



STŘEDNÍ ŠKOLA, HAVÍŘOV-ŠUMBARK, SÝKOROVA 1/613,
příspěvková organizace

ÚVOD K ELEKTROTECHNICKÝM PŘEDPISŮM A NORMÁM

Ing. Tomáš Kostka

Havířov 2012 - aktualizováno 07/2013

OBSAH

1. ÚČINKY ELEKTRICKÉHO PROUDU NA LIDSKÝ ORGANIZMUS	3
2. PRVNÍ POMOC PŘI ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM	6
3. POŽÁRNÍ OCHRANA, HASICÍ PŘÍSTROJE	7
4. PROUDOVÉ SOUSTAVY A ROZDĚLENÍ NAPĚTÍ PODLE VELIKOSTI	8
5. PROSTORY Z HLEDISKA BEZPEČNOSTI, DOVOLENÉ DOTYKOVÉ NAPĚTÍ	9
6. ZÁKLADNÍ POJMY	10
7. NÁZVOSLOVÍ A ZNAČENÍ VODIČŮ	11
8. BEZPEČNOSTNÍ BARVY A ZNAČKY	12
9. ROZDĚLENÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ	13
10. TŘÍDY OCHRAN ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ	14
11. KRYTÍ - STUPEŇ OCHRANY KRYTEM	15
12. NÁZVOSLOVÍ UZEMNĚNÍ	16
13. NÁZVOSLOVÍ A ZNAČENÍ ELEKTRICKÝCH SÍTÍ	17
14. PŘEHLED OCHRANNÝCH OPATŘENÍ PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM	20
15. PROUDOVÝ CHRÁNIČ	21
POUŽITÁ LITERATURA	28

UPOZORNĚNÍ

Tento učební materiál není citací norem, ale vodítkem pro další studium. Učivo je zjednodušeno, aby sloužilo žákům učebních elektrotechnických oborů a žákům některých studijních oborů středních škol.

1. ÚČINKY ELEKTRICKÉHO PROUDU NA LIDSKÝ ORGANIZMUS

Účinek elektrického proudu na lidský organizmus závisí na:

A) druhu proudu

Obecně platí, že působení střídavého proudu je více nebezpečné než působení stejnosměrného proudu. Oba druhy proudu způsobují rozklad krve i svalové křeče (což vede k neschopnosti okysličování organismu a k zástavě dýchání), avšak střídavý proud určité velikosti navíc způsobuje tzv. fibrilaci srdce, což vede k zástavě srdeční činnosti.

frekvence sítě	= 50 Hz	= 50 s ⁻¹
frekvence srdce	= 70 min ⁻¹	= 1,2 s ⁻¹

Při průchodu střídavého proudu s frekvencí 50 Hz se srdce snaží přizpůsobit frekvenci procházejícího proudu a začíná bít rychlostí 50 tepů za 1 sekundu. Ztrácí schopnost pracovat jako krevní pumpa a dochází pouze k jeho chvění (srdeční fibrilace). Hrozí zastavení srdeční činnosti.

Další důvod, proč člověk snese větší proud stejnosměrný než střídavý, spočívá v tom, že nejnebezpečnější je fáze, kdy proud mění svou polaritu – tkáně jsou nejvíce namáhány.

B) velikosti proudu

Účinek elektrického proudu na lidský organizmus je přímo úměrný velikosti procházejícího proudu.

0,5 až 1 mA	- práh vnímání elektrického proudu, krátkodobě příjemný pocit
1 až 8 mA	- podráždění v nervech – bolest, stoupání krevního tlaku,
6 až 15 mA	- způsobuje tetanickou (nervosvalovou) křeč, mez uvolnění – člověk se již nemůže vlastní vůlí z obvodu vymanit,
25 mA	- tetanická křeč dýchacího svalstva,
60 mA	- chvění srdeční komory (fibrilace), přechodná zástava srdce,
nad 80 mA	- zpravidla trvalá zástava srdce.

Uvedené hodnoty jsou orientační a platí pro střídavý proud a frekvenci 50 Hz a době působení 5 sekund.

Maximální bezpečný stejnosměrný proud	10 mA
Maximální bezpečný střídavý proud (10–100 Hz)	3,5 mA

C) frekvenci proudu

Nebezpečné kmitočty jsou v pásmech 10–100 Hz a dále pak 200–500 Hz.

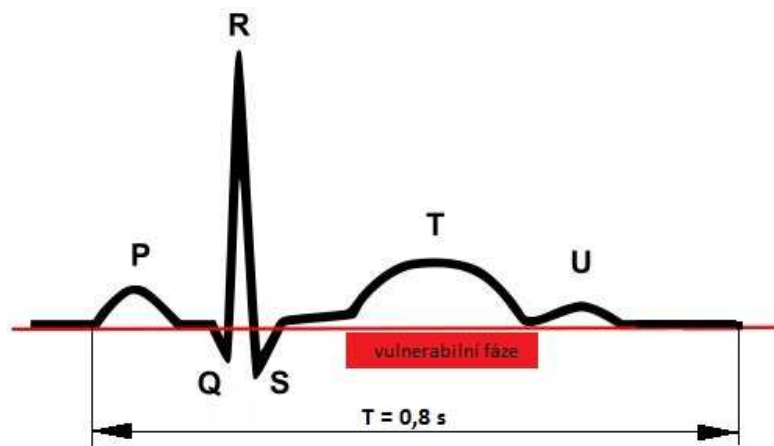
D) dráze proudu

Nejvíce nebezpečné proudovodné dráhy:

- hlava – noha
- hlava – levá ruka
- ruka – ruka
- levá ruka – levá noha

E) době průchodu proudu

Doba průchodu proudu má velký vliv na výsledný účinek proudu na organismus. Čím delší působení proudu, tím vážnější následky. Proud, který protéká srdeční krajinou déle než 0,8 sekundy, zasáhne minimálně jedenkrát tzv. vulnerabilní fázi srdeční činnosti, tzv. T-vlnu v EKG záznamu. Během této fáze srdeční činnosti, která trvá přibližně 0,2 sekundy, je srdce mimořádně náchylné k zástavě.



EKG srdce

F) impedanci lidského těla

Velikost impedance lidského těla je velmi individuální a záleží na řadě činitelů. Je dána především fyziologickým a psychickým stavem organismu. Impedance lidského těla má převážně charakter činného odporu a její hodnota se při dotykovém napětí do 50 V obvykle pohybuje v rozmezí od 1000 Ω do 10 000 Ω . Hlavní podíl na vnitřní impedanci těla mají končetiny, zvláště pak klouby.

Impedanci těla například ovlivňuje:

- vlhkost a teplota kůže,
- místo a plocha, kterou se člověk dotýká,
- množství podkožního tuku,
- psychický stav organismu,
- velikost dotykového napětí.

Průměrná hodnota impedance lidského těla byla stanovena na 2000 Ω .

G) velikosti dotykového napětí

Kůži (pokožku) si můžeme představit jako nedokonalý izolační obal lidského těla, protože má asi dvacetkrát menší vodivost než sliznice a měkké vnitřní orgány lidského těla. Při střídavém napětí do 60 V je impedance kůže velká, při zvyšujícím se napětí impedance značně klesá. Přibližně při střídavém napětí 200 V dochází k průrazu kožní vrstvy. Tato skutečnost má podstatný vliv na stanovení meze bezpečného napětí.

Shrnutí:

Z výše uvedeného vyplývají důležité hodnoty pro bezpečnost člověka před úrazem elektrickým proudem. Hodnoty lze však vzhledem k výše uvedenému brát pouze orientačně.

Stanovená impedance lidského těla	2000 Ω
Maximální bezpečný stejnosměrný proud	do 10 mA
Maximální bezpečný střídavý proud (10–100 Hz)	do 3,5 mA
Bezpečné dotykové stejnosměrné napětí	do 120 V
Bezpečné dotykové střídavé napětí	do 50 V
Maximální doba průtoku proudu tělem	do 0,8 s ideálně do 0,2 s
Maximální nashromážděný náboj (pro dotyk)	50 μC

2. PRVNÍ POMOC PŘI ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM

Při úrazu elektrickým proudem je doporučen následující postup:

1. Zachovejte klid, zhodnoťte situaci.

2. Technická první pomoc

Vypněte elektrický proud/odstraňte vhodným předmětem vodič z těla.

3. Přivolejte záchranku ☎ 155, vyšlete někoho čekat na záchranáře.

4. Poskytněte první pomoc

A. pokud je postižený při vědomí (vnímá, reaguje)

- posadíme jej do polohy vpolosedě
- postiženého trvale sledujeme, komunikujeme s ním

B. pokud je postižený v bezvědomí (nevnímá, nereaguje)

- položíme jej do polohy na zádech s mírně zakloněnou hlavou
- ověříme, zda přece jen nereaguje (poplácáním po tváři, oslovením)
- ověříme, zda dýchá

Pokud **dýchá** zřetelně a jasně (jako když spí), ponecháme jej v poloze na zádech a trvale sledujeme stav dýchání. Neotáčíme jej do stabilizované polohy – ztratili bychom přehled o stavu dýchání a nevšimli bychom si, pokud dojde k jeho zástavě!

Pokud **nedýchá** (nebo dýchá „divně“ – ojedinělé nádechy v nápadně dlouhých intervalech, lapavé nádechy, chrčení, pohyby úst připomínající „kapra na suchu“) zahájíme neodkladnou resuscitaci:

1. Položte postiženého na záda na rovnou podložku, zkontrolujte záklon
2. Rukama propnutýma v loktech mačkejte jeho hrudní kost do hloubky 4–5 cm (u dospělého) frekvencí asi 100× za minutu.
3. Pokračujte až do příjezdu záchranné služby nebo do chvíle, než začne postižený reagovat (mrkat, mluvit, hýbat rukama apod.)

Na rozdíl od dříve používaných postupů se v současnosti v případě bezdeší předpokládá i zástava srdeční činnosti. Dýchání z plic do plic nemá zpravidla u postiženého úrazem el. proudem zásadní význam. Nejobvyklejší příčinou bezvědomí je porucha srdečního rytmu. Nemocný do poslední chvíle dýchal, takže má v těle zásoby kyslíku nejméně na 6–10 minut. Navíc v mnoha případech během resuscitace pokračují lapavé nádechy. Ty nejsou známkou probouzení, ale naopak, potvrzují, že jde o zástavu oběhu. Pokračujte ve stlačování hrudníku, i když vidíte tyto nádechy. Ve výjimečných případech, kdy vlivem výboje dojde k poruše funkce bránice, dojde zpravidla dříve nebo později k obnovení spontánního dýchání díky zapojení dalších dýchacích svalů.

5. Informujte svého nadřízeného

3. POŽÁRNÍ OCHRANA, HASICÍ PŘÍSTROJE

Vodní hasicí přístroj

náplň: voda + mrazuvzdorná přísada

vhodné: pro hašení požáru pevných látek např. dřevo, papír, seno, uhlí, textilie, guma apod.

nevhodné: pro hašení hořlavých kapalin nemísících se s vodou jako benzín, motorová nafta, minerální oleje, dále nevhodný k hašení hořlavých plynů

nesmí být použity: k hašení elektrických zařízení pod napětím a v jejich blízkosti, lehkých a hořlavých alkalických kovů, karbidu vápníku apod.

Pěnový hasicí přístroj

náplň: hasební pěna (obsahuje také vodu), pěna brání přístupu kyslíku

vhodné: pro hašení pevných látek a hořlavých kapalin nemísících se s vodou, jako benzín, motorová nafta, minerální oleje, tuky apod.

nevhodné: pro hašení hořlavých kapalin mísících se s vodou a dále hořlavých kapalin jako petoleter, ditileter, monochloretan a také nevhodný k hašení hořlavých plynů

nesmí být použity: k hašení elektrických zařízení pod napětím a v jejich blízkosti, lehkých hořlavých a alkalických kovů, karbidu vápníku apod.

Práškový hasicí přístroj

náplň: přístroj obsahuje 1 kg hasicího prášku – lepkavé granule; přístroj je pod stálým tlakem; výtlačným plynem je dusík

vhodné: pro hašení požárů hořlavých kapalin, plynů, plastů a elektrických zařízení pod napětím do 110 kV

nevhodné: k hašení požárů pevných hořlavín typu dřeva, uhlí, textilií a k hašení jemné mechaniky a elektroniky.

Sněhový hasicí přístroj

náplň: přístroj obsahuje 2–5 kg zkapalněného oxidu uhličitého (CO₂); přístroj je pod stálým tlakem

vhodné: k hašení elektrických zařízení pod napětím, hořlavých kapalin, plynů, potravin a k využití pro laboratoře, jemnou mechaniku a elektronická zařízení.

nevhodné: pro požáry tuhých hořlavín typu dřeva, textilií, uhlí na otevřených prostranstvích s velkou výměnou vzduchu.

pozor: sníh oxidu uhličitého dosahuje teploty –76 °C a při potřísnění pokožky je nebezpečí omrzlin.

V současné době se v domácnosti a v automobilech používají tzv. **hasicí spreje** s náplní Pyrocom s vysokou hasební účinností a s možností hasit i zařízení pod napětím 230/400 V. Výhodou jsou nižší pořizovací náklady, jeho malé rozměry a není nutné ho periodicky kontrolovat.

4. PROUDOVÉ SOUSTAVY A ROZDĚLENÍ NAPĚTÍ PODLE VELIKOSTI

V elektrotechnice rozlišujeme tyto proudové soustavy:

- soustava stejnosměrného proudu
- soustava střídavého proudu
 - jednofázová
 - třífázová

V třífázové soustavě rozlišujeme

fázové napětí – U_F ; napětí mezi fázovým a středním pracovním vodičem (zemí)

sdrúžené napětí – U_S ; napětí mezi fázovými vodiči

$$U_F = \frac{U_S}{\sqrt{3}} \quad (\text{V})$$

Rozdělení napětí podle velikosti a označení rozvodného zařízení

označení napětí označení zařízení	název	jmenovité napětí	
		fázové	sdrúžené
mn	malé napětí	do 50 V	do 50 V
nn	nízke napětí	50 až 600 V	50 až 1000 V
vn	vysoké napětí	0,6 až 30 kV	1 až 52 kV
vvn	velmi vysoké napětí	30 až 171 kV	52 až 300 kV
zvn	zvlášť vysoké napětí	---	300 až 800 kV
uvn	ultra vysoké napětí	---	nad 800 kV

5. PROSTORY Z HLEDISKA BEZPEČNOSTI, DOVOLENÉ DOTYKOVÉ NAPĚTÍ

Z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem definuje norma tzv. prostory. Definované prostory jsou *normální*, *nebezpečné* a *zvlášť nebezpečné*.

Normální prostory jsou takové, v nichž je používání elektrických zařízení považováno za bezpečné, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšenému nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Nebezpečné prostory jsou takové, kde působením vnějších vlivů vzniká stálé nebo přechodné nebezpečí úrazu elektrickým proudem (např. prostory horké a vlhké).

Zvlášť nebezpečné prostory jsou takové, kde působením zvláštních okolností a vnějších vlivů hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem (např. prostory mokré, zvláště se slanou vodou).

Dotykové napětí je napětí mezi vodivými částmi, kterých se osoba nebo zvíře dotýká současně.

Meze bezpečných malých krátkodobě působících napětí

v prostorech	dotykové napětí	
	střídavé	stejnoseměrné
normálních i nebezpečných	50 V	120 V
zvlášť nebezpečných	12 V	25 V

Výše uvedená tabulka má informativní charakter, protože řada technických norem stanovuje odlišné (přísnější) meze napětí, kterých je možno se dotýkat.

Z uvedeného tedy vyplývá jediná významná mezní hodnota pro střídavá dotyková napětí neživých částí a normální prostory – 50 V. Z hlediska úrazu elektrickým proudem je samozřejmě rozhodující velikost proudu a jeho trvání.

6. ZÁKLADNÍ POJMY

ČSN 33 0010

Elektrický spotřebič – elektrický předmět, ve kterém se elektrická energie mění na jiný druh energie (světelnou, tepelnou, mechanickou, akustickou, ...)

Elektrické zařízení – je zařízení, které ke své činnosti využívá elektrický proud. Skládá se z elektrických obvodů, elektrické instalace a elektrických předmětů.

Bezpečnost elektrických zařízení – je souhrn takových opatření, aby elektrické zařízení nezpůsobilo škody na zdraví nebo na majetku

Živá část – část elektrického zařízení určená k vedení elektrického proudu.

Např. vodič, kontakty (dle dohody však mezi živé části nepatří vodič PEN a PE).

Neživá část – vodivá část elektrického zařízení, které se lze dotknout. Není určena k vedení elektrického proudu, ale v případě poruchy se na neživé části může objevit napětí.

Např. vodivý kryt pračky, ledničky, kryt rozvaděče, atd.

Cizí vodivá část – vodivá konstrukční část stavby, která není součástí instalace a která může přivést potenciál země.

Např. dveřní zárubeň, kovové potrubí, apod.

Pracovní vodič – vodič v elektrické síti, který slouží k přenosu elektrické energie (L, N).

Střední vodič – vodič připojený na uzel zdroje; slouží k přenosu elektrické energie, je tedy vodičem pracovním (N).





Ochranný vodič – neslouží k přenosu elektrické energie, jeho funkce je čistě ochranná (PE).

Zemnič – vodivé těleso (např. kovová deska) zajišťující vodivé elektrické spojení se zemí.


7. NÁZVOSLOVÍ A ZNAČENÍ VODIČŮ

ČSN EN 60445 ed. 4., ČSN EN 60446, ČSN 330165






A. Stejnoseměrná soustava

<i>název vodiče</i>	<i>označení</i>	<i>barva izolace vodiče</i>	
kladný pól	L+	tmavě červená	
záporný pól	L-	tmavě modrá	
střední vodič	M	světle modrá	
ochranný vodič	PE	zelenožlutá	

B. Střídavá soustava jednofázová

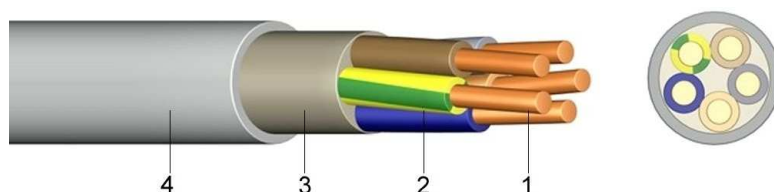
fázový vodič	L	hnědá	
nulový (střední) vodič	N	světle modrá	
ochranný vodič	PE	zelenožlutá	

C. Střídavá soustava třífázová

fázové vodiče	L1	černá	
	L2	hnědá	
	L3	šedá	
nulový (střední) vodič	N	světle modrá	
ochranný vodič	PE	zelenožlutá	

Pokud je funkce středního pracovního vodiče N a ochranného vodiče PE sloučena, je barva izolace vodiče PEN v síti TN-S zelenožlutá s modrými návleky na začátku a na konci vodiče. V síti TN-C nemusí být modré návleky. Svorky fázových vodičů označujeme písmeny U, V, W. Lze se setkat také s označením A, B, C nebo R, S, T.

Kabel CYKY J



1 – jádro vodiče; 2 – základní izolace; 3 – přídatná izolace; 4 – ochranný plášť

8. BEZPEČNOSTNÍ BARVY A ZNAČKY

ČSN EN 60073



červená – nebezpečí, zastavit-stop, zákaz, přerušit práci



žlutá – výstraha, riziko, nebezpečí, buď opatrný, připrav se



zelená – bezpečí, start, úniková cesta, pokračuj v činnosti



modrá – příkaz

Například:



9. ROZDĚLENÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Norma ČSN 33 0010 dělí elektrická zařízení podle účelu, nebezpečí úrazu a podle druhu.

Podle *účelu* se elektrická zařízení dělí na:

- **silová, výkonová** – slouží k výrobě, přeměně, přenosu a rozvodu elektrické energie (např. generátor, transformátor, vedení apod.),
- **sdělovací** – slouží k přenosu, zpracování, záznamu a reprodukci informací v jakékoliv formě (např. zařízení informační techniky, mikrofon, zesilovač, reproduktor apod.),
- **řídící** – slouží k ovládní, měření, řízení, ochraně, sledování a kontrole ostatních elektrických a neelektrických zařízení (např. potenciometr, ampérmetr, jistič, osciloskop apod.),
- **zvláštní a pomocná** – slouží zvláštním účelům (např. zdravotnické přístroje, přístroje pro armádu a výzkum).

Podle *nebezpečí úrazu* elektrickým proudem se elektrická zařízení dělí na:

- **silnoprúdá** – vznikají proudy nebezpečné člověku (např. motor),
- **slaboprúdá** – používají malé proudy (např. mobilní telefon).

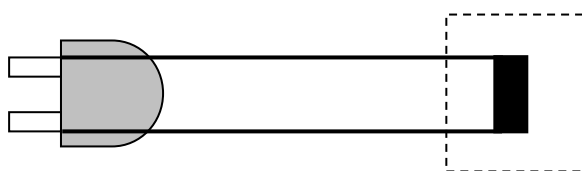
Podle *druhu* se elektrická zařízení dělí na:

- **stejnoseměrná (DC),**
- **střídavá (AC)**
 - a) jednofázová, třífázová
 - b) nízkofrekvenční (nf), středofrekvenční (sf), vysokofrekvenční (vf)
 - c) zařízení do 1000 V (mn, nn), zařízení nad 1000 V (vn, vvn, zvn).

10. TŘÍDY OCHRAN ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ

Pojem *třída ochrany* se vztahuje na ochranu neživých částí elektrických předmětů. Rozlišujeme čtyři třídy 0, I, II a III. Třídy ochrany před úrazem elektrickým proudem u spotřebičů s pohyblivým příívodem znázorňují obrázky.

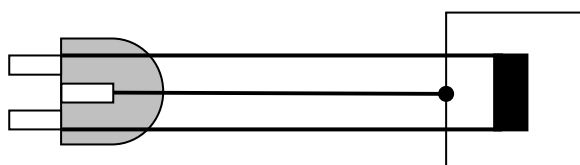
Třída 0



- v ČR a EU není povolena
- ochrana neživých částí nezajištěna (pouze nevodivým okolím)



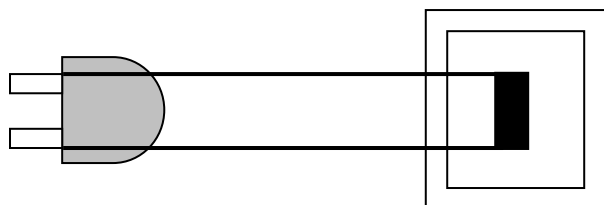
Třída I



- neživá část (vodivý kryt) je připojena na ochranný vodič
- např.: lednice, mikrovlnná trouba, pračka, myčka, žehlička, apod.



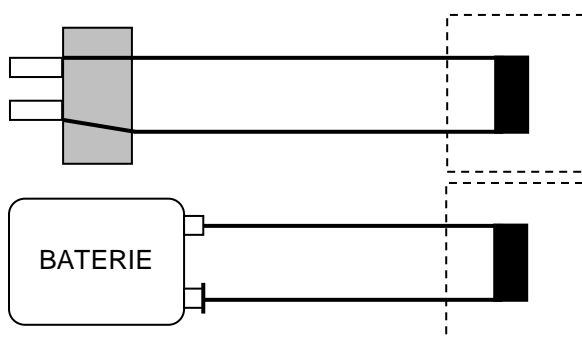
Třída II



- zesílená izolace, nevodivý kryt (plast, porcelán, dřevo)
- např.: fén, mixér, šlehač, nabíječka mobilního telefonu, apod.



Třída III



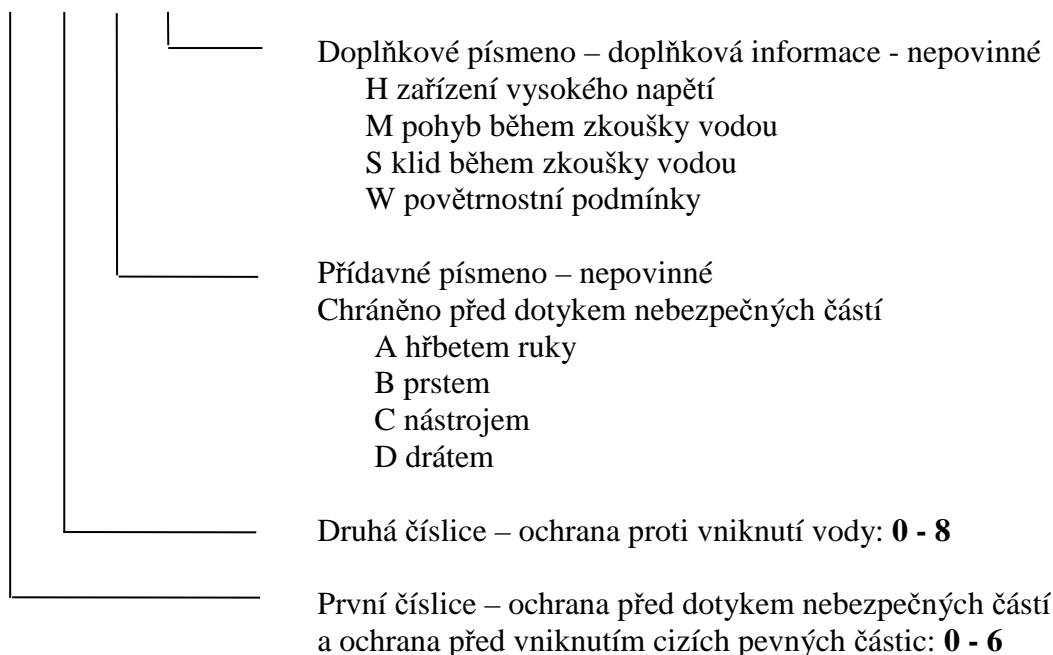
- ochrana malým napětím, spotřebič je napájen z obvodů SELV a PELV nebo z baterie
- zásuvka a zástrčka je nazaměnitelná s zásuvkou a zástrčkou pro 230 V
- např. mobilní telefon, hodinky, hračky, fotoaparát, lékařské přístroje

11. KRYTÍ - STUPEŇ OCHRANY KRYTEM

ČSN EN 60529

Krytí je konstrukční opatření, které je součástí elektrického předmětu. Poskytuje ochranu před dotykem s živými a pohybujícími se částmi a dosahuje se jím ochrana před poškozením vniknutím cizích předmětů, prachu, vody, plynů apod. Stupeň ochrany se udává pomocí IP kódu (International Protection):

I P 2 3 C H



Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích pevných těles		Stupeň ochrany před vniknutím vody	
0	nechráněno	0	nechráněno
1	před vniknutím pevných cizích těles o průměru 50 mm a větších a před dotykem hřbetem ruky	1	svisle kapající voda
2	před vniknutím pevných cizích těles o průměru 12,5 mm a větších a před dotykem prstem	2	kapající voda ve sklonu 15°
3	před vniknutím pevných cizích těles o průměru 2,5 mm a větších a před dotykem nástrojem	3	kropení, déšť
4	před vniknutím pevných cizích těles o průměru 1 mm a větších a před dotykem drátem	4	stříkající voda
5	před prachem a před dotykem drátem	5	tryskající voda
6	prachotěsnost	6	intenzivně tryskající voda
		7	dočasné ponoření
		8	vodotěsnost

12. NÁZVOSLOVÍ UZEMNĚNÍ

Častou součástí elektrických zařízení je uzemnění, které je významné nejen pro bezpečnost před úrazem, ale často i pro vlastní funkci zařízení.

země – část zemského tělesa, která je využita pro uzemňování; je to označení jak pro místo, tak pro látku, která zemi tvoří

uzemnění – vodivé spojení živých nebo neživých částí se zemí

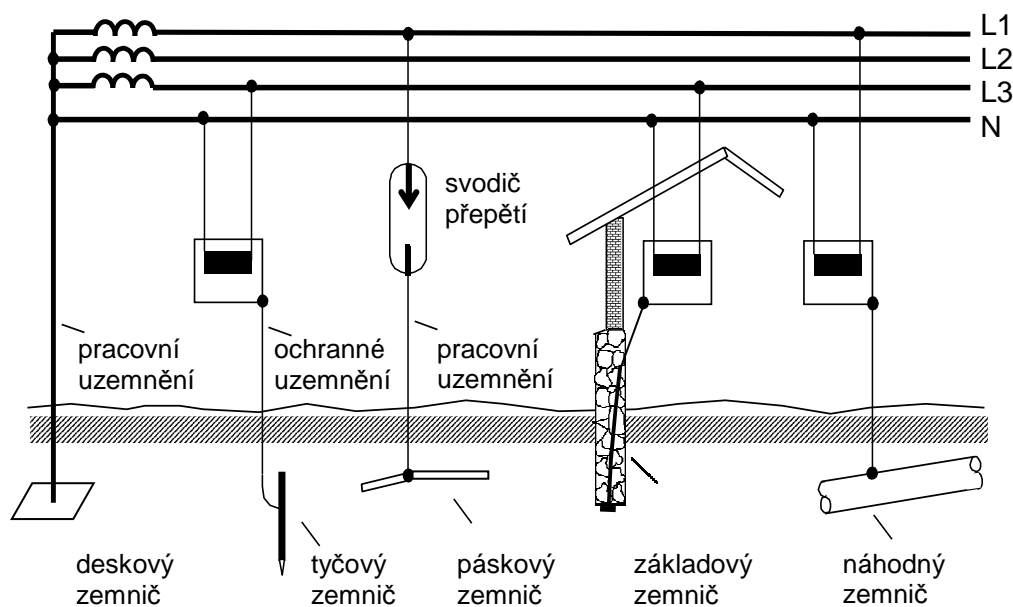
ochranné uzemnění – přímé spojení neživých částí elektrického zařízení se zemí, za účelem ochrany před nebezpečným dotykem

pracovní uzemnění – přímé uzemnění některé části proudového obvodu (např. uzlu zdroje, středního vodiče) nebo nepřímé uzemnění přes svodiče přepětí;

zemnič – vodivé těleso uložené do země tak, aby vytvořilo vodivé spojení se zemí

zemnič strojený – záměrně zřízený zemnič

zemnič náhodný – vodivé předměty, vybudované sice k jinému účelu, avšak v zemi trvale uložené, které lze využít jako zemnič



druhy uzemnění a zemničů

13. NÁZVOSLOVÍ A ZNAČENÍ ELEKTRICKÝCH SÍTÍ

ČSN 33 2000-3

Označení rozvodných sítí je mezinárodně stanoveno a je dvoupísmenové, např. TN, TT a IT. Síť TN má trojí provedení: TN-S, TN-C, TN-C-S. Nejpoužívanější sítí je síť TN-C-S.

Označení sítě:

XX - X

3. písmeno: určuje uspořádání středního pracovního a ochranného vodiče

S: PE a N jsou odděleny (S = séparé; oddělený)

C: jsou spojeny do jednoho vodiče PEN (C = combiné; kombinovaný)

2. písmeno: určuje způsob ochrany neživé části elektrických zařízení

T: neživá část je přímo uzemněna (T = terré; země)

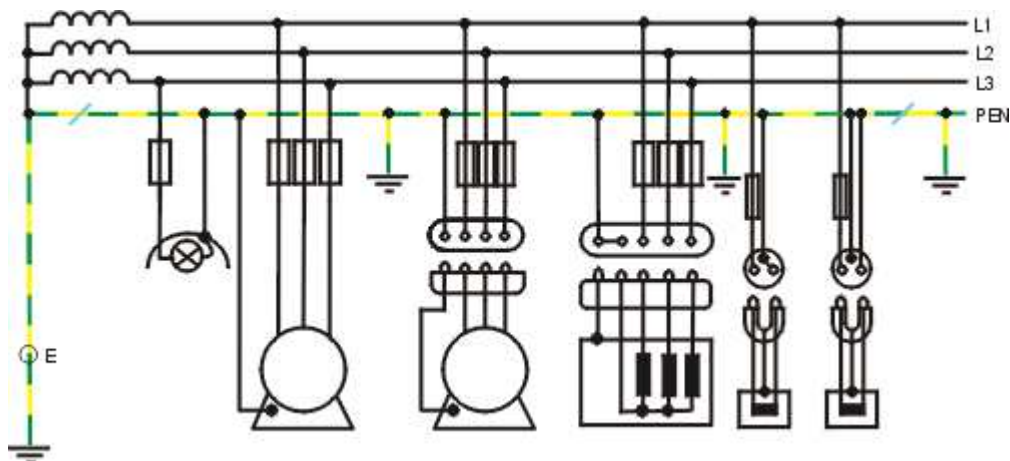
N: neživá část je připojena na ochranný vodič sítě (N = neutré; neutrální)

1. písmeno: určuje způsob provozování uzlu transformátoru

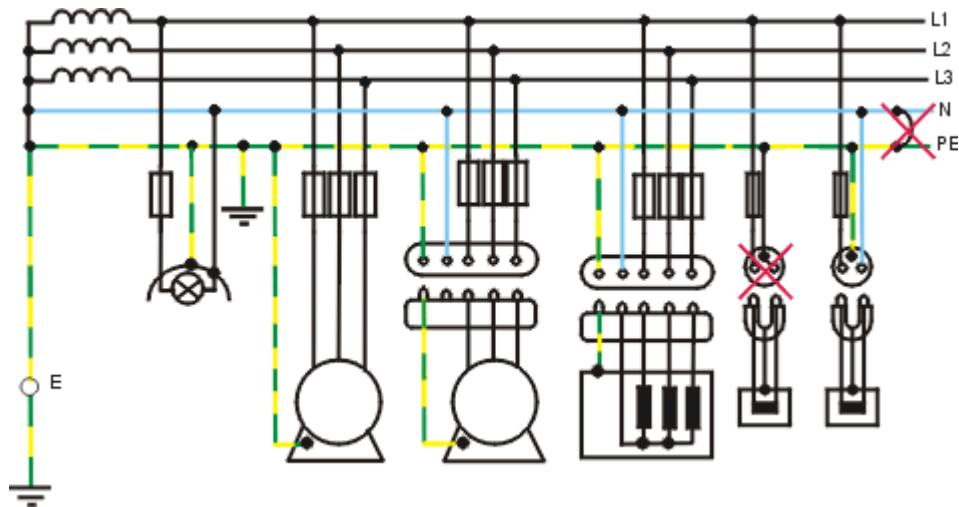
T: uzel soustavy je uzemněn

I: uzel soustavy je izolovaný nebo nepřímou uzemněný (I = isolé; izolovaný)

Síť TN-C

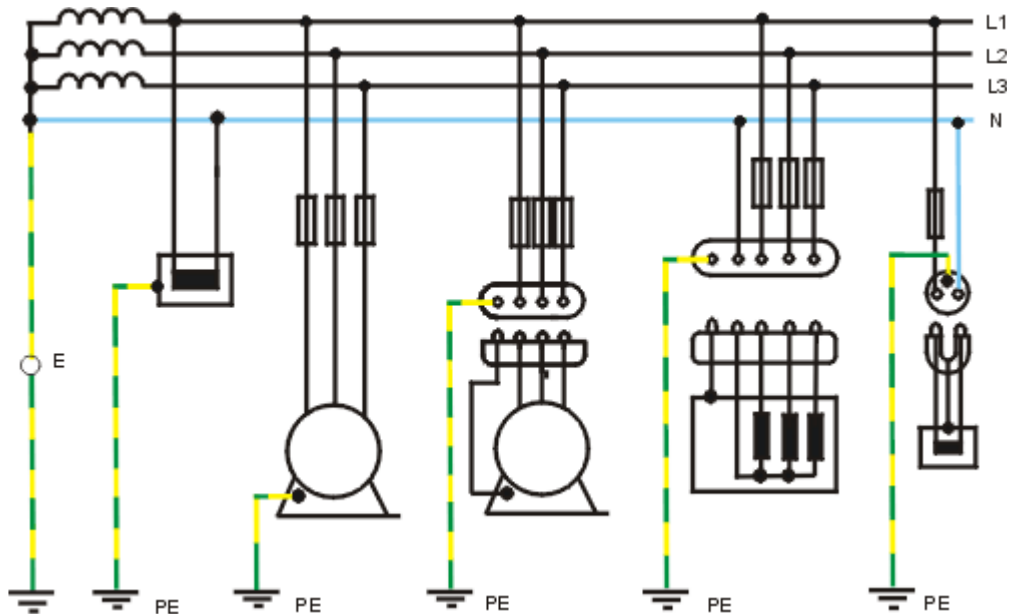


Sít' TN-S



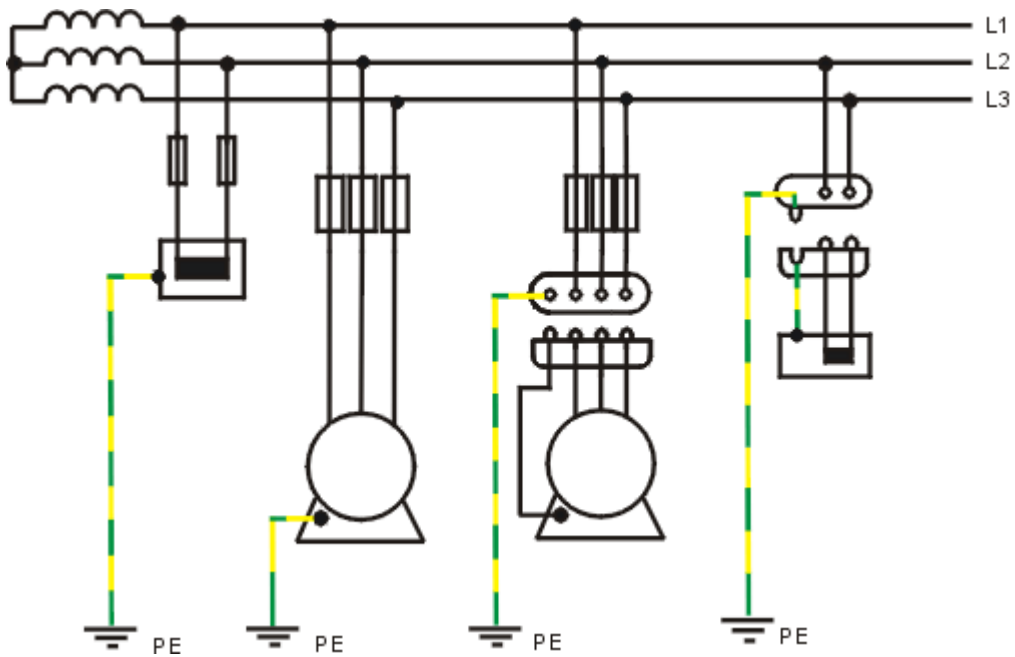
Sítě TN-S a TN-C-S jsou v současné době nejrozšířenějším provedením rozvodné soustavy v ČR. Ochranný a střední pracovní vodič jsou dva samostatné vodiče. V případě poruchy (poškození izolace) zde vzniká jednofázový zkrat mezi fázovým a středním pracovním vodičem nebo mezi fázovým a ochranným vodičem. Zkrat musí okamžitě odpojit pojistka (jistič).

Sít' TT



Sít' TT se používá v ČR v některých oblastech jižní Moravy, v některých oblastech Německa, ve Francii a v dalších zemích jižní Evropy. V případě poruchy (poškození izolace) zde vzniká jednofázový zemní zkrat, který se uzavírá přes zem.

Síť IT



V síti IT je střed zdroje izolován a neživé části jsou spojené se zemí nebo mohou být navzájem pospojovány, ale neuzemněny. Síť IT se může provozovat i se středním pracovním vodičem, ale většinou se provozují bez něho – spotřebiče jsou připojeny mezi fáze, tedy na sdružené napětí. V případě poruchy (poškození izolace) zde nevzniká jednofázový zemní zkrat, protože poruchový proud se nemá kudy uzavřít, ale vzniká tzv. zemní spojení. Síť obvykle provozujeme dál a pracujeme na odstranění poruchy. Poruchu signalizuje tzv. hlídač izolačního stavu.

14. PŘEHLED OCHRANNÝCH OPATŘENÍ PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Norma ČSN EN 61140 ed. 2 a ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 rozeznává prostředky **základní ochrany** (dříve ochrana před dotykem živých částí) a prostředky **ochrany při poruše** (ochrana před dotykem neživých částí).

A. Prostředky základní ochrany (ochrany před dotykem živých částí):

- základní izolace
- přepážky a kryty
- zábrany
- ochrana polohou
- omezení napětí
- omezení ustáleného dotykového proudu a náboje
- řízení potenciálu

B. Prostředky ochrany při poruše (ochrany před dotykem neživých částí):

- přídatná izolace,
- ochranné pospojování,
- ochranné stínění,
- automatické odpojení od zdroje,
- jednoduché oddělení obvodů,
- nevodivé okolí,
- řízení potenciálu.

C. Prostředky zvýšené ochrany (zajišťují jak ochranu základní, tak ochranu při poruše):

- zesílená izolace,
- ochranné oddělení obvodů,
- zdroj omezeného proudu,
- ochranná impedance.

Ochranná opatření jsou kombinacemi ochranných prostředků základní ochrany a ochrany při poruše, které zajišťují kompletní ochranu zařízení. Jsou to především:

- ochrana automatickým odpojením od zdroje,
- ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací,
- ochrana pospojováním,
- ochrana elektrickým oddělením,
- ochrana nevodivým okolím,
- ochrana obvodů SELV a PELV,
- ochrana omezením ustáleného proudu a náboje.

V jedné instalaci, síti nebo zařízení smí být použito více než jedno z ochranných opatření.

15. PROUDOVÝ CHRÁNIČ

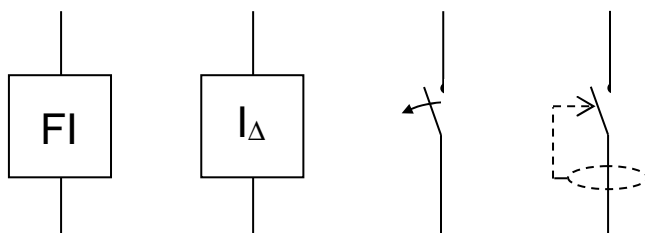
15.1 Definice, značka

Dne 4. 8. 1928 byl přihlášen německo-říšský patent na přístroj s názvem Fehlerstrom Schutzschalter, zkráceně FI; v překladu ochranný spínač poruchového proudu. Dnes moderní přístroj vycházející z patentu známe pod označením proudový chránič.

Proudový chránič je elektrický přístroj, který chrání člověka před nebezpečným dotykovým napětím na neživé, případně na živé části. Proudový chránič neslouží primárně k ochraně zařízení, nechrání ani před zkratem. Tuto úlohu má pojistka nebo jistič.

Ochrana proudovým chráničem vychází ze zkušeností, že střídavý proud o frekvenci 50 Hz, který je maximálně 30 mA a neprochází tělem déle než 0,8 sekundy působí sice křeč a bolest, ale nevede k smrtelnému úrazu. Celosvětové statistiky potvrzují, že se zavedením proudových chráničů výrazně klesly počty smrtelných úrazů elektrickým proudem. Ze statistik zároveň vyplývá, že vhodnější z hlediska bezpečnosti je použití chrániče v síti TN, v síti TT dochází častěji k selhání přístroje.

Pro proudový chránič používáme tyto značky:

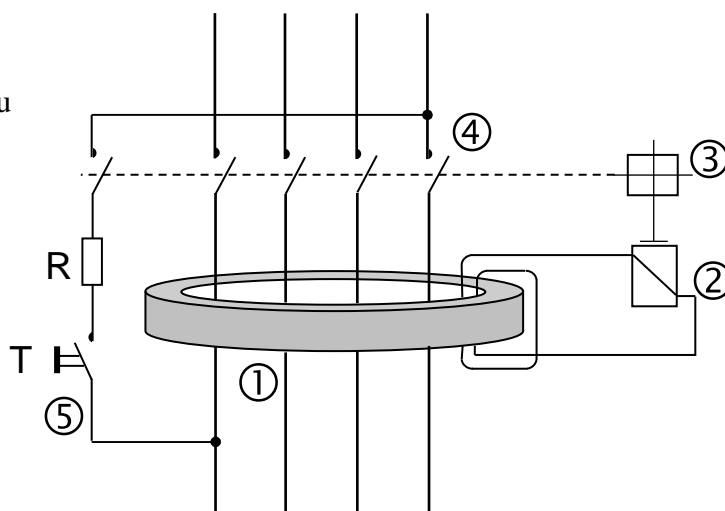


Obr. 1. Schématická značka proudového chrániče

15.2 Konstrukce

Základními částmi proudového chrániče jsou:

- ① součtový transformátor proudu
- ② vybavovací zařízení
- ③ volnoběžka
- ④ silové spínací kontakty
- ⑤ testovací obvod



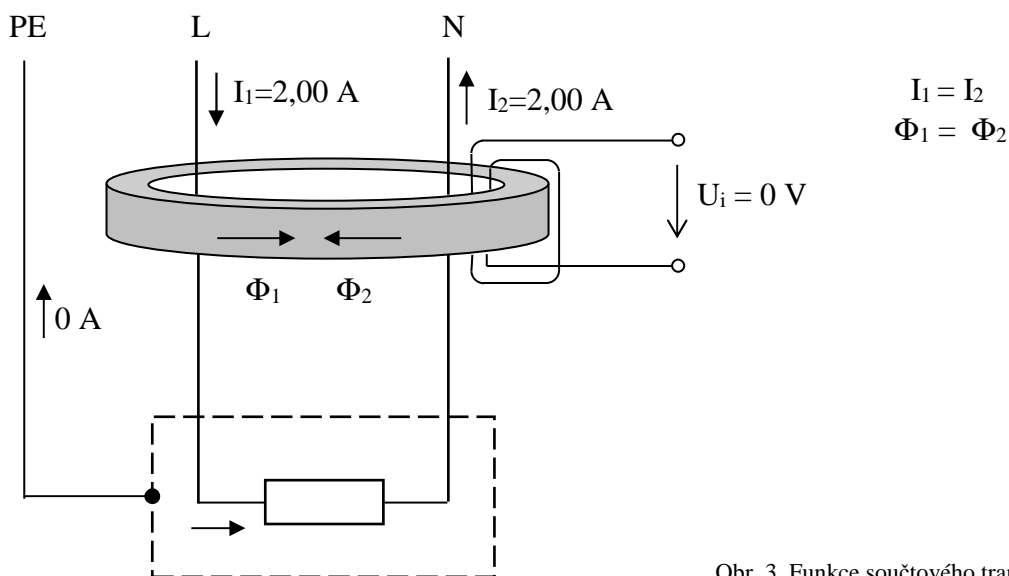
Obr. 2. Konstrukce proudového chrániče - blokově

15.3 Princip funkce

Základní princip činnosti proudového chrániče by se dal zjednodušeně vyjádřit větou: „Proud, který teče do spotřebiče, musí ze spotřebiče téct i zpět.“ Pokud tomu tak není, je někde chyba.

Proudový chránič pracuje na principu porovnávání proudů v pracovních vodičích. Všechny pracovní vodiče chráněného obvodu (L1, L2, L3, N) jsou v chrániči vedeny přes součtový transformátor proudu ①. Tyto vodiče tvoří primární vinutí součtového transformátoru. Sekundární vinutí je připojeno na elektromagnetické vybavovací zařízení ②. Pozor, vodič PE není pracovní vodič, ale vodič ochranný. Nesmí procházet přes transformátor (výjimku tvoří proudové chrániče typu PRCD).

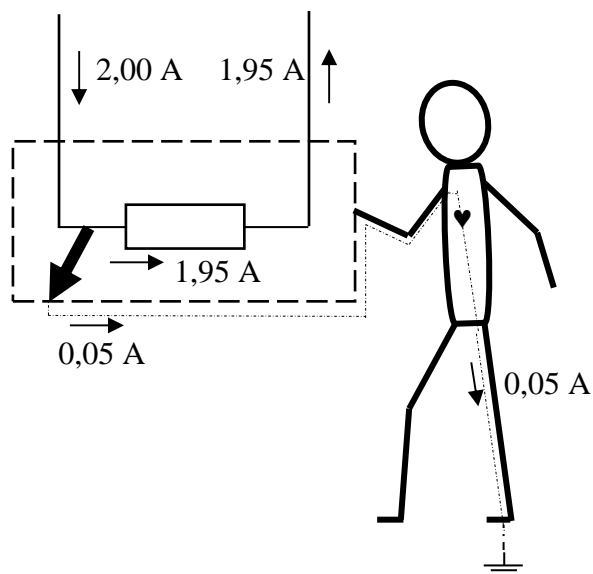
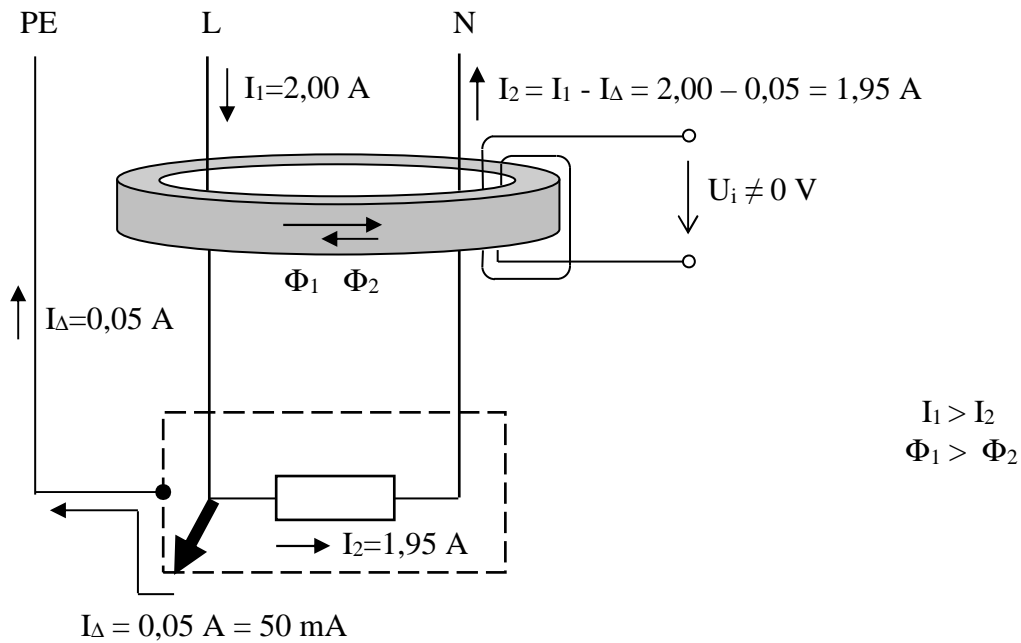
Za normálních okolností je vektorový součet okamžitých hodnot proudu ve všech pracovních vodičích roven nule (proud, který teče tam, se vrací i zpět). Výsledný magnetický tok $\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$ vytvořený proudem v pracovních vodičích je nulový a tudíž se v sekundárním vinutí součtového transformátoru neindukuje žádné napětí. Vybavovací zařízení je v klidu.



Obr. 3. Funkce součtového transformátoru

Jak již bylo naznačeno, chránič nechrání před zkratem. V případě spojení vodiče L a N vznikne zkrat - to znamená, že proud $I_1 (= I_2)$ se několikanásobně zvětší. Stále ale platí, že proud, který teče do zkratu se i ze zkratu vrací. Proudový chránič nevypne.

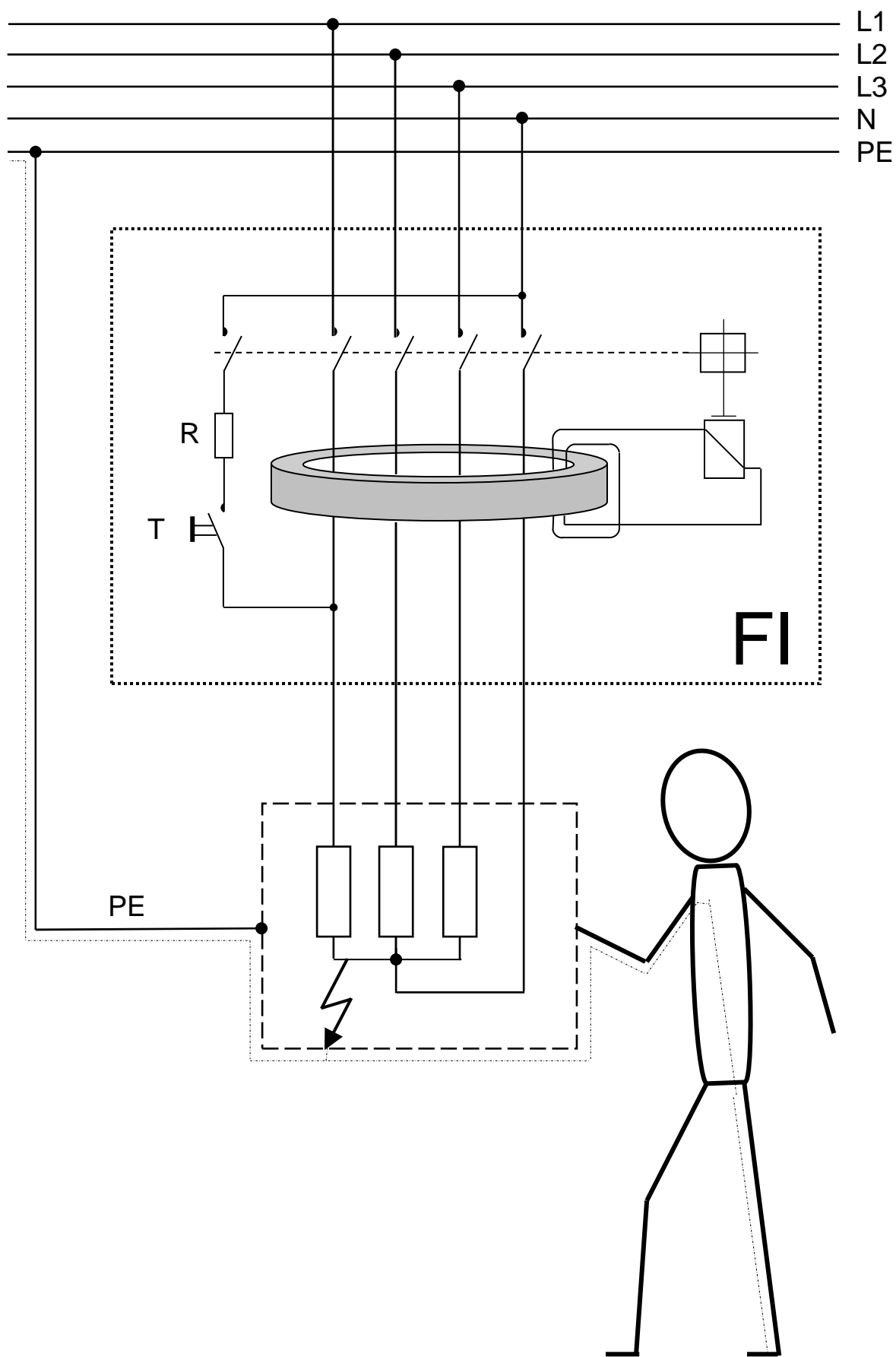
Naopak v případě jiné poruchy, např. porušení izolace fázového vodiče a úniku proudu na neživou část - kryt, se část proudu, který tekla do spotřebiče již nevrací pracovními vodiči. Vzniká unikající (tzv. reziduální) proud I_{Δ} , který z obvodu odtéká - a to buď ochranným vodičem PE, nebo přes člověka (obr. 4). Unikající proud vytvoří rozdíl mezi proudem přitékajícím a proudem vracejícím. Tento rozdíl v proudech vyvolá v magnetickém obvodu magnetický tok $\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$, který v sekundárním vinutí indukuje napětí. To prostřednictvím elektromagnetické spouště uvede v činnost volnoběžku ③, která rozpojí silové kontakty ④. Vybavovací zařízení je srdcem celého proudového chrániče.



Obr. 4. Vznik reziduálního proudu I_{Δ}

Proudový chránič dále obsahuje zkušební obvod Ⓢ , který se skládá ze zkušebního tlačítka TEST, zatěžovacího odporu a vlastního pomocného kontaktu. Tímto obvodem se uměle vytváří reziduální proud (asi $2,5 \times I_{\Delta N}$), kterým se zkouší správná funkce chrániče. Test se doporučuje provést $2 \times$ ročně. Test lze provádět jen u proudového chrániče, který je zapojen v obvodu a je pod napětím.

4-pólový chránič v síti TN-S



15.4 Hlavní parametry proudových chráničů

- jmenovitý proud I_N 6, 10, 13, **16**, 25, 40, 63, 80, 100 A
- jmenovitý reziduální proud $I_{\Delta N}$ 10, **30**, 50, 100, 300, 500 mA
- tvar reziduálního proudu obvykle střídavý sinusový
- jmenovité napětí obvykle 240/415 V
- frekvence obvykle 50 Hz
- vypínací doba 0,04 – 0,3 s


15.5 Rozdělení proudových chráničů


- podle jmenovitého a reziduálního proudu
- podle způsobu montáže
- podle způsobu činnosti


FI – funkčně nezávislé na zdroji napětí

DI – funkčně závislé na zdroji napětí; zdroj potřebují pro zesilovač; reagují již od 6 mA

- podle tvaru reziduálního proudu

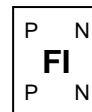
 typ AC – chránič správně pracuje jen při sinusovém proudu

 typ A – chránič pracuje při sinusovém proudu nebo při pulsujícím stejnosměrném proudu (např. po jednocestném usměrnění)

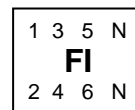
 typ B – chránič pracuje při sinusovém i stejnosměrném proudu; konstrukčně se liší, protože stejnosměrný transformátor nelze sestavit

- podle počtu pólů

2-pólové – pro jednofázové obvody (L, N)



4-pólové – pro třífázové obvody (L1, L2, L3, N)



- podle časového zpoždění

- proudové chrániče bez časového zpoždění

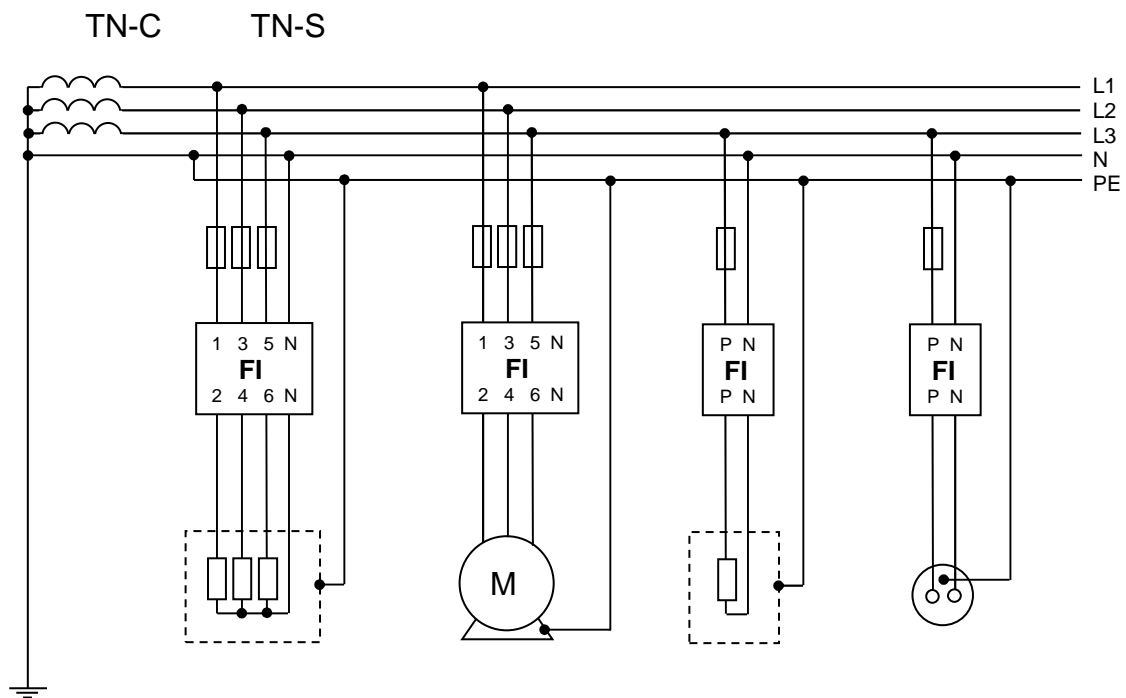
G - proudové chrániče s časovým zpožděním – minimálně 10 ms

S - proudové chrániče s časovým zpožděním – minimálně 40 ms (tzv. selektivní)

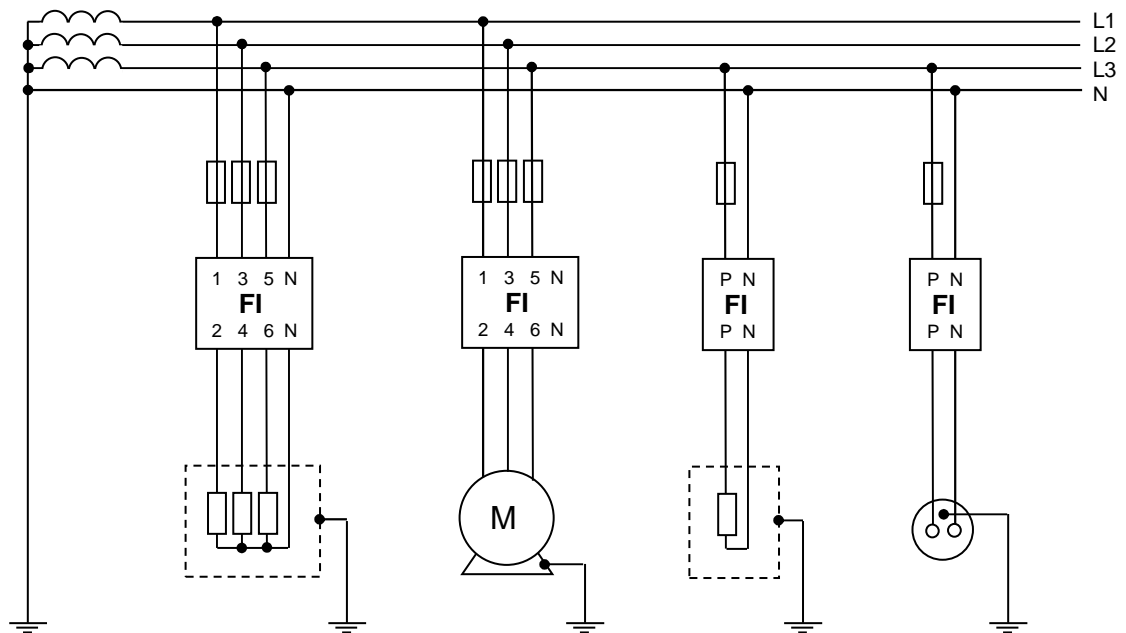
Nejpoužívanější jsou: FI; $I_N = 16$ A; $I_{\Delta N} = 30$ mA; AC;

15.6 Zapojení proudového chrániče

Zapojení proudového chrániče v síti TN-C-S

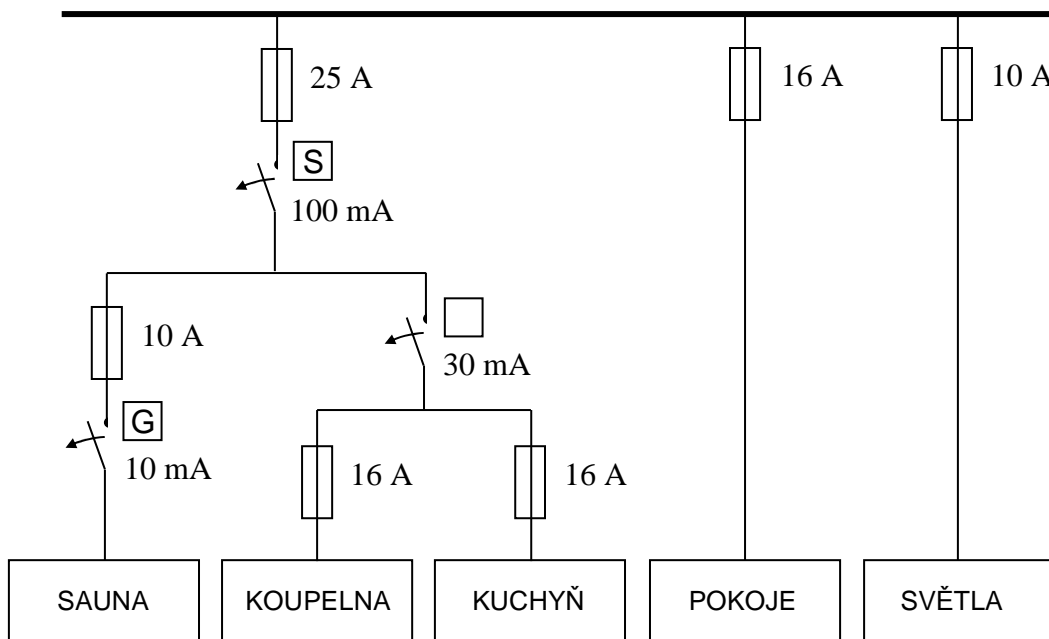


Zapojení proudového chrániče v síti TT



Obr. 5. a 6. Příklad zapojení třífázové pece, třífázového motoru, jednofázového spotřebiče a zásuvky přes proudový chránič

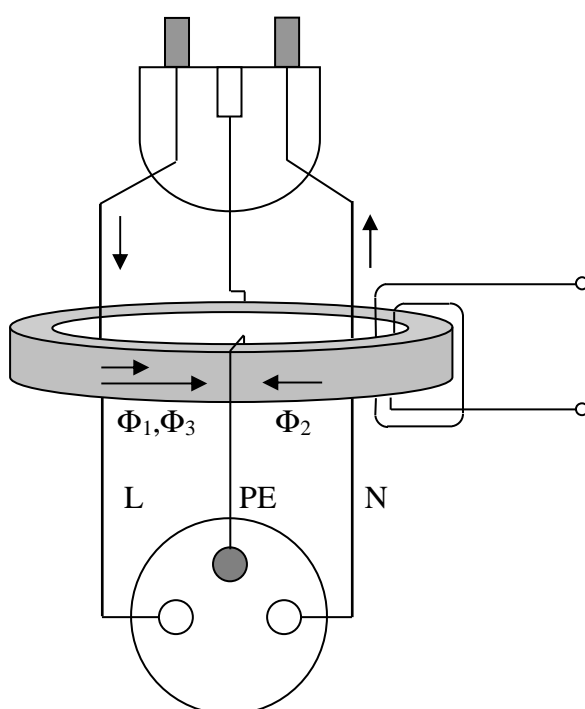
15.7 Příklad zapojení více chráničů (selektivita)



Obr. 7. Příklad odstupňování ochran

15.8 Proudové chrániče pro pohyblivou montáž (PRCD)

Proudový chránič pro pohyblivou montáž (např. prodlužovací kabel s FI), označovaný jako PRCD se vyznačuje tím, že ochranný vodič prochází jádrem součtového transformátoru, což je v pevné instalaci zakázáno. Průvlak vodiče PE má však opačnou orientaci oproti pracovním vodičům.



Takto konstruovaný proudový chránič je schopen chránit i při přerušení vodiče PEN v síti TN-C. Klasický proudový chránič při přerušení vodiče PE přestává chránit neživou část zařízení.

Obr. 8. Proudový chránič pro pohyblivou montáž

POUŽITÁ LITERATURA

Koudelka, C., Meduna, V: Účinky elektrického proudu na lidský organizmus, VŠB-TU, Ostrava 2006

Kříž, M: Příručka pro zkoušky elektrotechniků, IN-EL, Praha 2010

ČSN IEC 479: Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo

ČSN EN 50110-1 ed. 2: Ochranné a pracovní pomůcky

ČSN 33 0010: Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy

ČSN EN 60529: Stupně ochrany krytem

ČSN EN 33 2000-4-41 ed. 2: Ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN EN 61140: Ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 33 2000-5-54 ed. 2: Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování