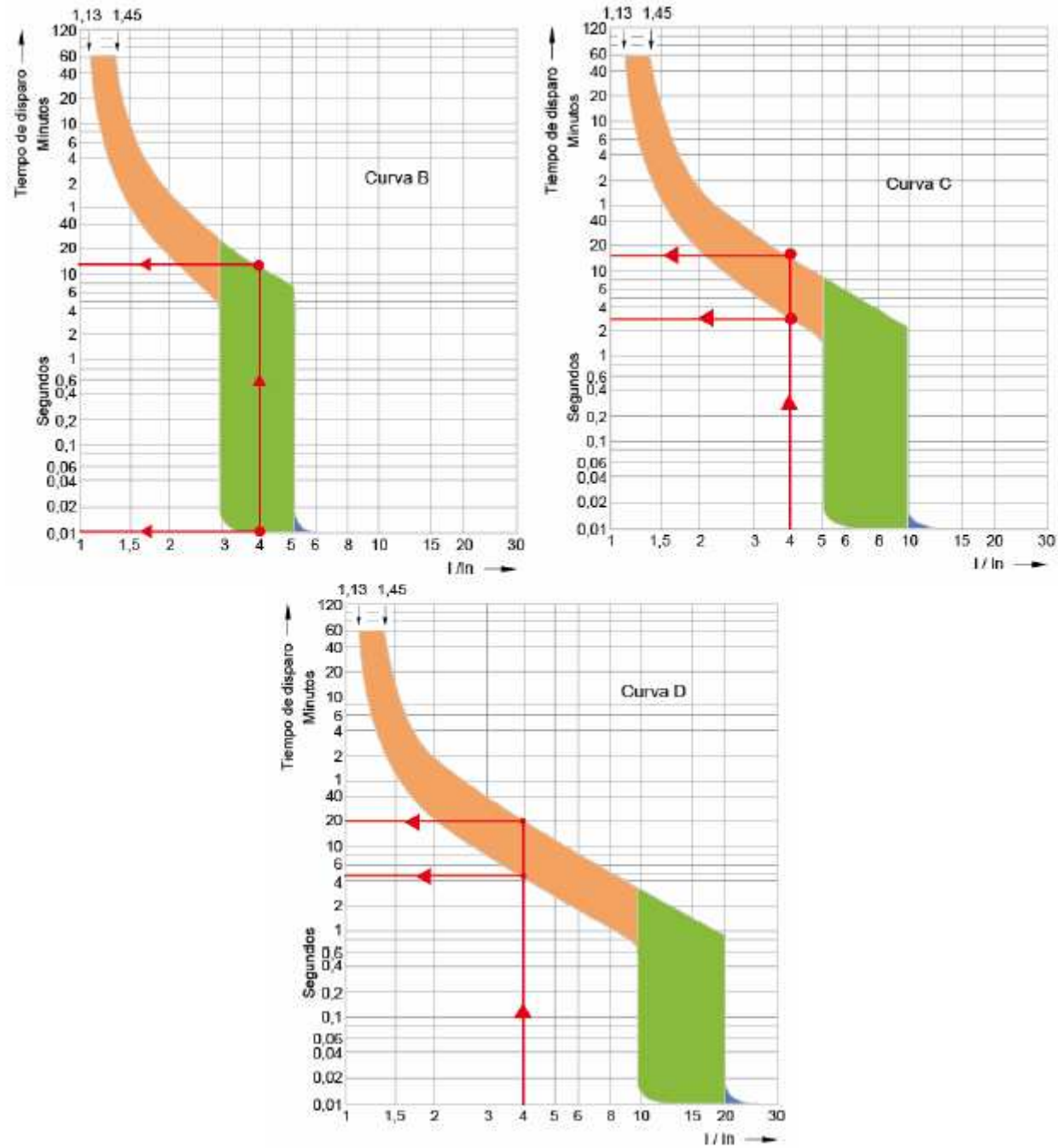
Tipo de curva de los interruptores magnetotérmicos

Curva tipo	Disparo magnético	Aplicaciones
B	Entre $3,2 I_N$ y $4,8 I_N$	Protección de generadores y grandes longitudes de cable (esquemas TN e IT)
C	Entre $7 I_N$ y $10 I_N$	Protección de cables de receptores de aplicaciones en general.
D	Entre $10 I_N$ y $14 I_N$	Protección de cables alimentando receptores con elevada intensidad en el arranque.
MA	$12 I_N$	Protección para el arranque de motores (sin protección frente sobrecargas)
Z	Entre $2,4 I_N$ y $3,6 I_N$	Circuitos electrónicos.

Supón una instalación donde los receptores son motores. En el momento del arranque presentan intensidades elevadas, del orden de 4 veces la intensidad nominal. Si tuvieras que elegir un interruptor automático para protegerla, consultando el apartado de mundo técnico, ¿qué tipo de curva te parece más apropiada?, ¿por qué?

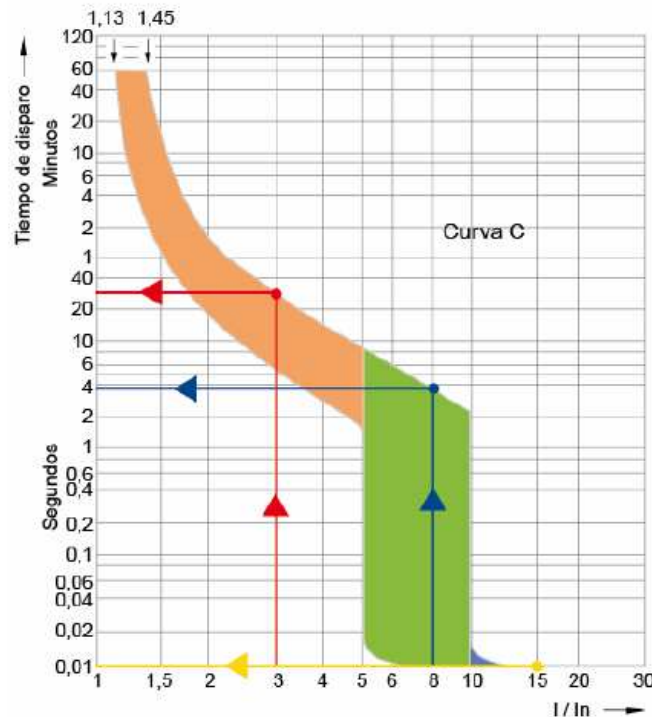
Para analizar la conveniencia de uno u otro tipo de curva, se traza la vertical por el valor de 4 veces la intensidad nominal y se estudia qué sucede con el tiempo de disparo del interruptor automático, llegando a las siguientes conclusiones:

- El tipo de curva ICP solamente se utiliza para el Interruptor de control de potencia.
- Para este tipo de instalación (sobreintensidad inicial de 4 veces la intensidad nominal), el interruptor automático con tipo de curva B, detecta el fallo y desconecta el circuito en un tiempo comprendido entre 0,1 y 15 segundos. El tiempo inferior es muy bajo, y no daría tiempo a arrancar el motor, con lo cual, cada vez que conectáramos la instalación dispararía el automático, y esto no nos interesa.
- Con un interruptor con tipo de curva C el tiempo de disparo está comprendido entre 3 y 15 segundos. Este tipo de curva sería "aceptable"
- Con un interruptor con tipo de curva D el tiempo de disparo está comprendido entre 5 y 20 segundos. Es el mayor de todos los disponibles, con lo que se permitiría el periodo de arranque de los motores. Por lo tanto este es el tipo de curva más adecuado.



Teniendo en cuenta las curvas representadas en el apartado “Mundo Técnico”, y para un interruptor automático que sigue la curva C, indica cuánto tiempo, como máximo, tardará en desconectar el circuito en caso de que se produzca una sobreintensidad de valor:

- 3 veces la intensidad nominal del circuito.
- 8 veces la intensidad nominal del circuito.
- 15 veces la intensidad nominal del circuito.

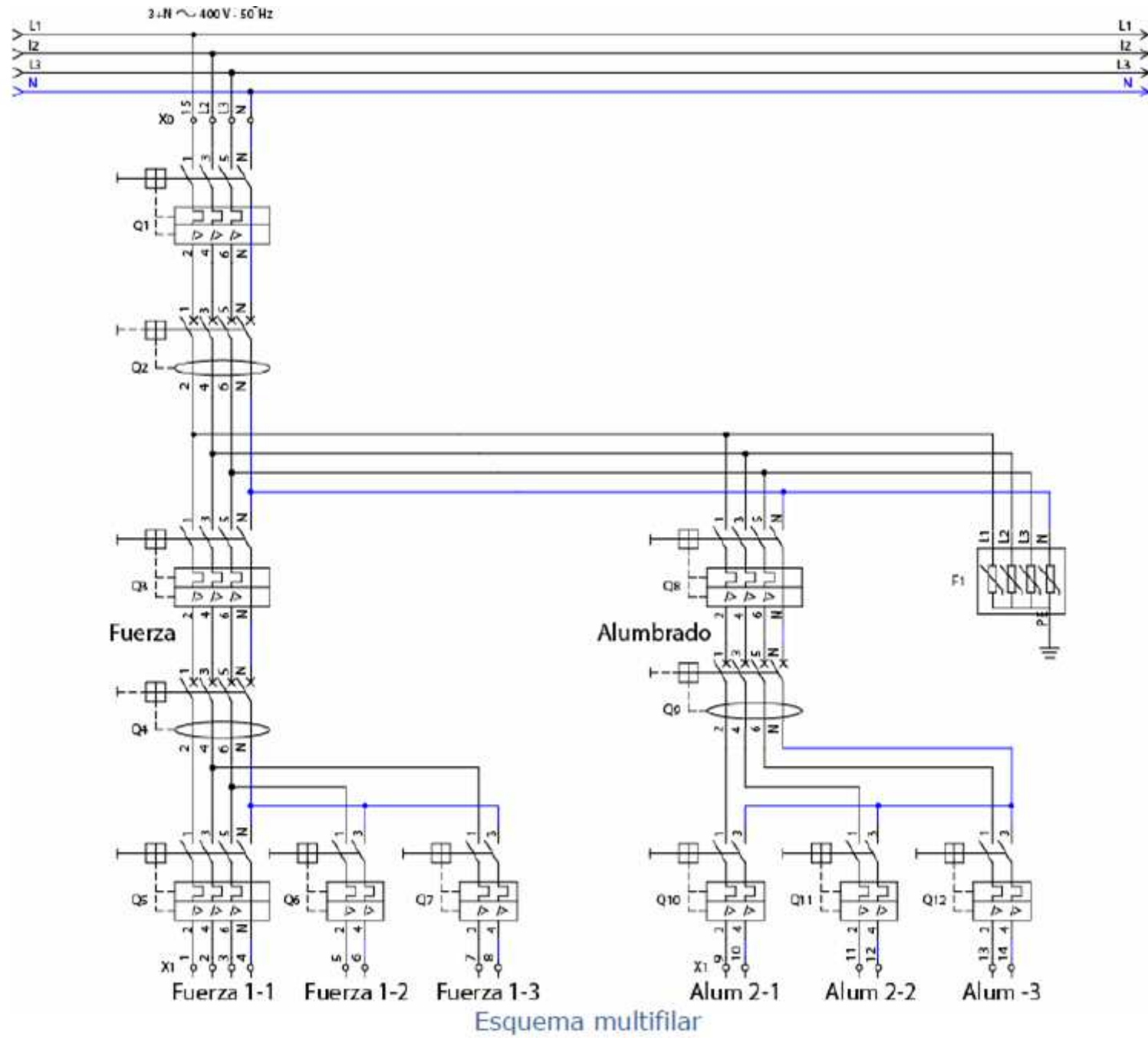


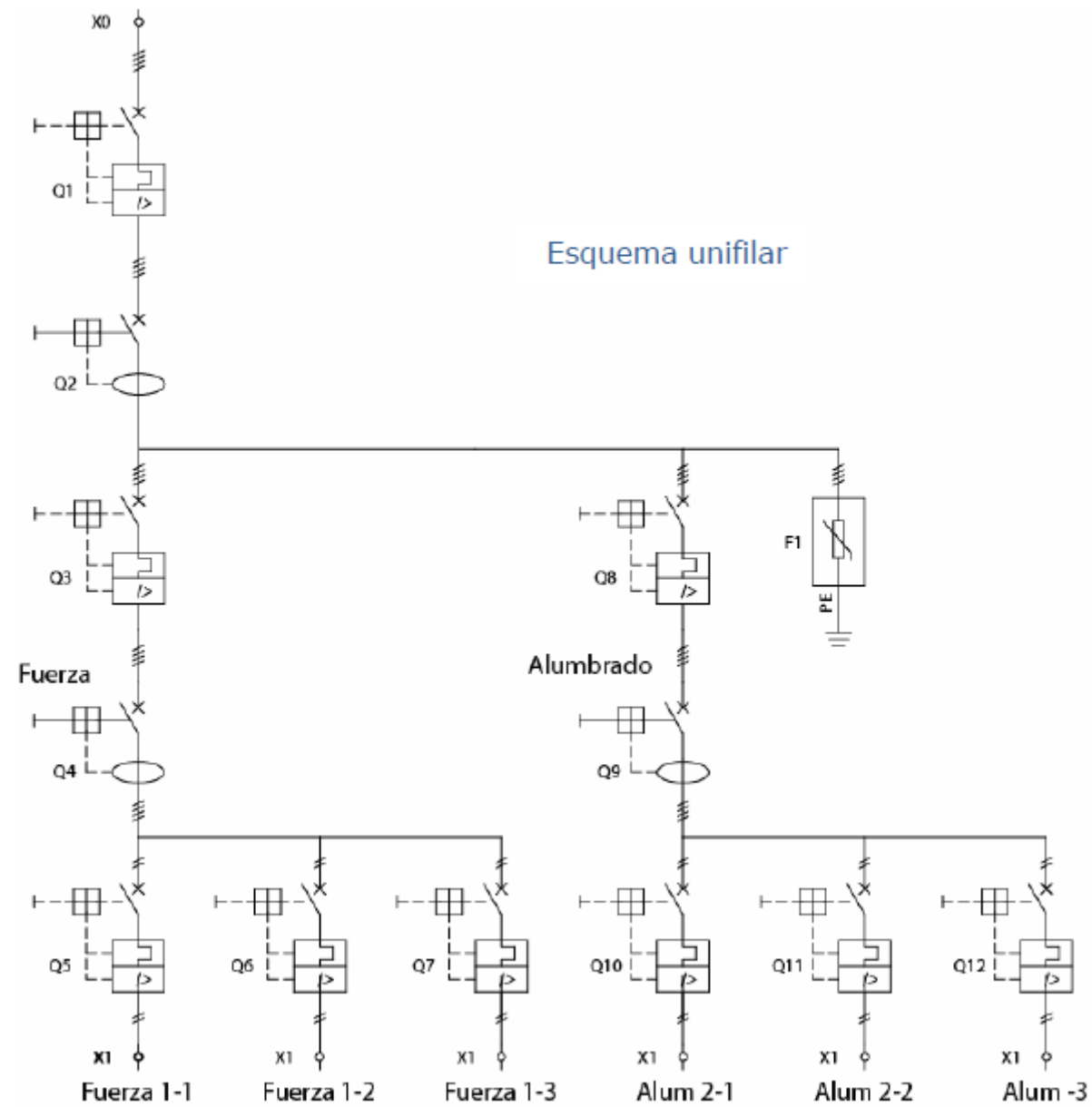
Para calcular el tiempo de desconexión se procede de igual manera que en el ejercicio anterior, trazando la vertical por el valor de la sobreintensidad y buscando la intersección con la curva de disparo. Como solamente se pide el tiempo máximo, solo se busca la intersección con la línea superior.

- Para una sobreintensidad de 3 veces la intensidad nominal (color rojo) el tiempo máximo de desconexión es 30 segundos.
- Para una sobreintensidad de 8 veces la intensidad nominal (color azul) el tiempo máximo de desconexión es algo menos de 4 segundos.
- Para una intensidad de 15 veces la intensidad nominal (color amarillo) el tiempo máximo de desconexión es de 0,01 segundos.

Se puede apreciar que a medida que el valor de la sobreintensidad aumenta, el tiempo de desconexión disminuye apreciablemente, lo que hace del interruptor automático un excelente dispositivo de protección.

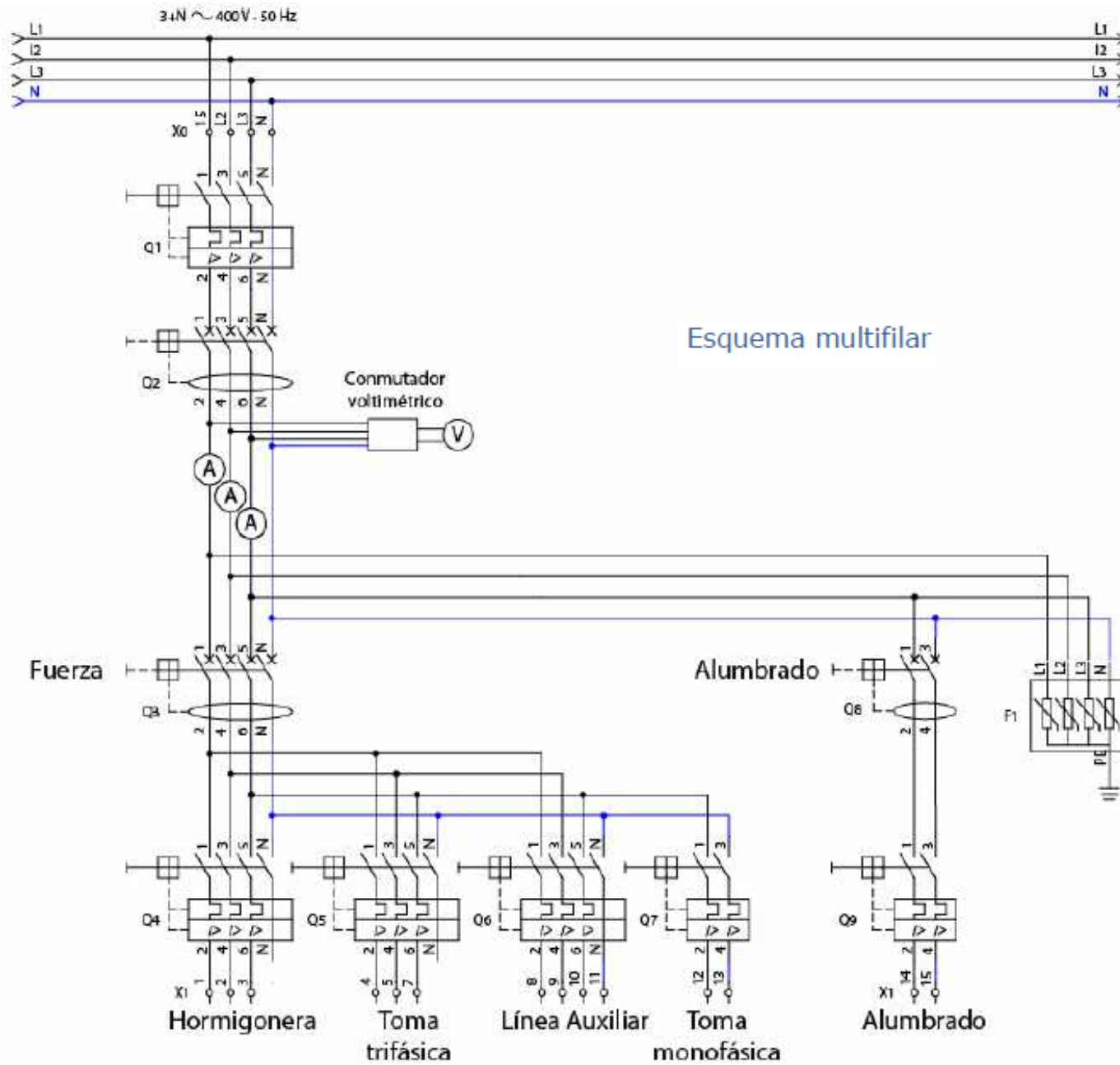
Dibuja los esquemas multifilar y unifilar de un cuadro de protección para dos líneas trifásicas generales (una de fuerza y otra de alumbrado). La línea de fuerza se divide «Aguas abajo» en una línea de salida trifásica con neutro y 2 líneas monofásicas. La de alumbrado en tres líneas monofásicas. La protección general debe ser magnetotérmica y diferencial. Las líneas secundarias también deben disponer de ambos tipos de protección. Para las líneas de salida de tercer nivel, tanto de fuerza como de alumbrado, solamente se requiere protección magnetotérmica.

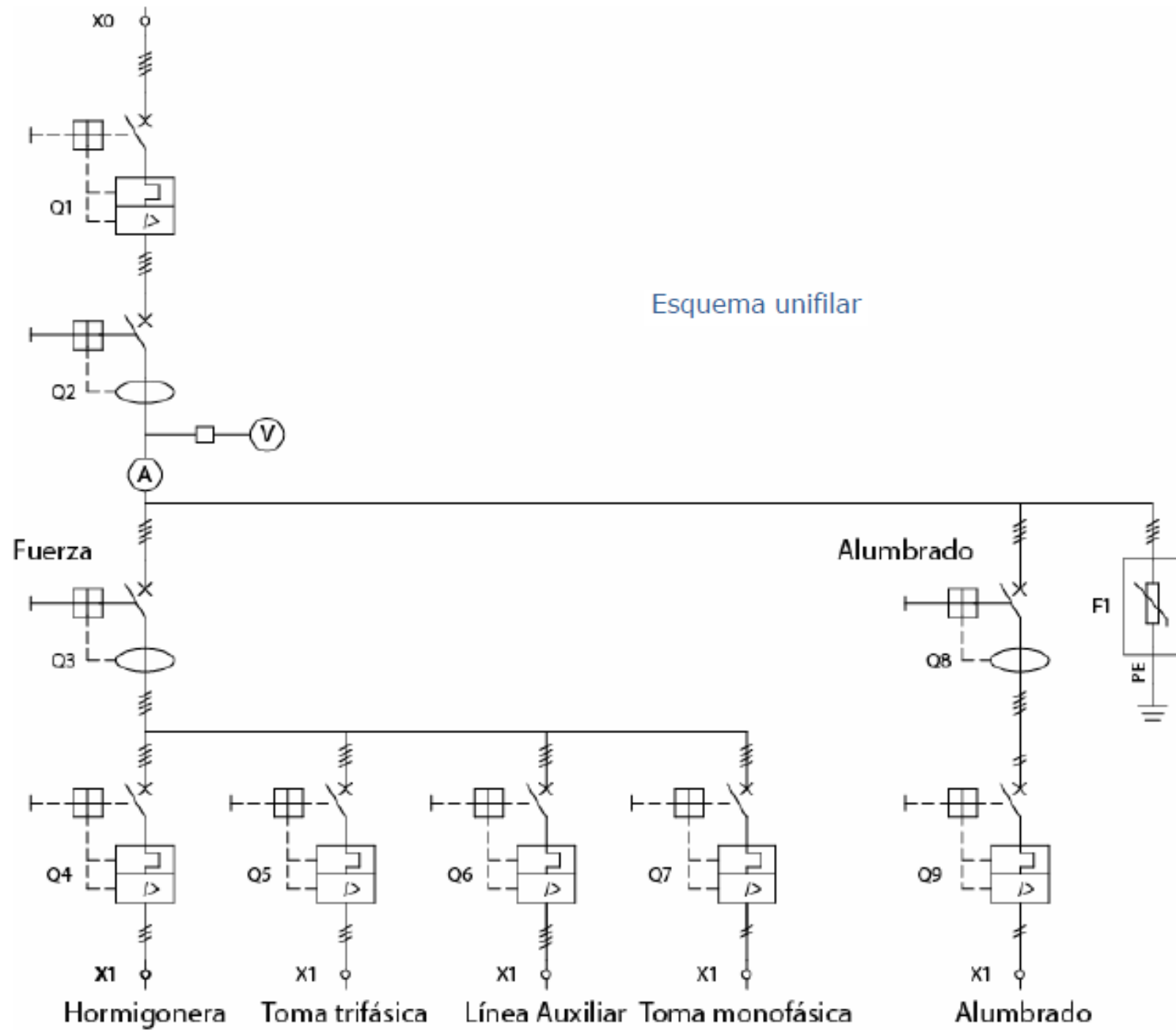




Dibuja los esquemas multifilar y unifilar de un “cuadro de obra” cuyas características son las siguientes:

- a. La red de alimentación es trifásica con neutro a 400V.**
- b. La red de alimentación es trifásica con neutro a 400V**
- c. Debe disponer de un interruptor general.**
- d. Debe disponer de una sola línea para el alumbrado de la obra a 230V.**
- e. La alimentación del motor trifásico de la hormigonera se hace directamente desde el cuadro mediante bornes para raíl DIN.**
- f. Una línea de fuerza está destinada a la toma industrial trifásica que se ha ubicado en la puerta del armario.**
- g. La toma monofásica de 230V también pertenece a la línea de fuerza.**
- h. Debe existir una línea trifásica auxiliar destinada a otros usos.**
- i. Se debe instalar un conmutador voltimétrico y un voltímetro para la comprobación de tensión entre fases a la entrada del cuadro.**
- j. Tres amperímetros deben marcar la corriente consumida en cada una de las fases de la instalación.**





EN RESUMEN

