

Ochrana lidí a zvířat před nežádoucími účinky elektrického proudu

- Jištění a ochrana elektrických rozvodů nízkého napětí před požárem
- Ochrana před nežádoucími účinky elektrického proudu na živý organismus
- Metody a ochranné přístroje

Problematiku v návaznosti na evropské normy řeší

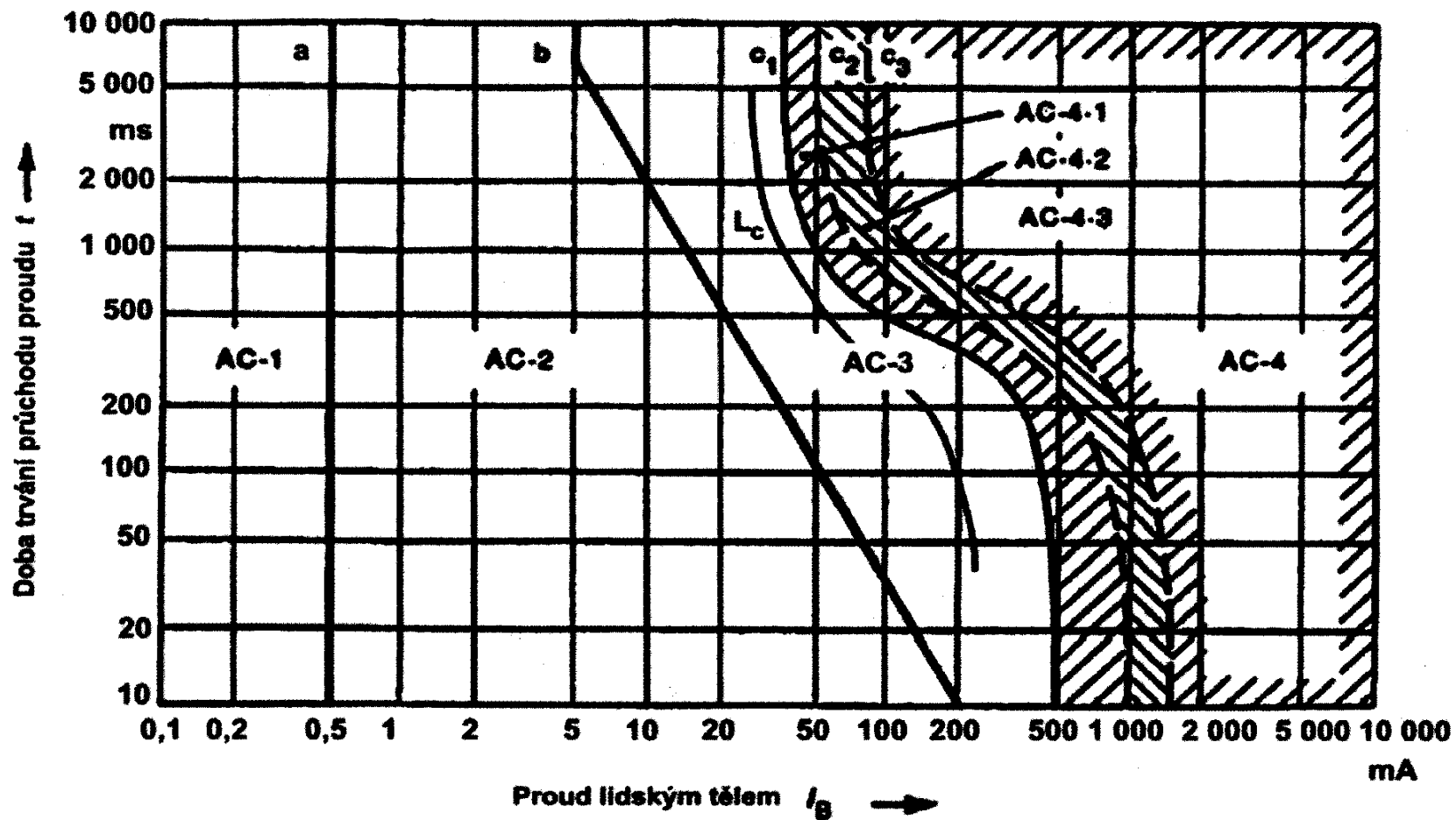
ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007 „Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41 Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem“

Základním účelem ochrany je zabránění vzniku rizika úrazu elektrickým proudem jak pro lidi, tak pro zvířata

Fyziologické účinky elektrického proudu

- stahy svalů
- ochromení dýchání
- fibrilace srdce
- při vyšších intenzitách popáleniny kůže

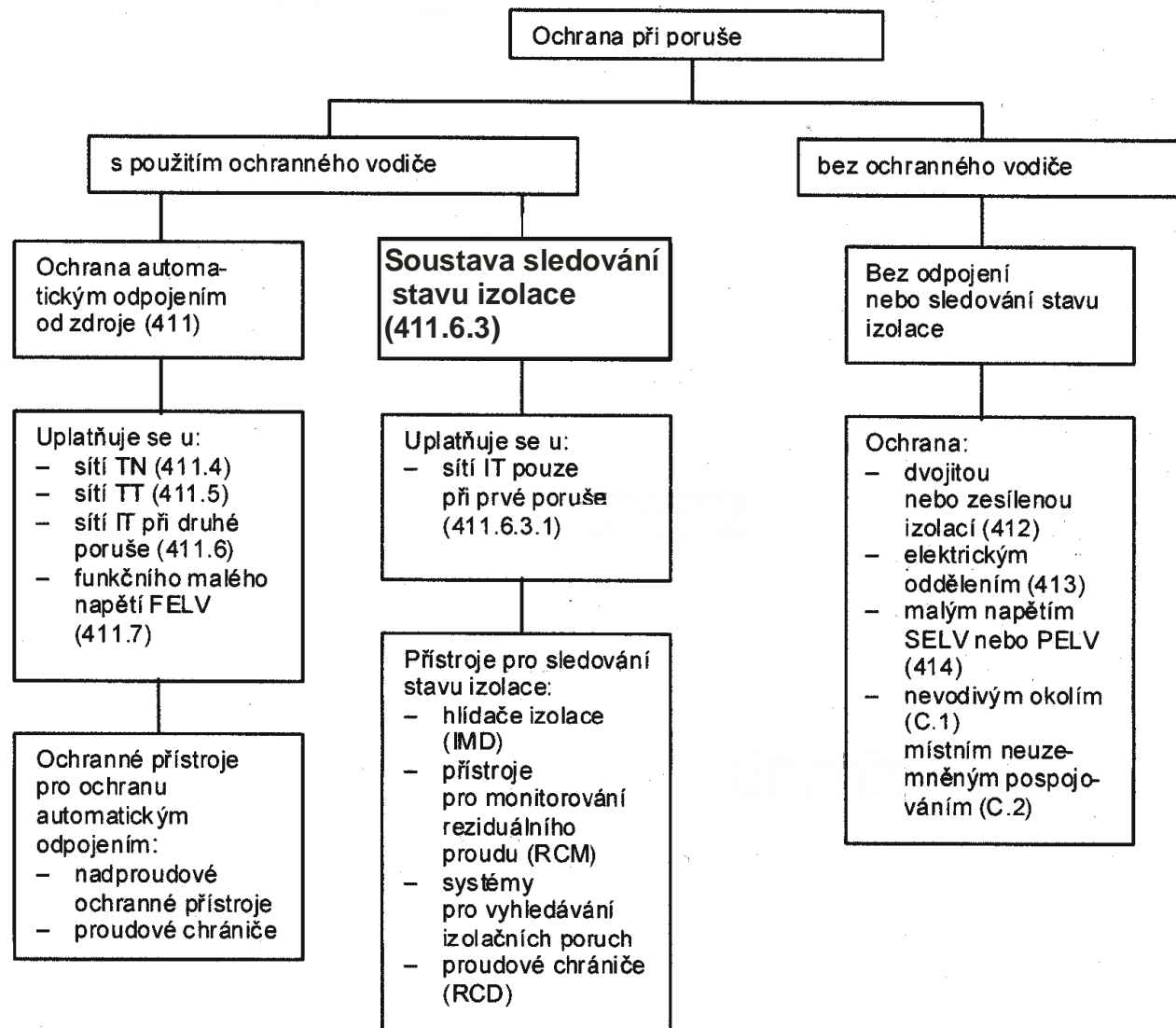
Dohodnuté zóny účinku elektrického proudu na lidský organismus



Rozvody elektrické energie a
pohony

Fyziologické projevy elektrického proudu

Označení zóny	Mezní hodnoty zóny	Typické fyziologické účinky
AC-1	Do 0,5 mA, tj. do čáry a	Obvykle bez reakce
AC-2	Od 0,5 mA až k čáře b	Obvykle bez škodlivých fyziologických účinků Neúmyslné svalové stahy
AC-3	Od čáry b až ke křivce c_1	Obvykle bez škod na organismu. Pravděpodobnost křečovitých stahů a obtíží při dýchání.
AC-4	Počínaje křivkou c_1	K účinkům v zóně AC-3 se mohou se zvyšující se velikostí proudu a prodlužující se dobou jeho průchodu přidat nebezpečné patofyziologické účinky jako zástava srdce, dechu a závažná popálení
AC-4.1	c_1 až c_2	Pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací* až u 5 % lidí zasažených elektrickým proudem
AC-4.2	c_2 až c_3	Pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací až u 50 % lidí zasažených elektrickým proudem
AC-4.3	Za křivkou c_3	Pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací u více než 50 % lidí zasažených elektrickým proudem



Přehled prostředků používaných pro ochranu před účinky elektrického proudu při poruše zařízení

Ochranné opatření: Automatické odpojení od zdroje

Základní ochrana - zajištěna izolací nebo kryty živých částí

Ochrana při poruše – zajištěna ochranným uzemněním a ochranným pospojováním spolu s automatickým odpojením od zdroje

K vypnutí musí dojít do maximální doby odpojení

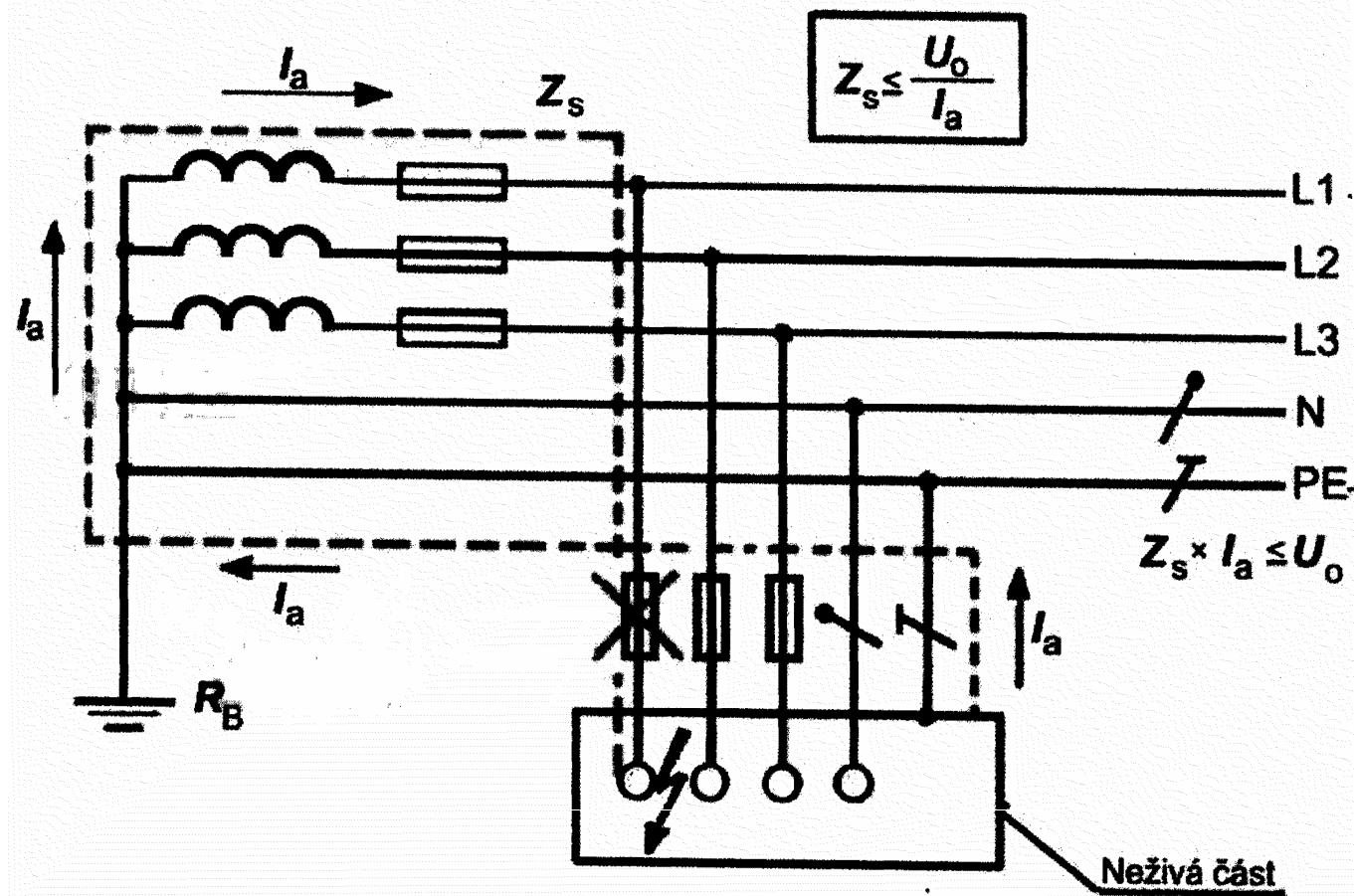
Sít'	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$		$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$		$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$		$U_0 > 400 \text{ V}$	
	s		s		s		s	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8	Poznámka 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	Poznámka 1	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

Pokud je v síti TT dosaženo odpojení pomocí nadproudového ochranného přístroje a ochranné pospojování je spojeno se všemi cizími vodivými částmi v rámci instalace, je možno uplatnit maximální dobu odpojení předepsanou pro síť TN.
 U_0 je jmenovité střídavé nebo stejnosměrné napětí vodiče vedení vůči zemi.

POZNÁMKA 1 Odpojení může být vyžadováno z jiných důvodů než je ochrana před úrazem elektrickým proudem.
 POZNÁMKA 2 Pokud je odpojení zajišťováno pomocí proudového chrániče, viz poznámku k 411.4.4, poznámku 4 k 411.5.3 a poznámku k 411.6.4 b).

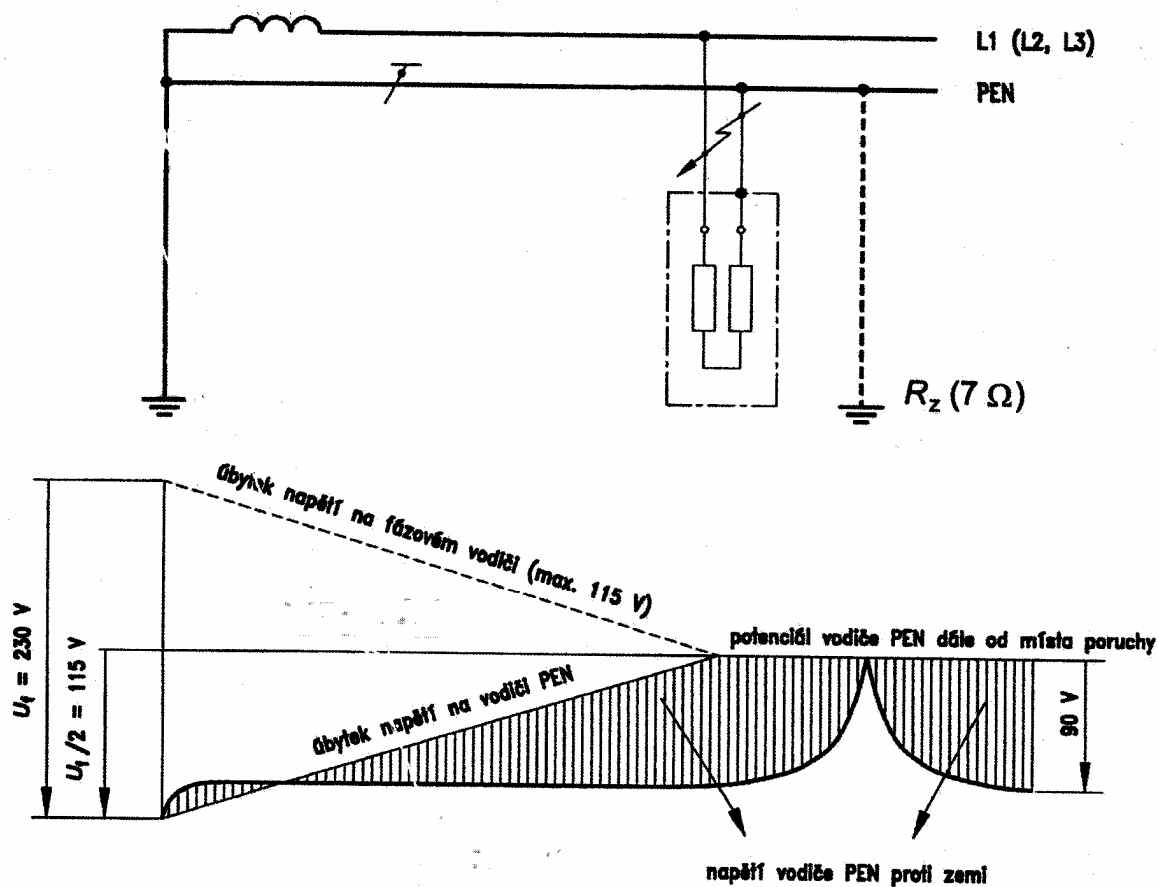
Automatické odpojení v síti TN

Automatické odpojení od zdroje při poruše mezi fázovým vodičem či živou částí a neživou částí spojenou s nulovým bodem zdroje

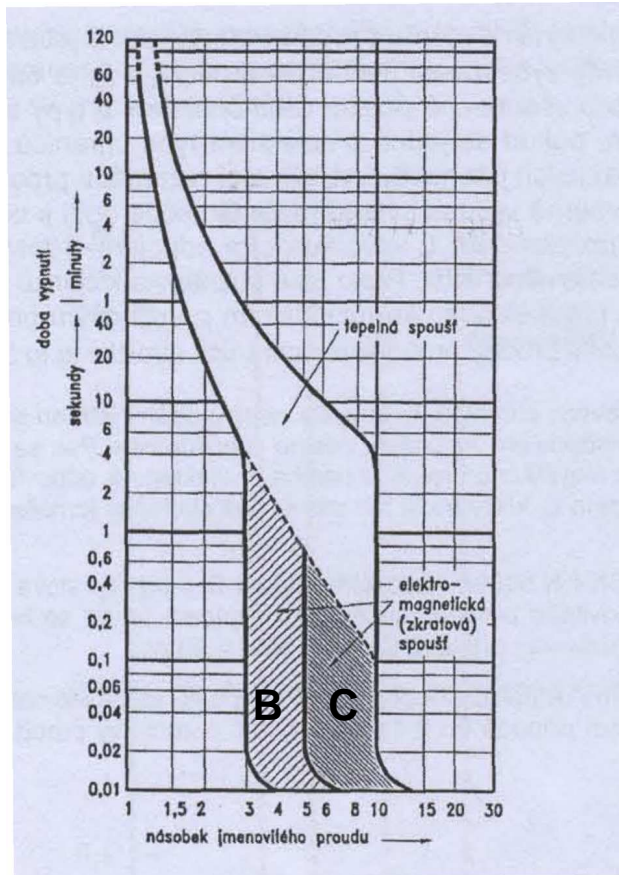


Rozvody elektrické energie a pohony

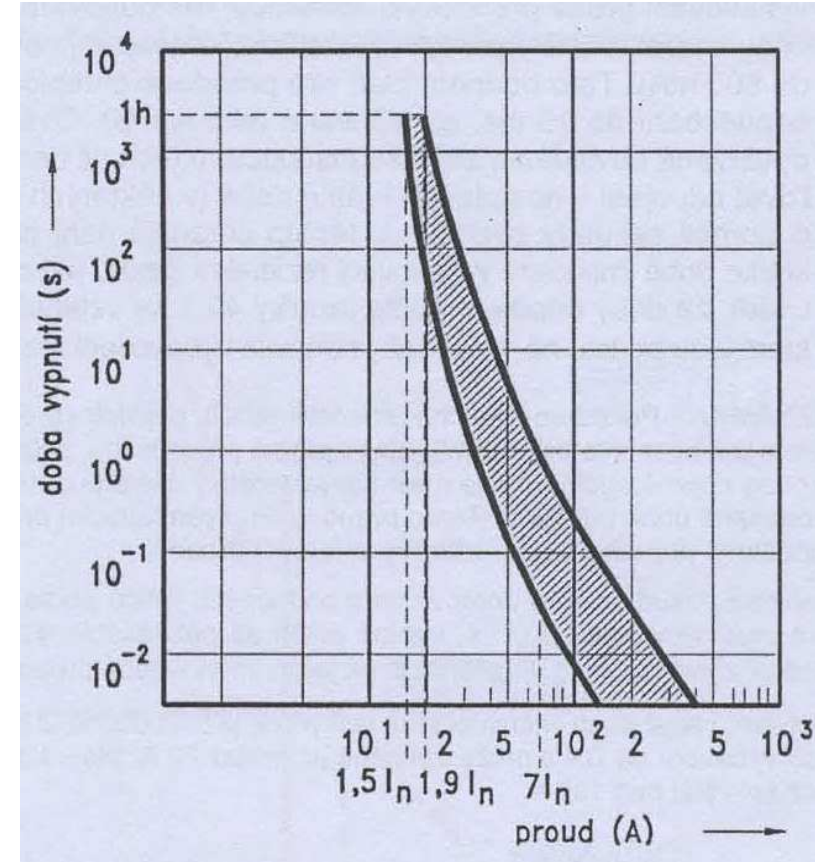
Rozložení potenciálů a velikosti napětí na neživých částech proti zemi při poruše v síti TN



Typické vypínací charakteristiky čas – proud vybraných přístrojů



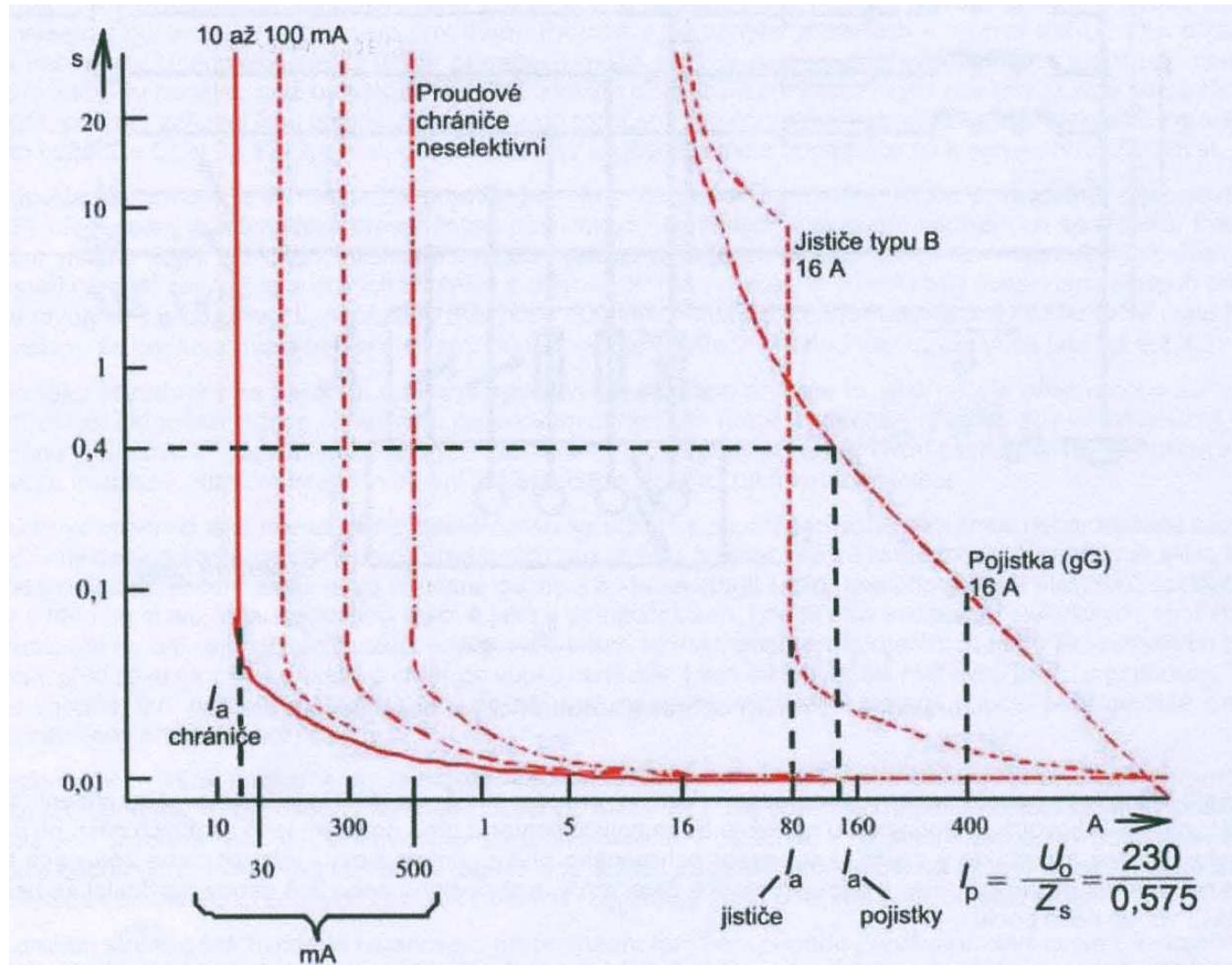
Jistič s charakteristikou B a C



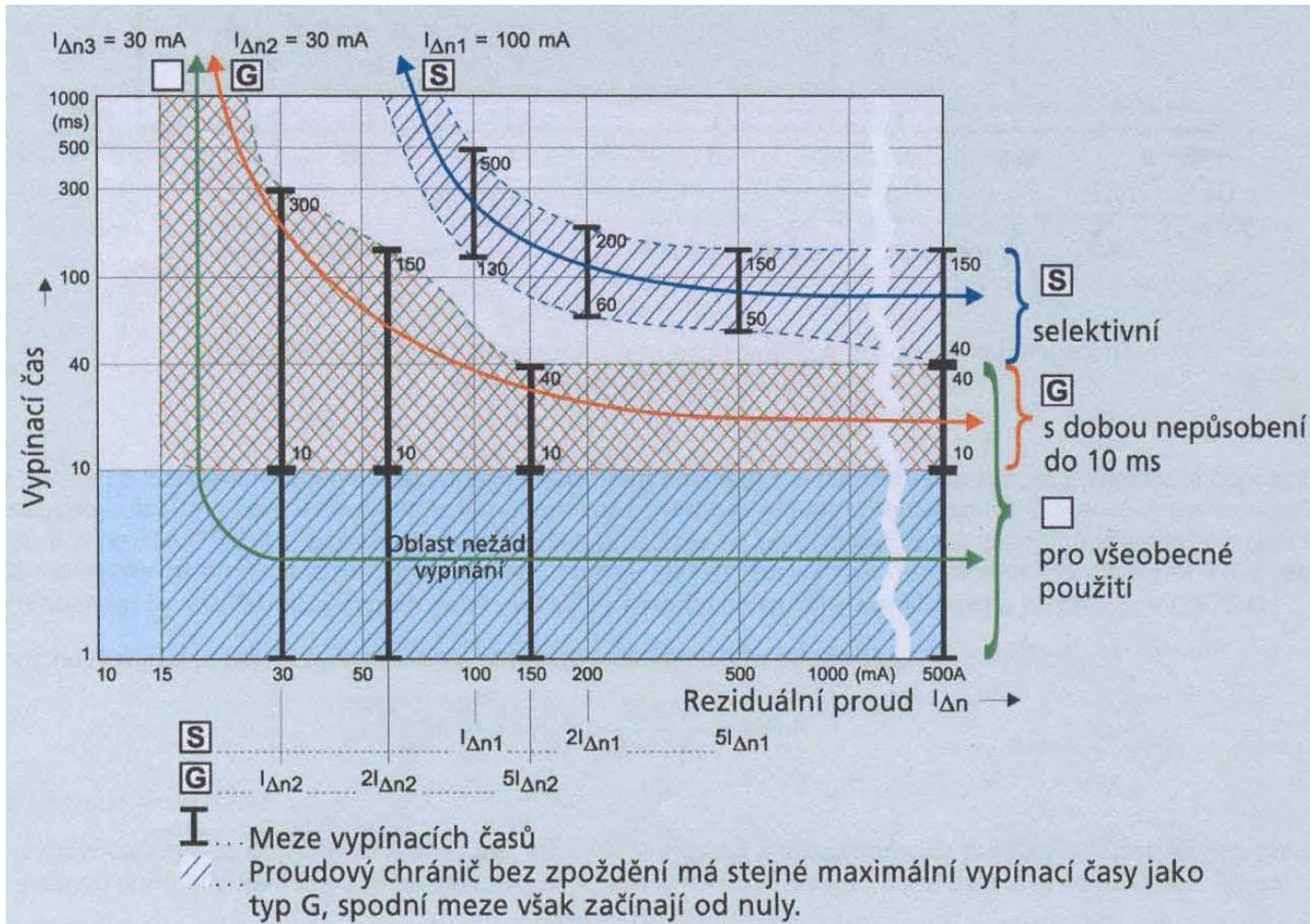
Pojistka s charakteristikou gG

Vztah mezi poruchovým proudem I_p a proudem I_a zajišťujícím automatické odpojení

Příklad vypínání poruchového proudu $I_p = 400$ A pojistkou 16A s charakteristikou gG v porovnání s vypínacími proudy I_a ostatních druhů ochranných přístrojů

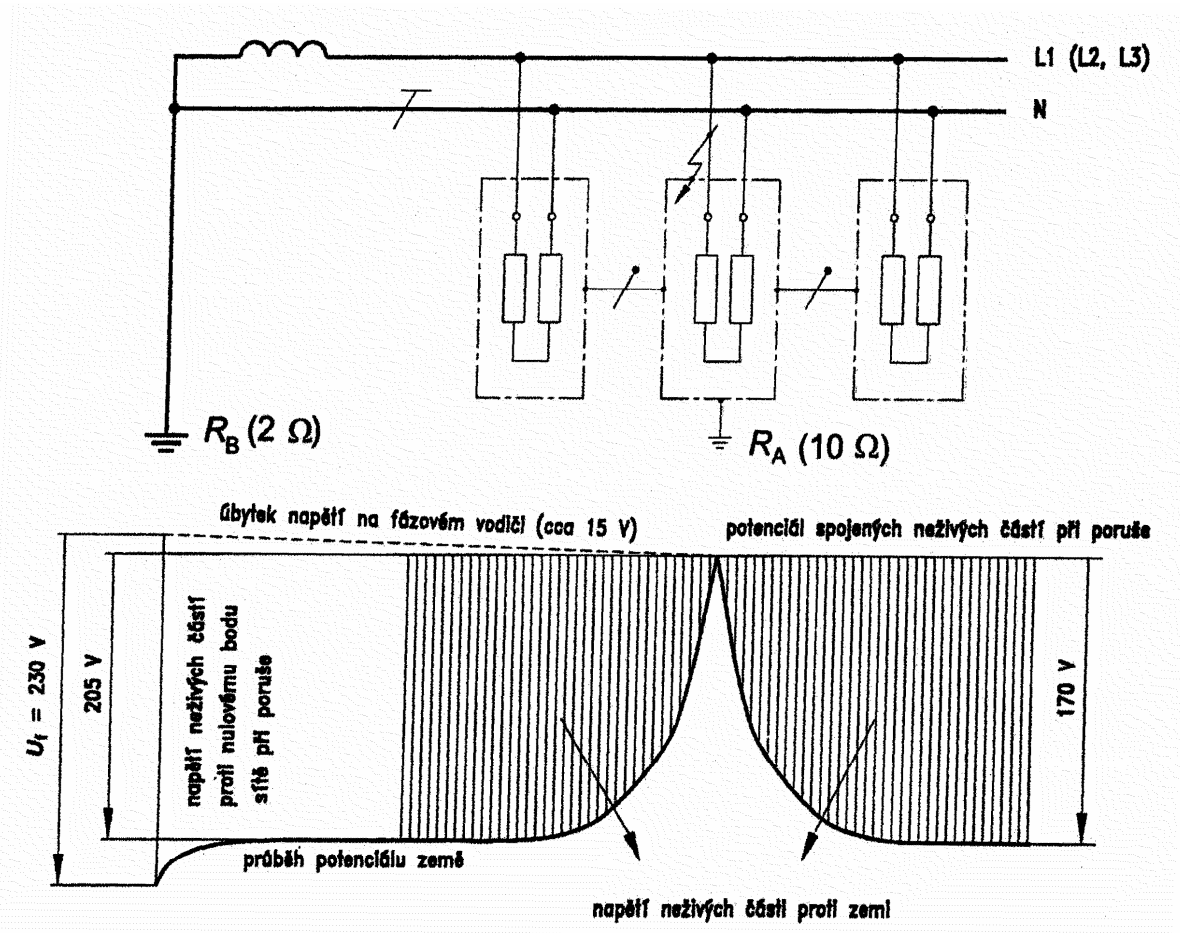


Typické vypínací charakteristiky čas – proud vybraných přístrojů



Normalizované
vypínací
charakteristiky
čas - proud
proudových
chráničů

Rozložení potenciálů a velikosti napětí na neživých částech proti zemi při poruše v síti TT



Principiální schéma sítě TT s poruchou (zkratem fáze s neživou částí prostředního spotřebiče)

Rozložení napětí na neživých částech proti zemi při poruše

Automatické odpojení v síti TT

Uzemnění nulového bodu

Již neplatí podmínka pro uzemnění nulového bodu $R_B \leq 50V / I_a \max$
 R_B ... odpor uzemnění, $I_a \max$. . . proud, vyvolávající v požadované době
vybavení ochranného přístroje

Odpor R_B již může být 1x až 10x ohmů.

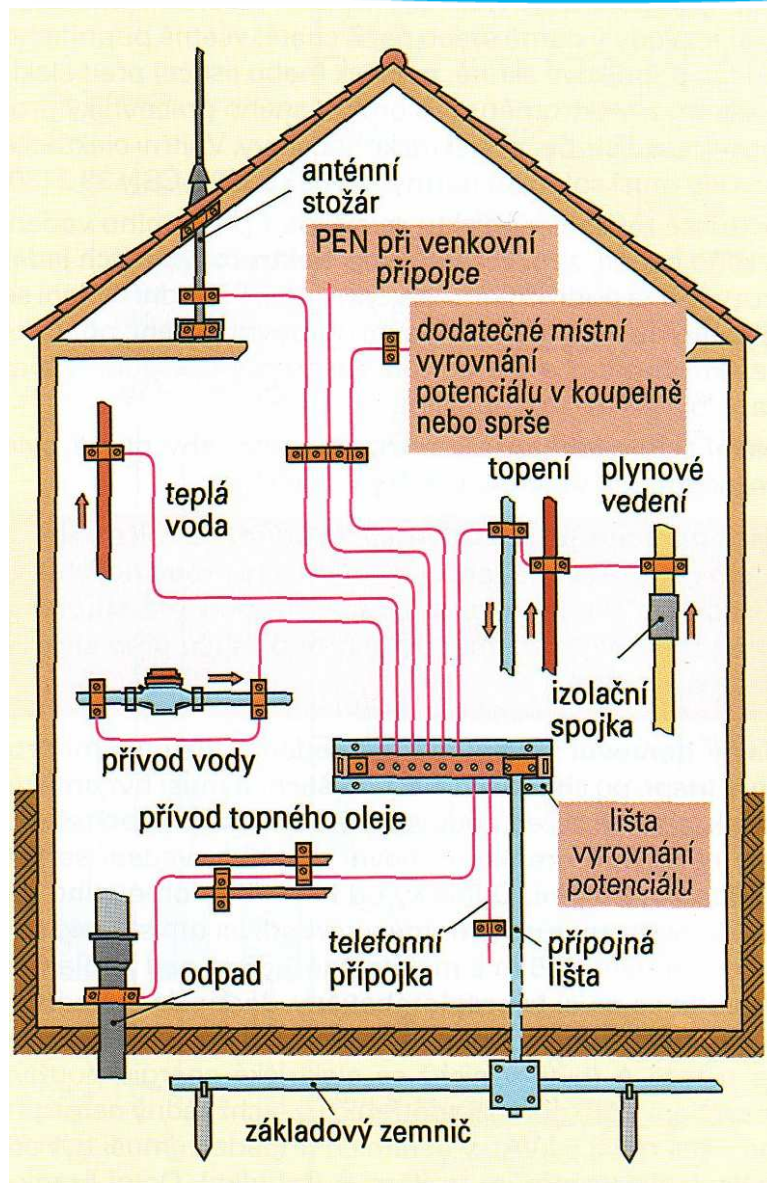
Hranice mezi sítí TT a IT je $R_B = 100$ ohmů

Podstatný rozdíl mezi sítěmi TT a IT je v tom, že v TT musí dojít k
automatickému odpojení již při první poruše, zatímco v IT až při druhé.

Pospojování v síti TT

Všechny neživé části sítě TT chráněné společně jedním přístrojem musí
být spojeny ochrannými vodiči se zemnicem, který je pro všechny tyto
neživé části společný.

Tím je vyloučen velký potenciální rozdíl mezi různými neživými částmi
elektrických zařízení a ostatními vodivými elementy okolí.



Vyrovnání potenciálu pomocí pospojování vodivých předmětů v rodinném domě

Tabulka: Průřezy vodičů pro vyrovnání celkového potenciálu

průřezy Cu vodičů v mm ²		
přívodní vodiče	hlavní ochranný vodič	vodič pro vyrovnání celkového potenciálu
10	10	6
16	16	10
25	16	10
35	16	10
50	25	16
70	35	25
95	50	25

průřez vodiče pro vyrovnání celkového potenciálu může zůstat na hranici 25 mm²

Doplňková ochrana

Článek 411.3.3 normy ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007 předepisuje:

"Ve střídavé síti musí být doplňková ochrana proudovými chrániči provedená v souladu s článkem 415.1 u

-zásuvek, jejichž jmenovitý proud nepřekračuje 20 A, které jsou užívány laiky (osobami bez elektrotechnické kvalifikace) a jsou určeny pro všeobecné použití;

POZNÁMKA:

Výjimkou mohou být

- zásuvky určené k použití pod dohledem znalé nebo poučené osoby, např. v některých komerčních nebo průmyslových provozech nebo
- zvláštní zásuvky určené pro připojení speciálního zařízení

POZNÁMKA N

Takovými zásuvkami pro speciální druh zařízení mohou být např.

- zásuvky pro zařízení kancelářské a výpočetní techniky nebo pro chladničky, tj. zásuvky pro napájení zařízení, jehož nežádoucí vypnutí by mohlo být příčinou značných škod.
- mobilních zařízení určených pro venkovní použití, jejichž jmenovitý proud nepřesahuje 32 A.

Důvody výjimek pro používání proudových chráničů

Velké únikové proudy některých zařízení, které nelze z objektivních důvodů snížit

- teplotní závislost izolace některých topných zařízení
- filtrační zařízení nelineárních zátěží
- riziko náhodného výpadku proudového chrániče s velkými následnými škodami (výpočetní technika, chladicí zařízení)

Proudové chrániče – přístroje pro základní ochranu před nebezpečným dotykem neživých částí a doplňkovou ochranu před dotykem živých částí

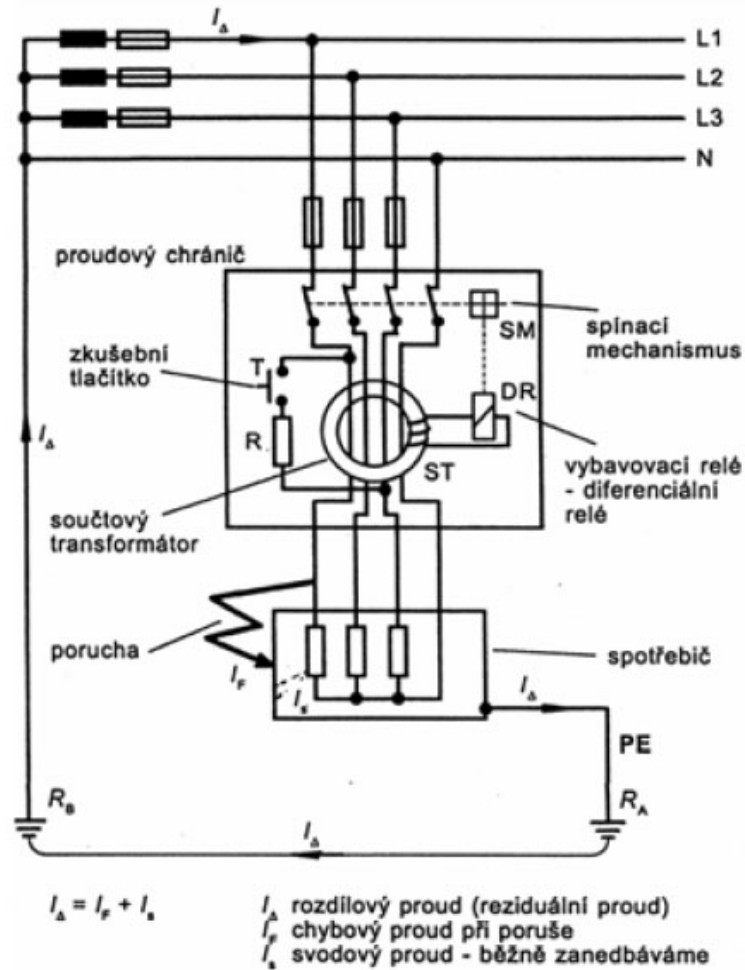
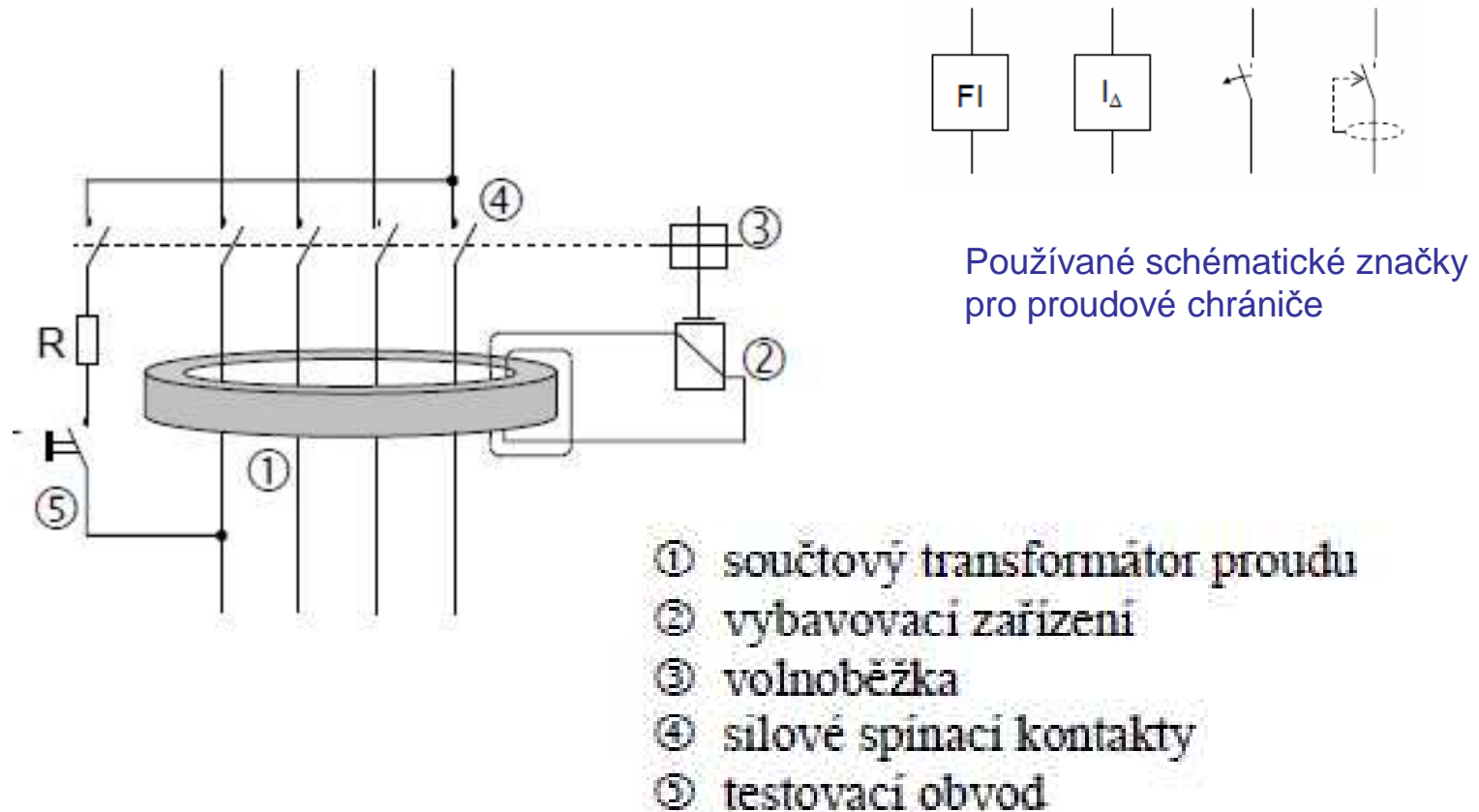
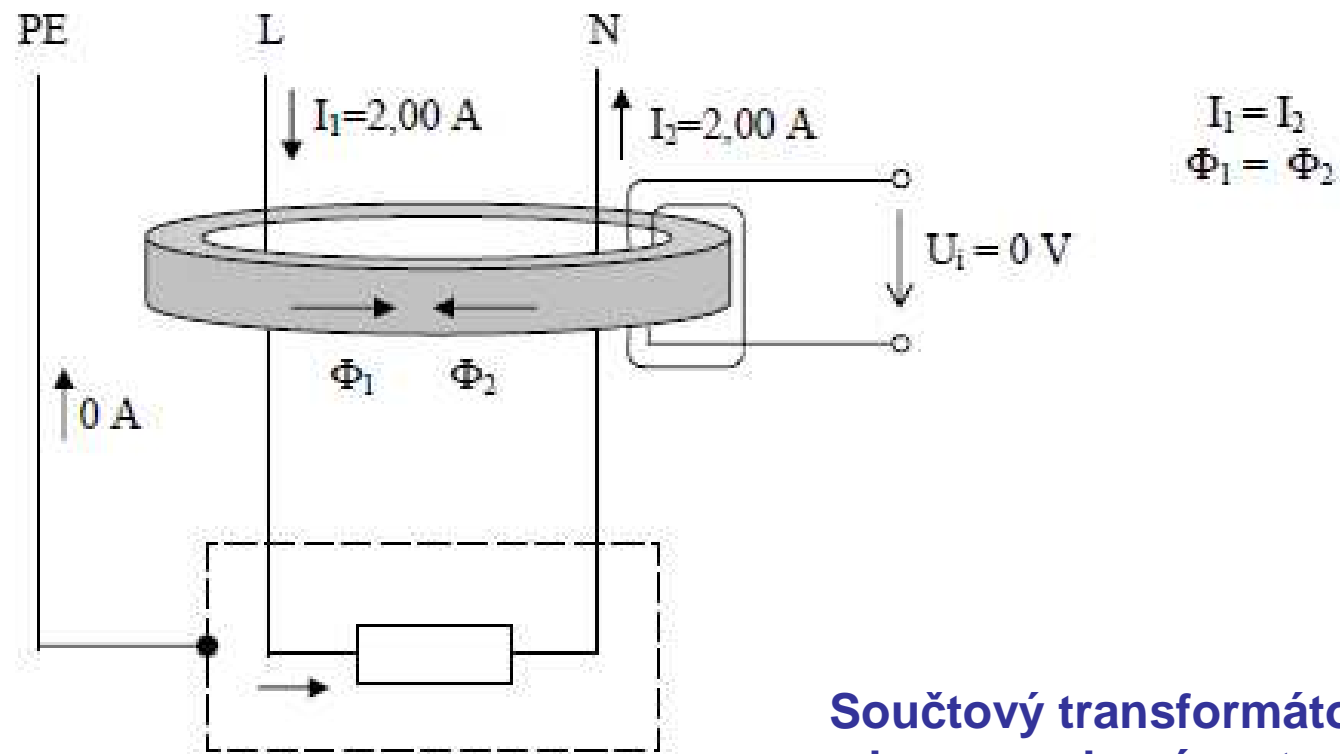


Schéma zapojení proudového chrániče v síti TT a jeho působení při výskytu poruchy

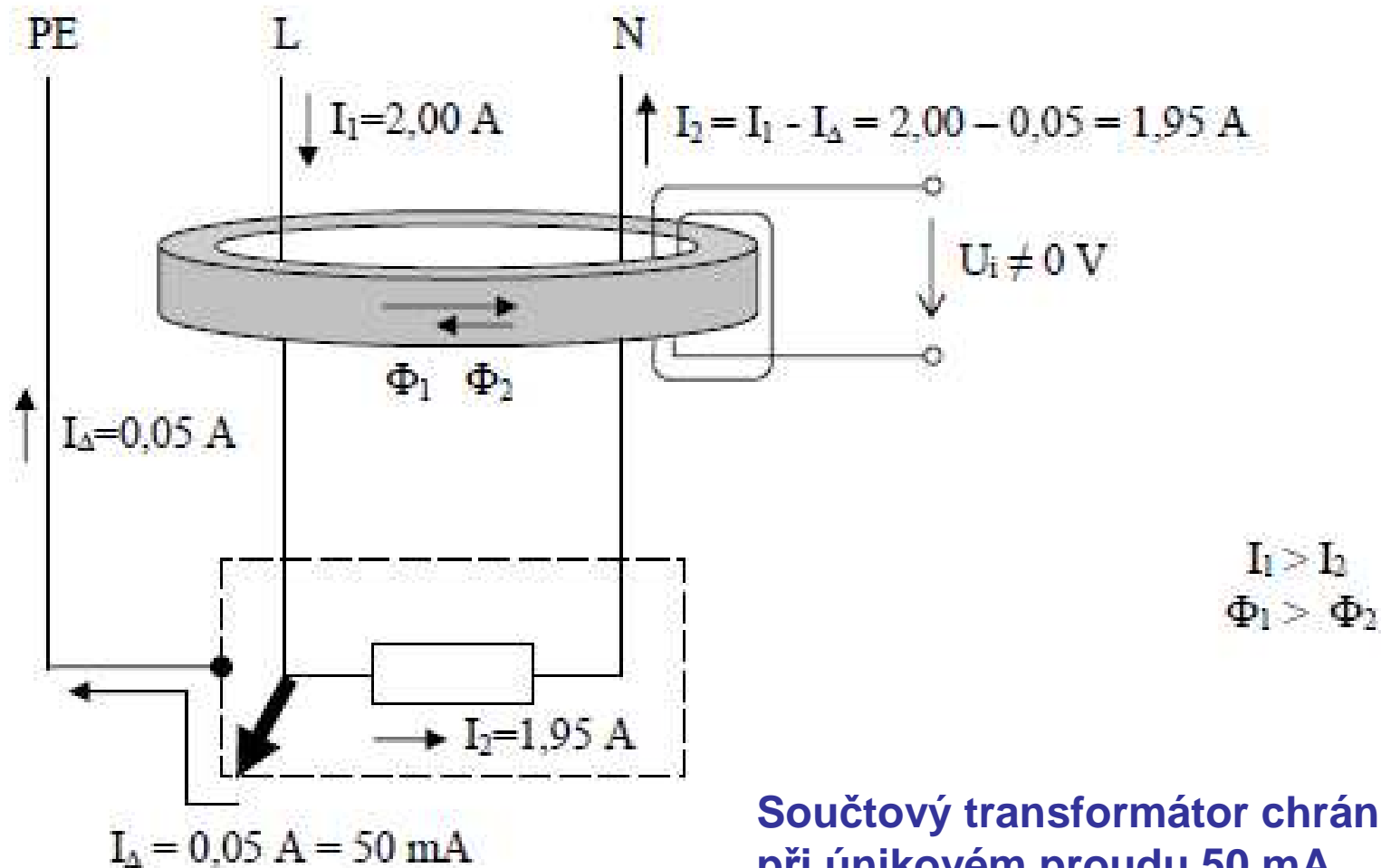


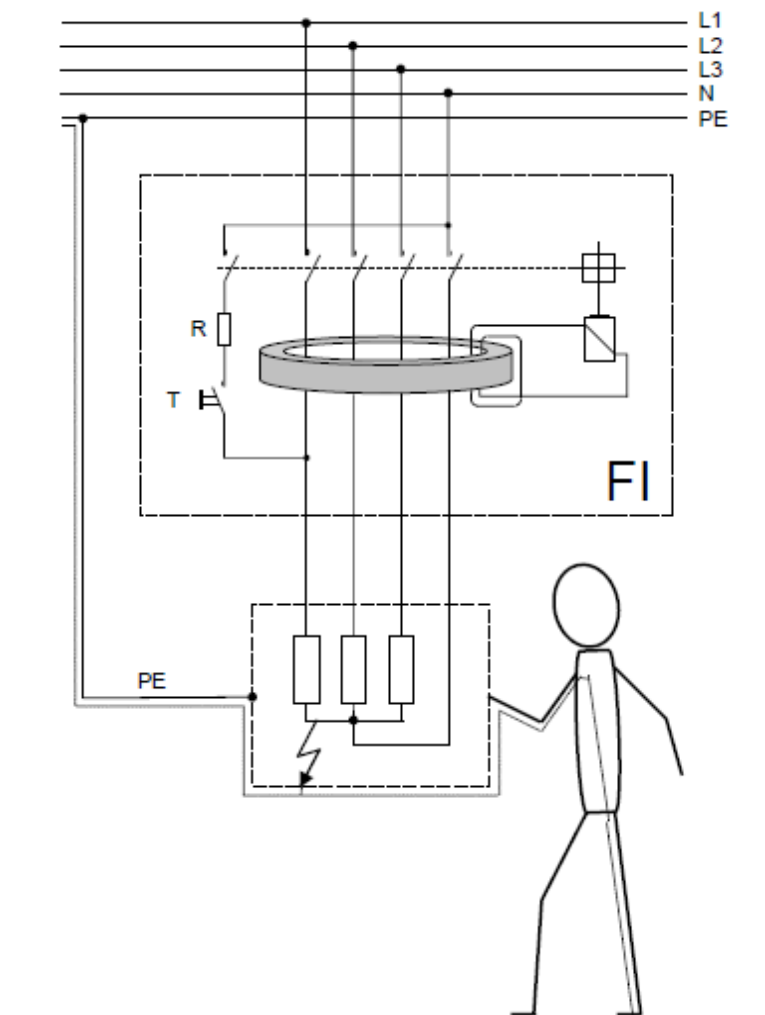
Principiální schéma proudového chrániče





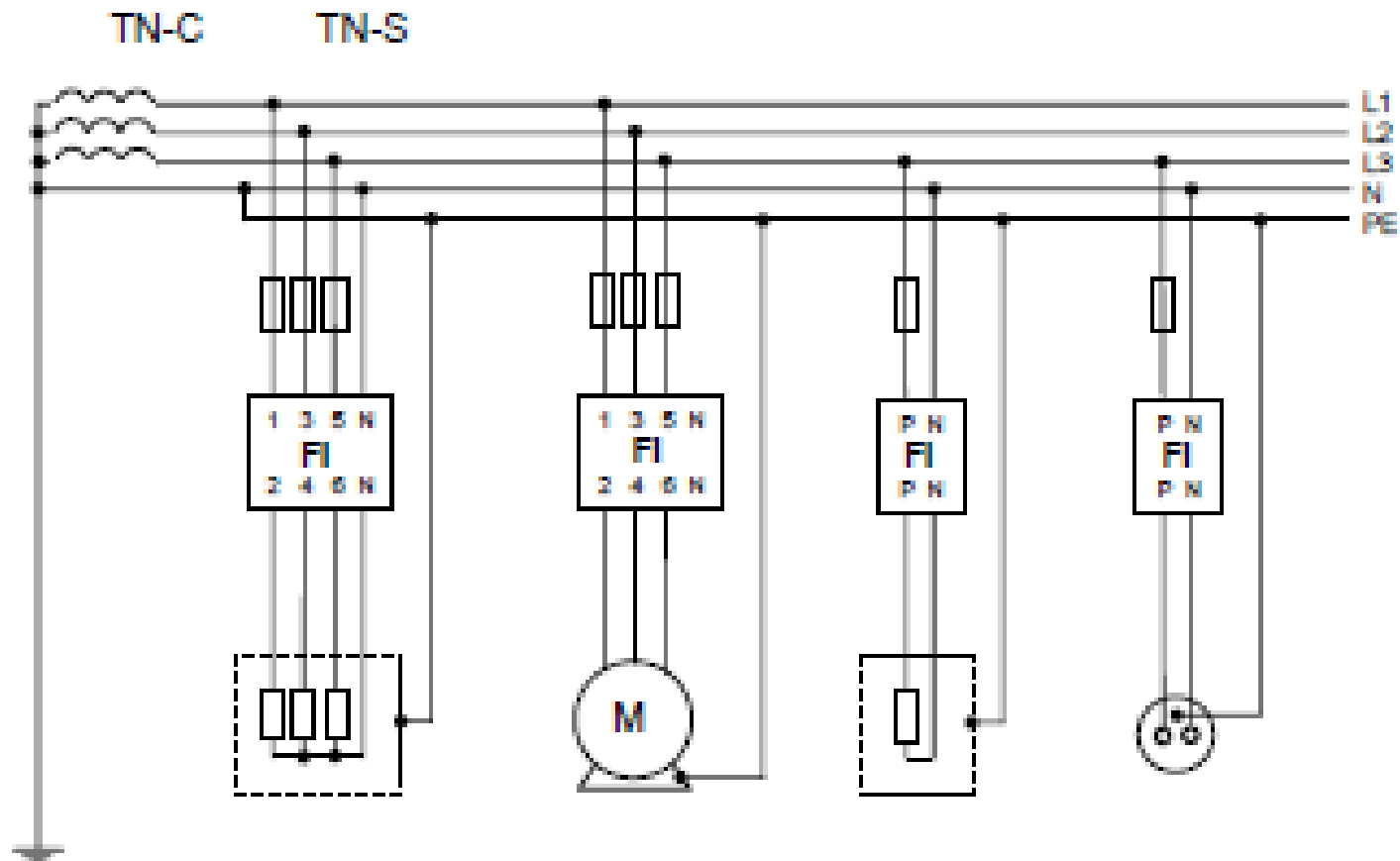
**Součtový transformátor chrániče
v bezporuchovém stavu**



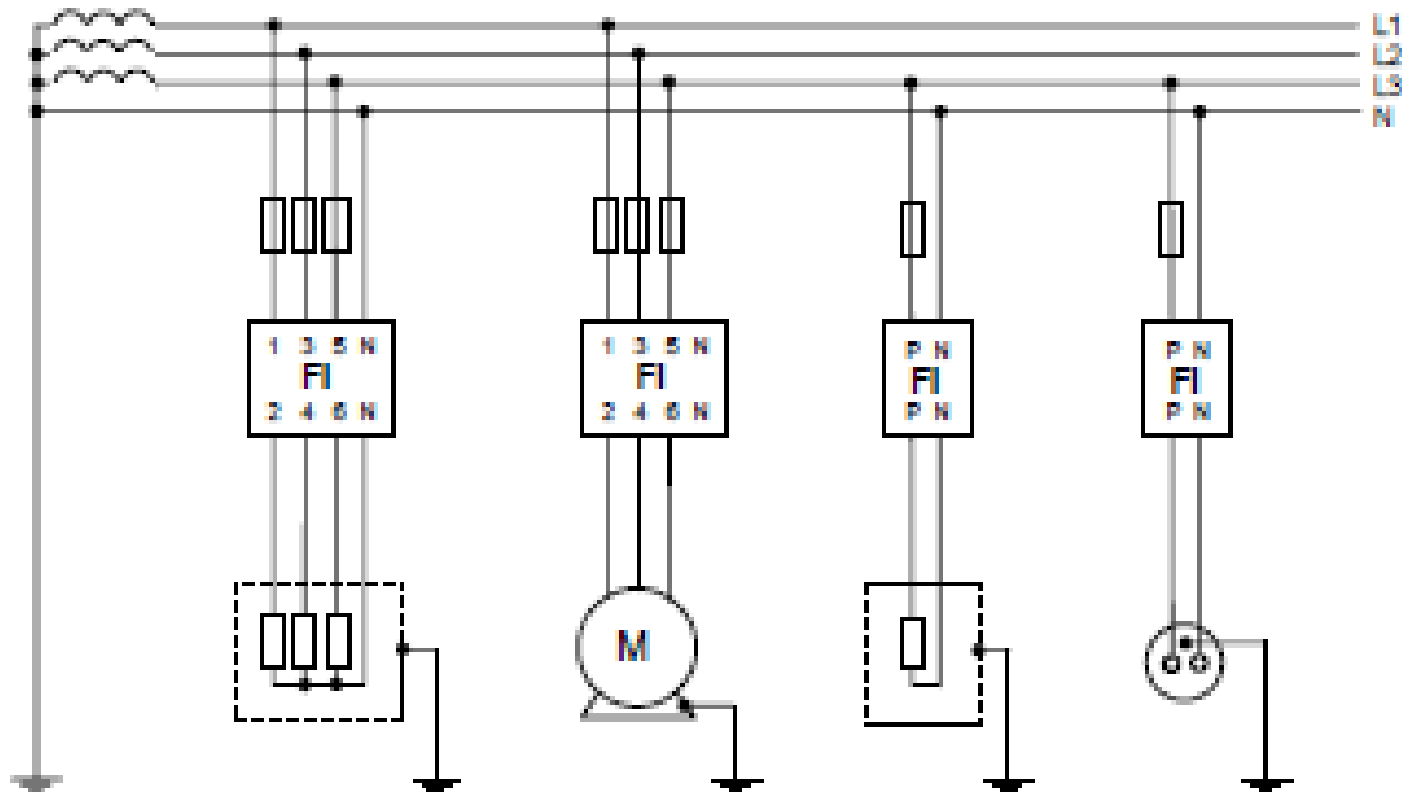


Zapůsobení proudového chrániče v síti TN-S při průrazu pracovního vodiče na neživou část zařízení. Neživá část je spojena s ochranným PE vodičem sítě. Vlivem rychlého odpojení je minimalizováno riziko úrazu elektrickým proudem.

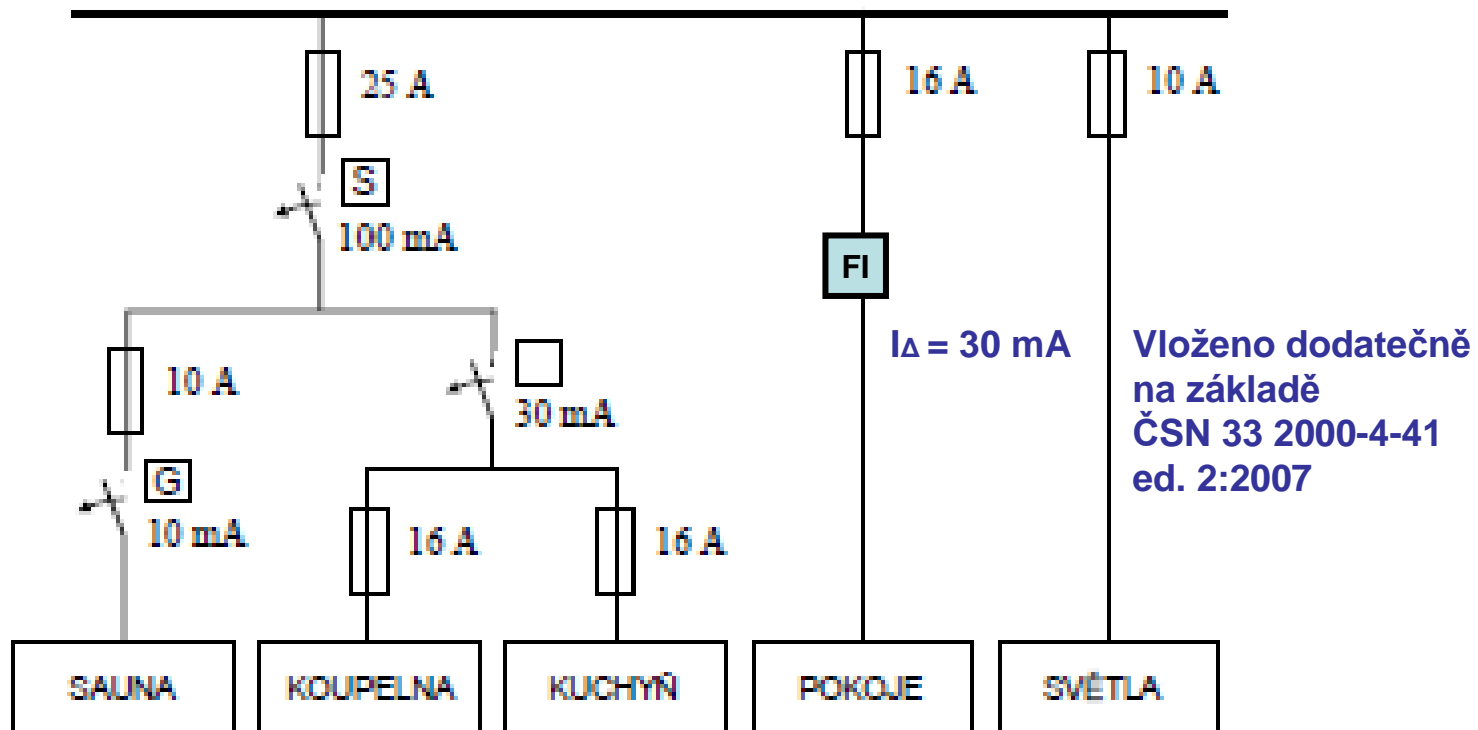
Zapojení proudového chrániče v síti TNC-S



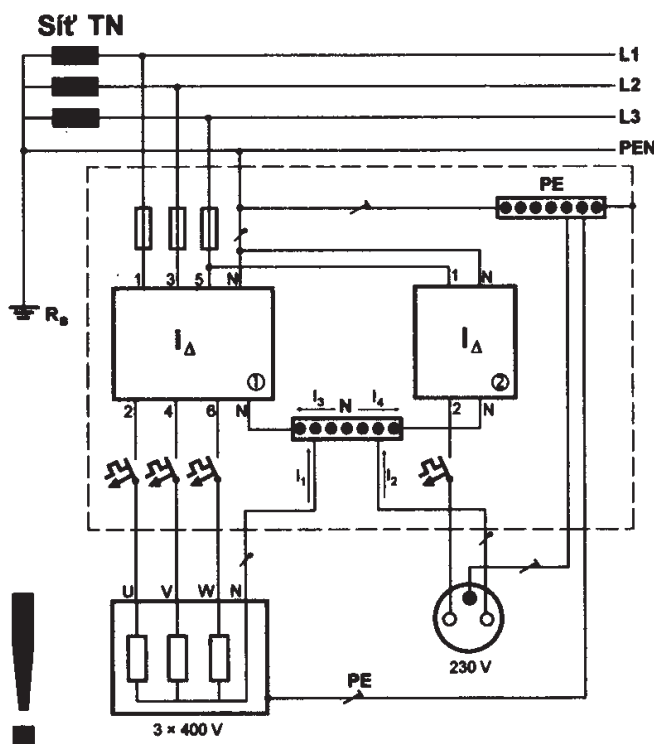
Zapojení proudového chrániče v síti TT



Kaskáda proudových chráničů se selektivním působením

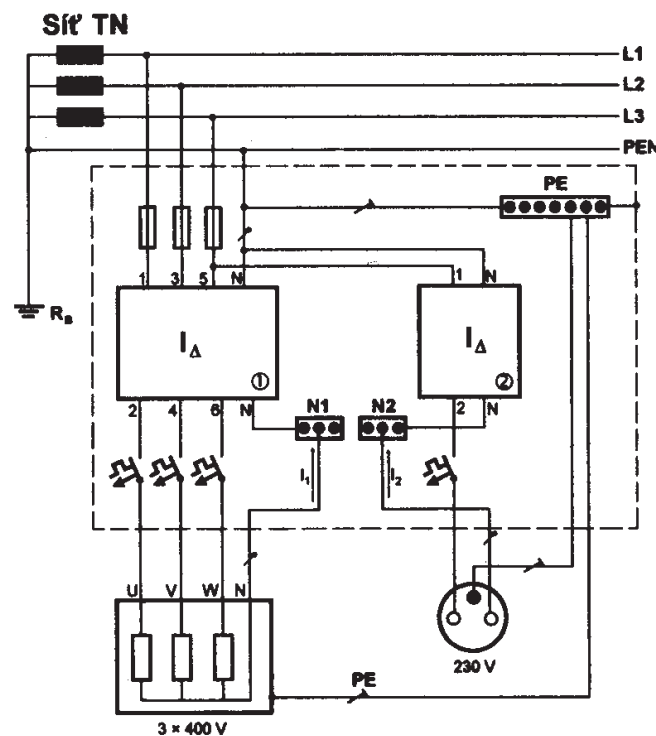


Chyby v zapojení proudových chráničů



a) chybné zapojení - společný můstek N

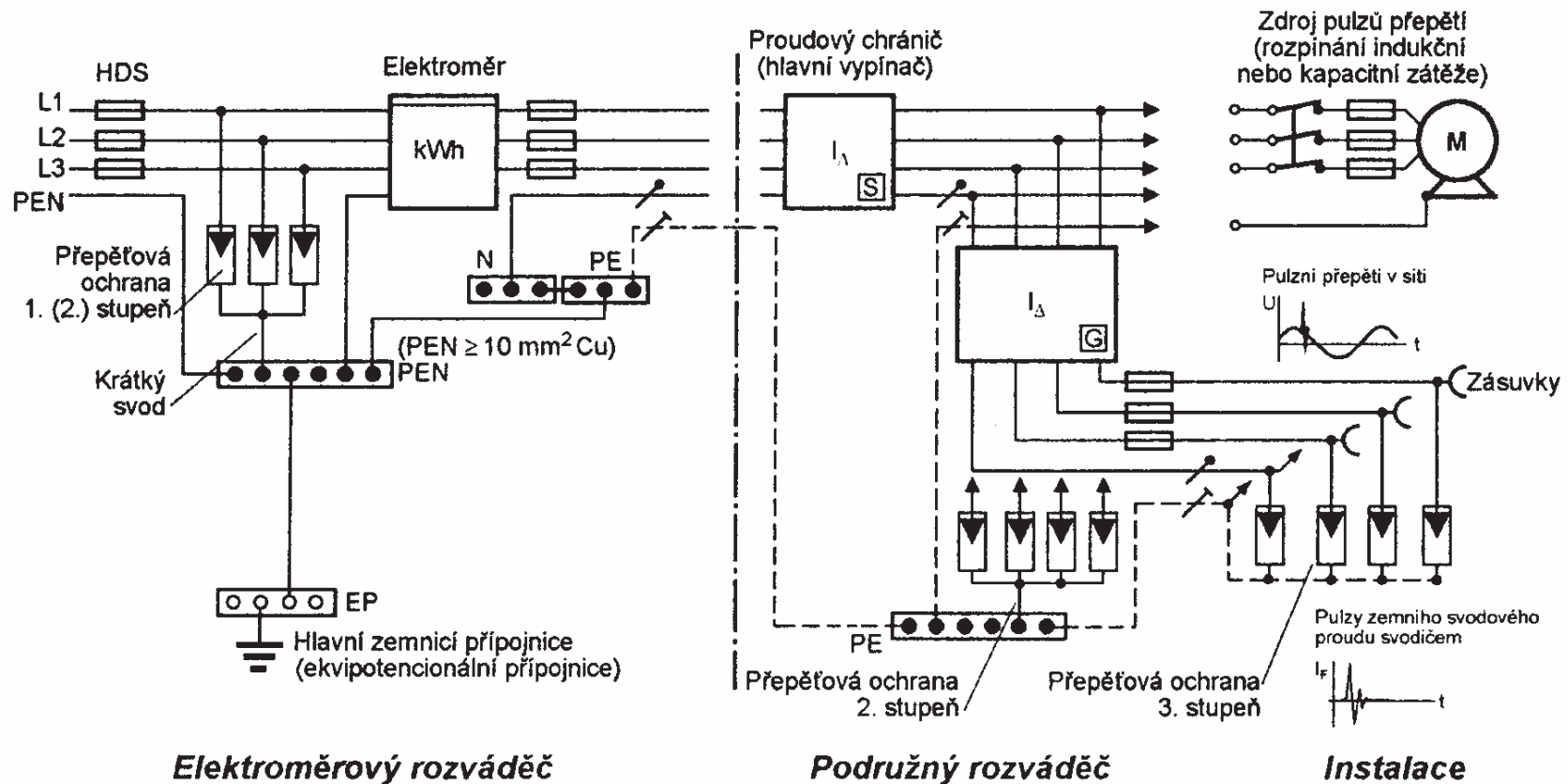
Při nerovnosti proudů I_1 s I_3 a proudů I_2 s I_4 dochází k chybným vypnutím (poměr proudů I_1/I_3 závisí pouze na poměru impedancí středních vodičů).



b) správné zapojení - rozdělení můstku N

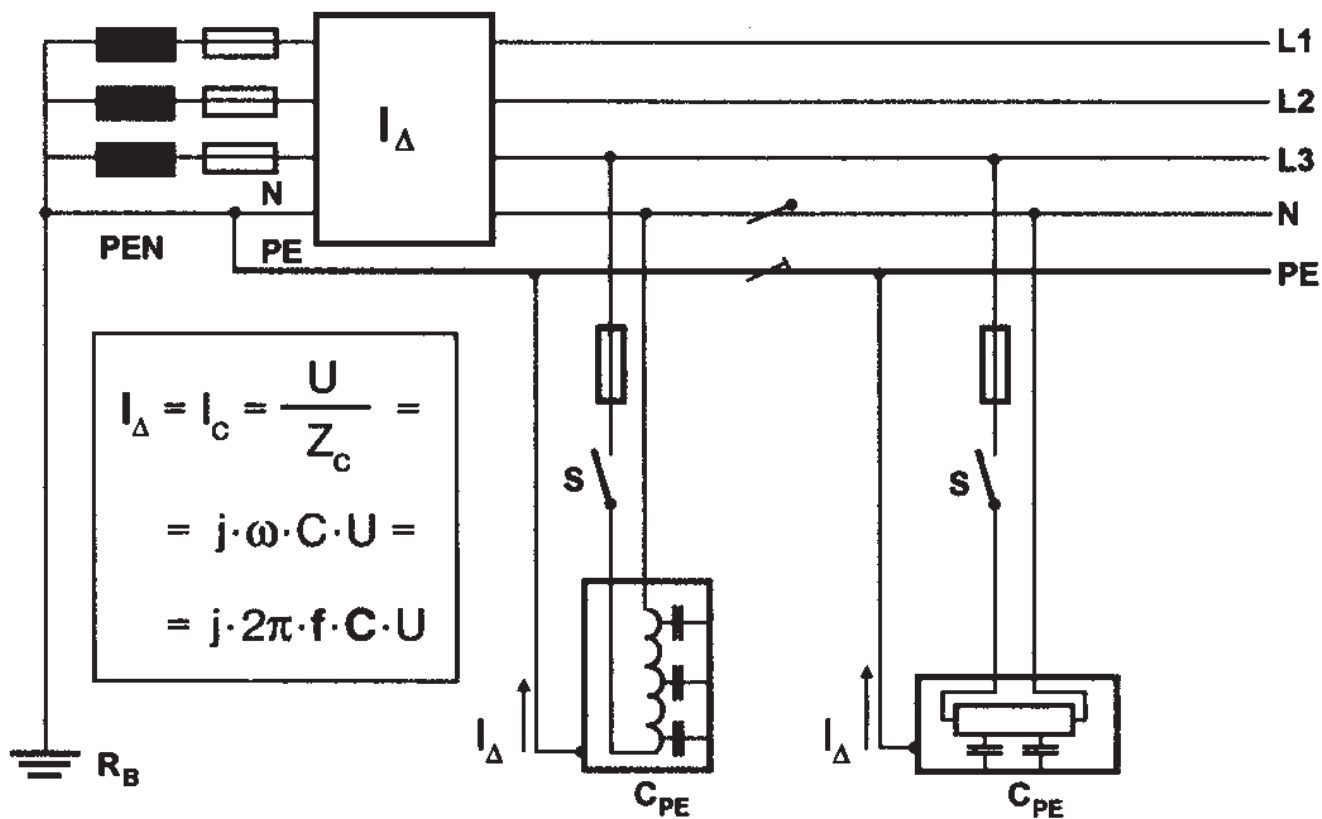
Obecně platí: počet proudových chráničů = počet N můstků.

Proudový chránič v obvodech se svodiči přepětí



*Poznámka: Zapojení svodičů přepětí v neměřené části není některými rozvodnými závody povolováno.

Nežádoucí vypínání proudového chrániče vlivem velkých parazitních kapacit zátěže nebo připojených odrušovacích filtrů



Vznik zemního svodového proudu při spínání spotřebičů s velkou kapacitou C_{PE} proti zemi (PE vodič) – náhradní schéma

Závěr

**Ochrana před úrazem elektrickým proudem
je souborem komplexních opatření s využitím
všech poznatků o možných rizicích**

A 5 M 14 RPI

Min.

