

OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

aneb

samé změny, ale nic nového pod sluncem

Možnosti ochrany **lidí a zvířat** před úrazem el. proudem jsou po mnoho let ustálené, leč mezinárodním normotvorným institucím se daří je zamlžovat, sdružovat do různých skupin, často podle nepraktických hledisek. V hlavách elektrotechniků se tím nastoluje zmatek a **DESTRUKCE** toho, co už většinou znají, ale „nějak jinak“. Zcela nové principy se totiž stěží vymyslí.

Snažme se však jít s dobou a s normami.



ČSN 33 2000-4-41, únor 2000 *Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení – Část 4: Bezpečnost – Kapitola 41:*
Ochrana před úrazem elektrickým proudem,
 (mohla se používat **do 1.2.2009**)

Seskupování ochran se řídilo hlavně tím, zda slouží k ochraně **ŽIVÝCH** nebo **NEŽIVÝCH** částí

ŽIVÝCH ČÁSTÍ	NEŽIVÝCH ČÁSTÍ
malé napětí (12-50 V stř. podle prostředí a druhu část)	
omezením ustáleného proudu a náboje (max. 3.5 mA, 50 mikroCoulomb)	
izolací	samočinným odpojením od zdroje (nulování, proudový chránič)
krytem, přepážkou	použitím zařízení třídy ochrany II nebo s rovnocennou izolací
zábranou	umístěním v prostoru s nevodivým okolím
polohou	neuzemněným pospojením
proudovým chráničem (doplňkově)	elektrickým oddělením obvodů
doplňkovou izolací (doplňkově)	

ČSN EN 61140, ed. 2, březen 2003 *Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení*

ČSN EN 61140, ed. 2, březen 2003 přebírá po ČSN 33 2000-4-41, únor 2000 základní definice ochran a jejich klasifikaci. Současná ČSN 33 2000-4-41, ed. 2, srpen 2007 *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem* jen podrobně aplikuje ochrany na rozvody nn a k nim pevně připojené spotřebiče tak, aby všechny spotřebiče byly napájeny bezpečně.

Pojmy ŽIVÁ ČÁST, NEŽIVÁ ČÁST jsou v pojmosloví implicitně přítomné tím, že **ochrana před nebezpečným dotykem živých částí je OCHRANOU ZÁKLADNÍ**, kdežto **ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí** (má a vždycky měla smysl pro případ, že by na nich vzniklo nebezpečné dotykové napětí vlivem poruchy) **je OCHRANOU PŘI PORUŠE**.

V technické podstatě jednotlivých ochran se nic nemění.

OCHRANA ZA NORMÁLNÍCH PODMÍNEK (OCHRANA PŘED DOTYKEM ŽIVÝCH ČÁSTÍ)

je zajištěna prvky základní ochrany

OCHRANA ZA PODMÍNKY JEDNÉ PORUCHY (OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM NEŽIVÉ ČÁSTI)

je zajištěna prvky ochrany při poruše

PODMÍNKA JEDNÉ PORUCHY (definice)

- přístupná část, která není nebezpečnou živou částí, se stane nebezpečnou živou při selhání omezení ustáleného proudu nebo náboje nebo
- přístupná část, která není za normálních podmínek živou, se stane nebezpečnou živou částí např. v důsledku poruchy základní izolace k neživým částem nebo
- nebezpečná živá část se stane přístupnou např. v důsledku mechanického poškození krytu

PŘEHLED OCHRANNÝCH OPATŘENÍ

podle ČSN EN 61140 ed.2 březen 2003

OCHRANNÉ OPATŘENÍ = ZÁKLADNÍ OCHRANA + OCHRANA PŘI PORUŠE

<u>dvojitá nebo zesílená izolace</u>	=	zesílená izolace	
		základní izolace	+ přídavná izolace
ochrana pospojováním	=	<u>základní izolace</u>	+ <u>ochrana pospojováním</u>
ochrana samočinným odpojením od zdroje	=	základní izolace	+ <u>samočinné odpojení od zdroje</u>
ochrana elektrickým oddělením	=	základní izolace	+ <u>jednoduché oddělení</u>
ochrana nevodivým okolím	=	základní izolace	+ <u>nevodivé okolí</u>
ochrana dalšími ochrannými prostředky	=	ostatní prostředky	+ <u>ostatní prostředky</u>

DEFINICE IZOLACÍ

ZÁKLADNÍ IZOLACE

PŘÍDAVNÁ IZOLACE

DVOJITÁ IZOLACE

poskytuje ochranu základní i

ochranu při poruše

ZESÍLENÁ IZOLACE

zajišťuje stejný stupeň
ochrany jako dvojitá izolace

[zpět](#)

ZÁKLADNÍ IZOLACE

Brání dotyku nebezpečných živých částí.

Patří do ní i dříve samostatně uváděné ochrany:

- přepážkami
- kryty
- zábranou
- polohou

OCHRANA KRYTEM, PŘEPÁŽKOU 1

První číslice v označení stupně krytí	Stupeň krytí (ČSN EN 60 529)	
IP 0x	bez ochrany	bez ochrany
IP 1x	dlaní	velkých = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 50 mm
IP 2x	prstem	malých = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 12,5 mm
IP 3x	nástrojem	drobných = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 2,5 mm
IP 4x	nástrojem	velmi drobných = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 1 mm
IP 5x	jakoukoli pomůckou	prachu částečně = ochrana před prachem
IP 6x	jakoukoli pomůckou	prachu úplně = prachotěsné (prach nesmí narušit činnost elektrického zařízení)

OCHRANA KRYTEM, PŘEPÁŽKOU 2

Druhá číslice v označení stupně krytí	Stupeň krytí před vniknutím vody (ČSN EN 60 529)
IP x0	bez ochrany
IP x1	kapající = ochrana před kapkami vody dopadajícími svisle
IP x2	kapající při sklonu do 15° = ochrana před kapkami vody dopadajícími pod úhlem do 15° od svislice
IP x3	šikmo dopadající = ochrana před deštěm dopadajícím pod úhlem do 60° od svislice
IP x4	stříkající = ochrana před stříkající vodou dopadající v libovolném směru
IP x5	tryskající v libovolném směru = ochrana před tryskající vodou
IP x6	při vlnobití = ochrana před intenzivně tryskající vodou a vlnobitím
IP x7	při ponoření = ochrana před dočasným ponořením do vody (omezeno tlakem a časem)
IP x8	při trvalém ponoření pod tlakem = ochrana při trvalém ponoření do vody (případná vniklá voda nesmí narušit činnost elektrického zařízení)

OCHRANA ZÁBRANOU

Plotem, ohrazením, které zamezuje úmyslnému (bezděčnému) přiblížení se k živým částem tak, aby vzniklo nebezpečí dotyku nebo přeskoků výboje.

Ve zdravotnických prostorách zákaz používání.

OCHRANA POLOHOU

Živá část je umístěna tak, aby neúmyslné (bezděčné) přiblížení se na vzdálenost umožňující dotyk nebo přeskok výboje bylo vyloučené.

Ve zdravotnických prostorách zákaz používání.

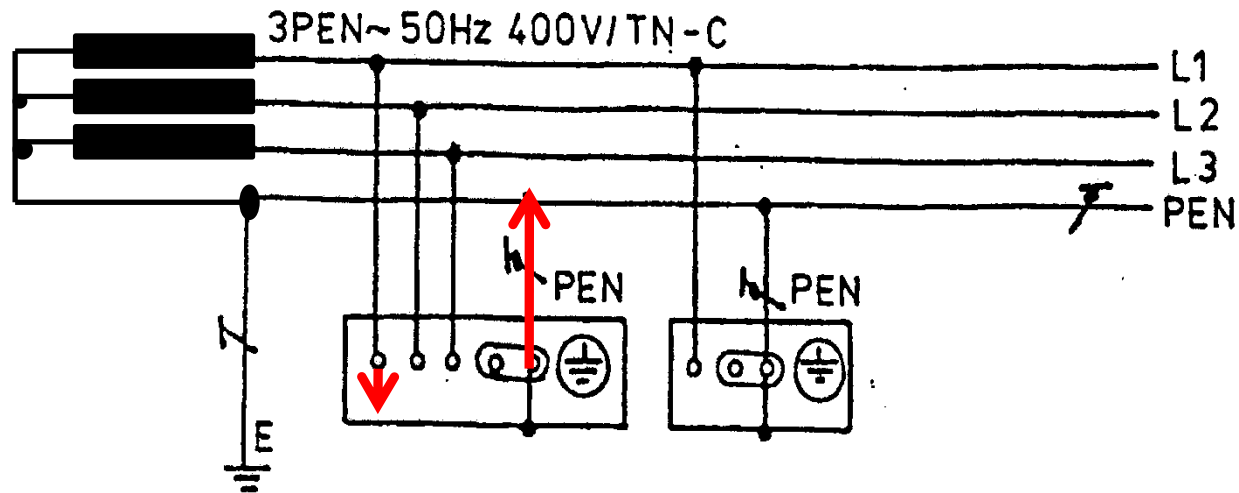
[zpět](#)

OCHRANA POSPOJOVÁNÍM

Musí obsahovat jeden z následujících prvků nebo jejich kombinaci:

- uzemněné nebo neuzemněné pospojení v instalaci (vč. potrubí, kovové konstrukce, vodivé předměty v okolí)
- ochranný vodič PE nebo PEN
- ochranné stínění
- uzemněný bod zdroje nebo umělého středu

SÍŤ TN-C



POSPOJENÍ DO PŘÍPOJNICE: TOPENÍ, ANTISTAT. PODLAHA, RAMPY, LŮŽKA



POHYBLIVÉ POSPOJENÍ LŮŽKA



[zpět](#)

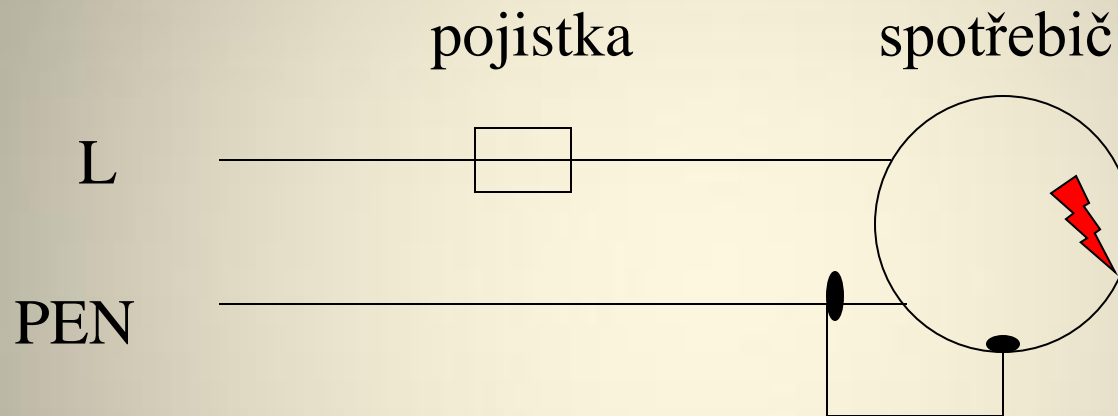
SAMOČINNÉ ODPOJENÍ OD ZDROJE

Musí být

- zaveden systém ochranného pospojování
- ochranný přístroj odpojující chráněnou instalaci nebo zařízení od fázových vodičů, a to při hodnotě poruchového proudu a v době stanovených příslušnou normou (jistič, pojistka, proudový chránič jako doplňková ochrana)

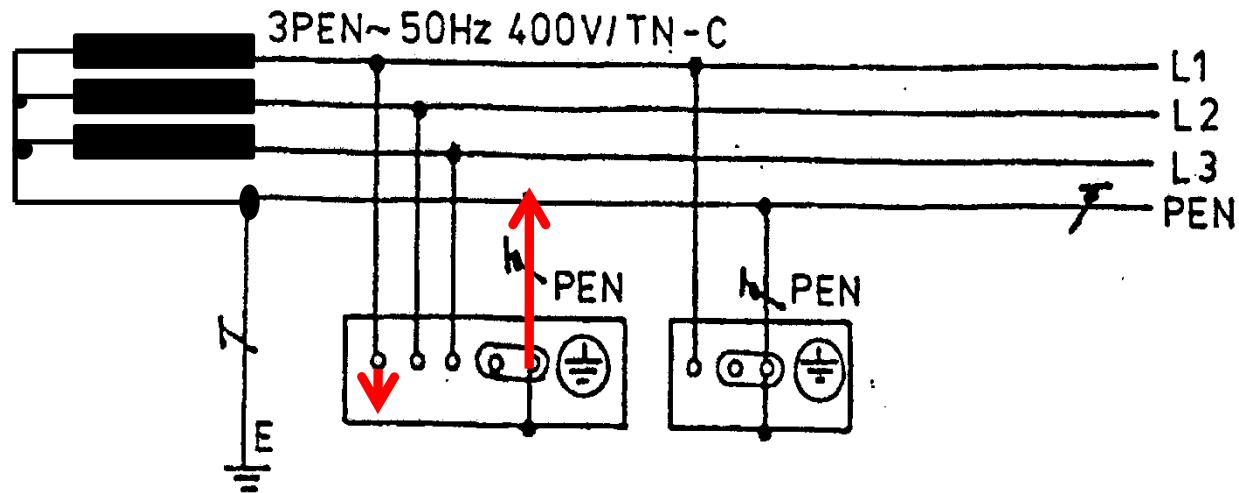
OCHRANA SAMOČINNÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE -NULOVÁNÍ

POUŽITELNÉ JEN U ROZVODNÉ SOUSTAVY TN-C

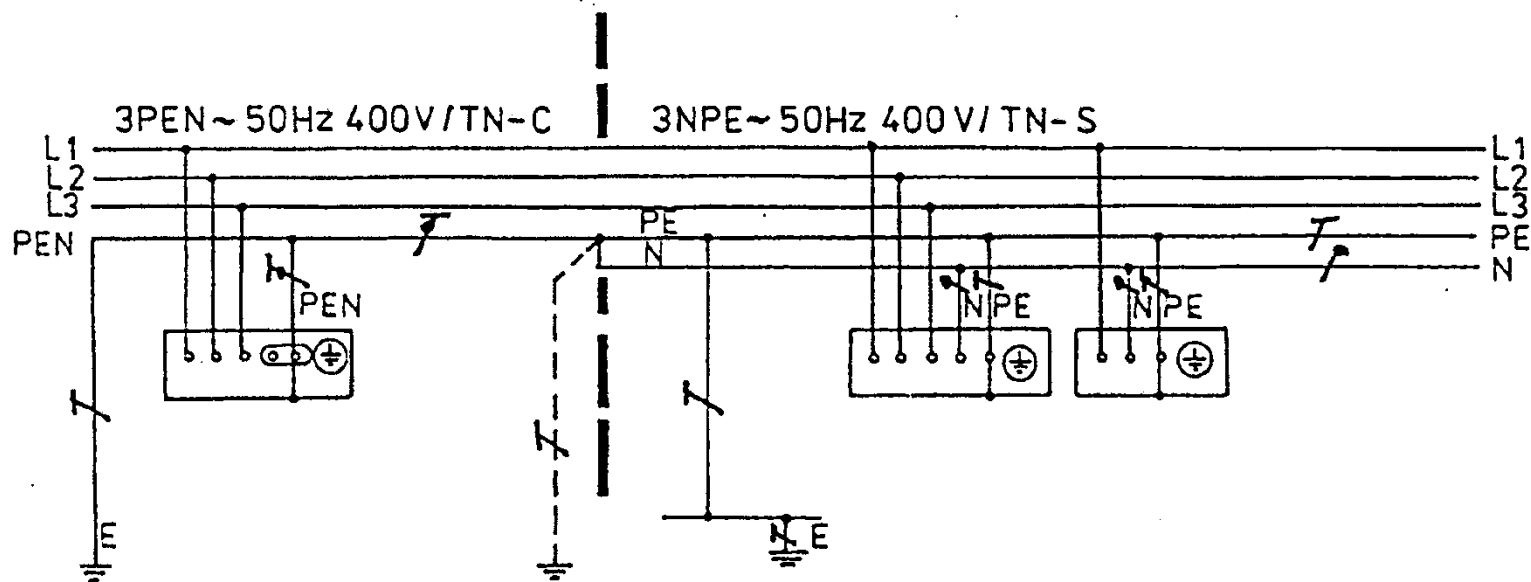


Nereaguje na poruchové vodivé spojení živé a neživé části, pokud toto spojení má tak vysoký odpor, že proud procházející tímto spojením nestačí k přerušení obvodu pojistkou. Uplatní se však uzemnění, které PEN zprostředkovává a to má zajistit, že při poruše nepřevýší napětí neživé části povolenou mez.

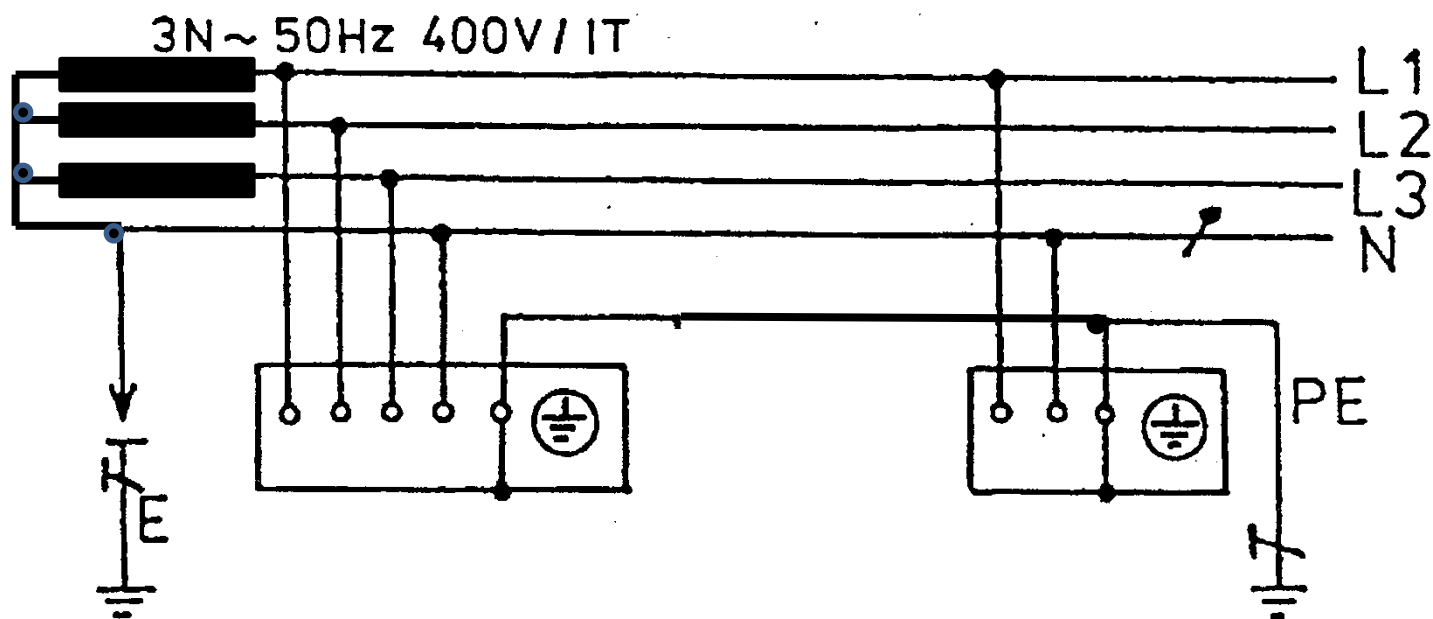
SÍŤ TN-C



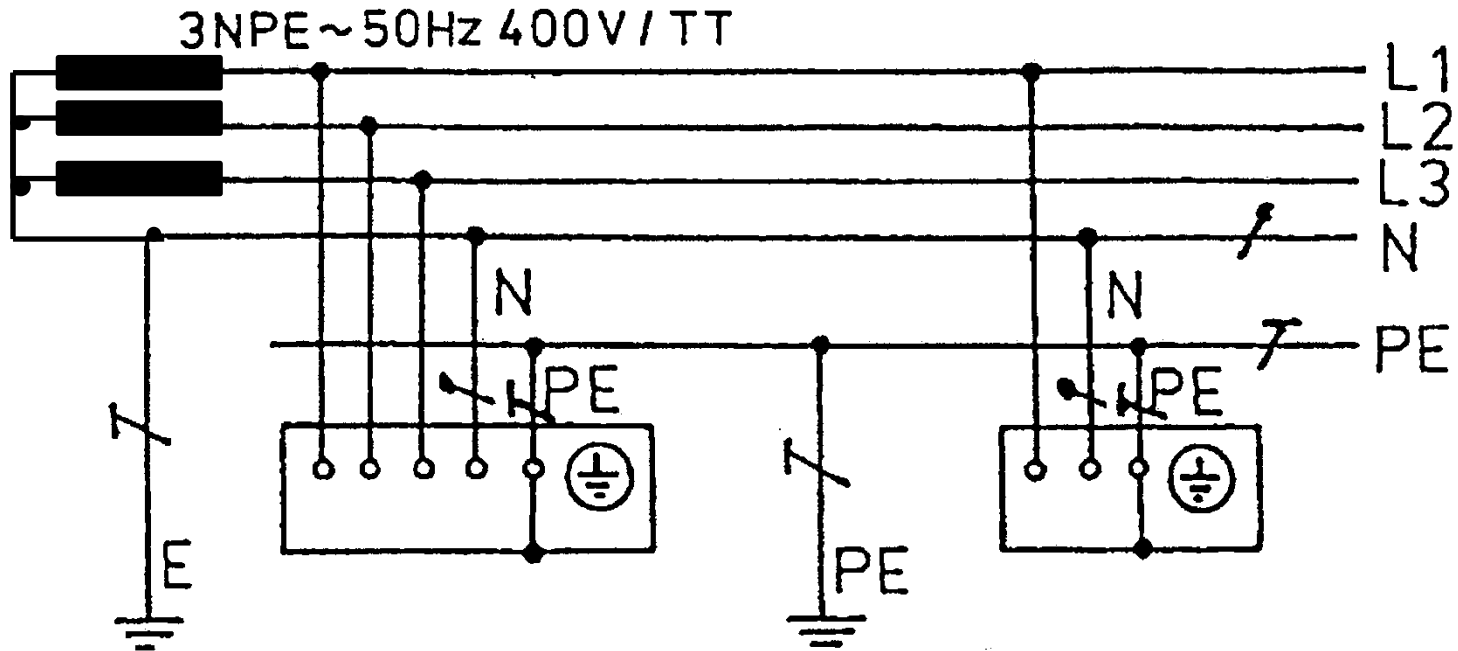
PŘECHOD Z TN-C NA TN-S



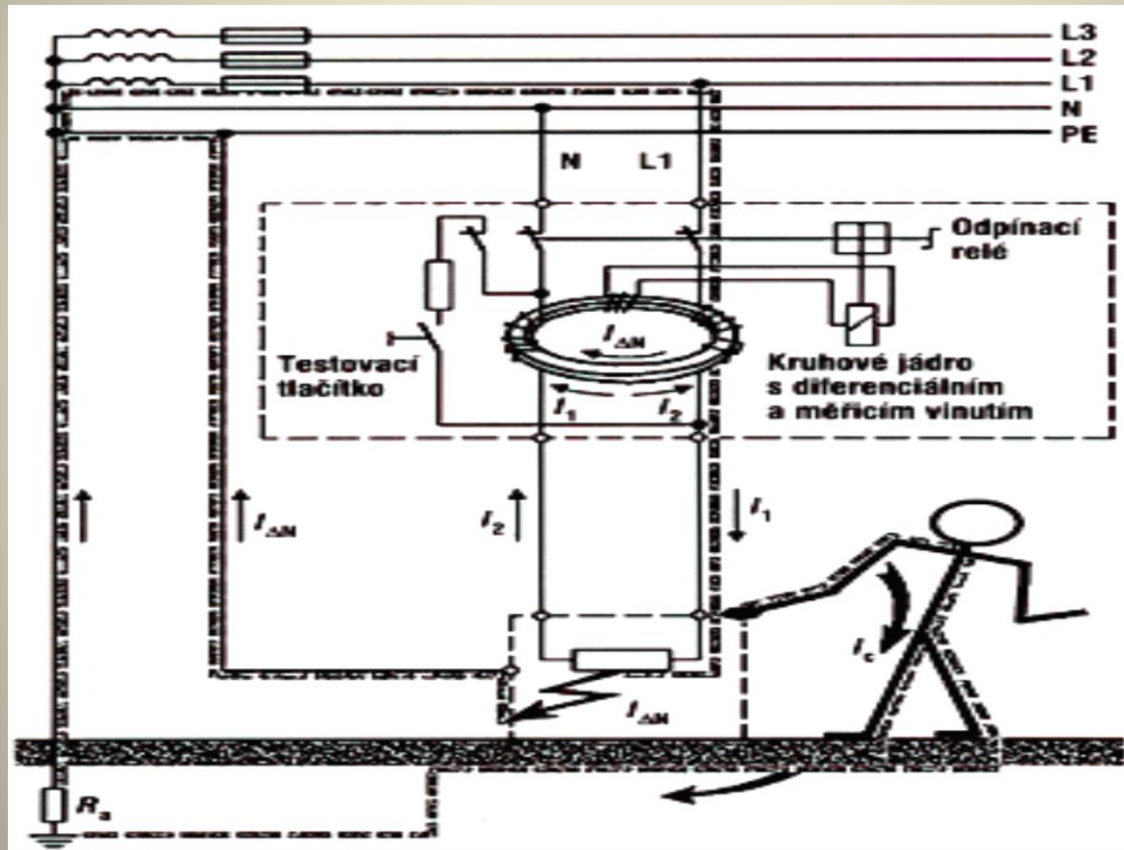
SÍŤ IT



SÍŤ TT

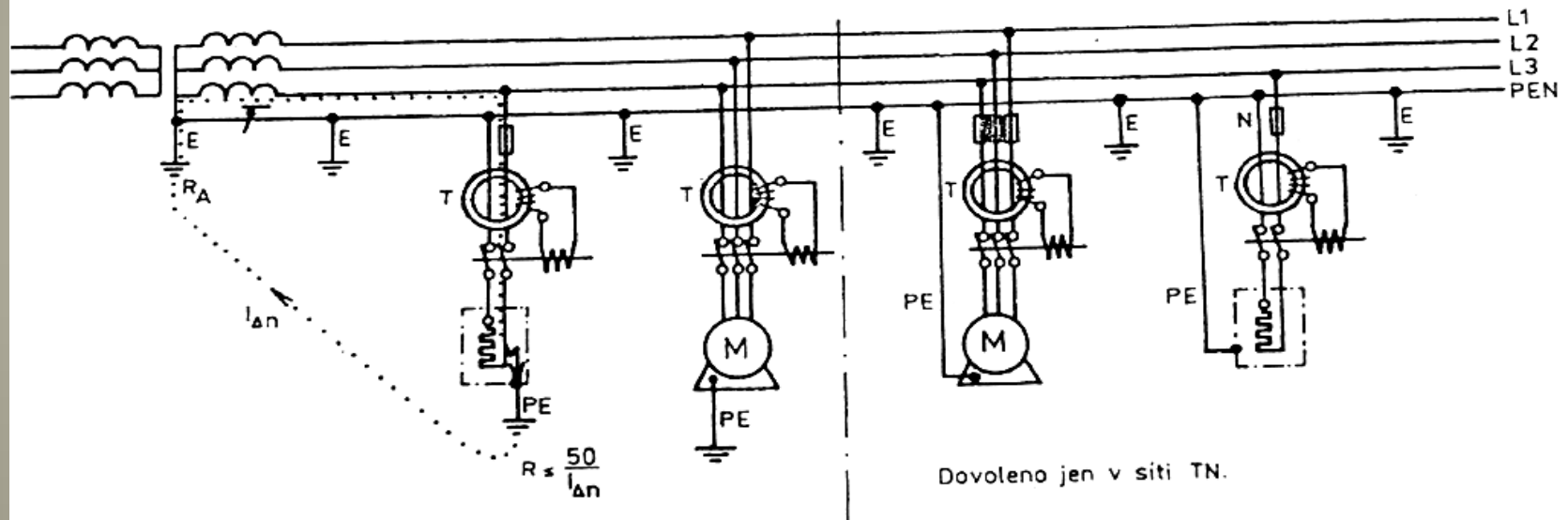


PRINCIP ČINNOSTI PROUDOVÉHO CHRÁNIČE



POUŽITÍ PROUDOVÉHO CHRÁNIČE

OCHRANNÉ OPATŘENÍ POMOCÍ PROUDOVÉHO CHRÁNIČE

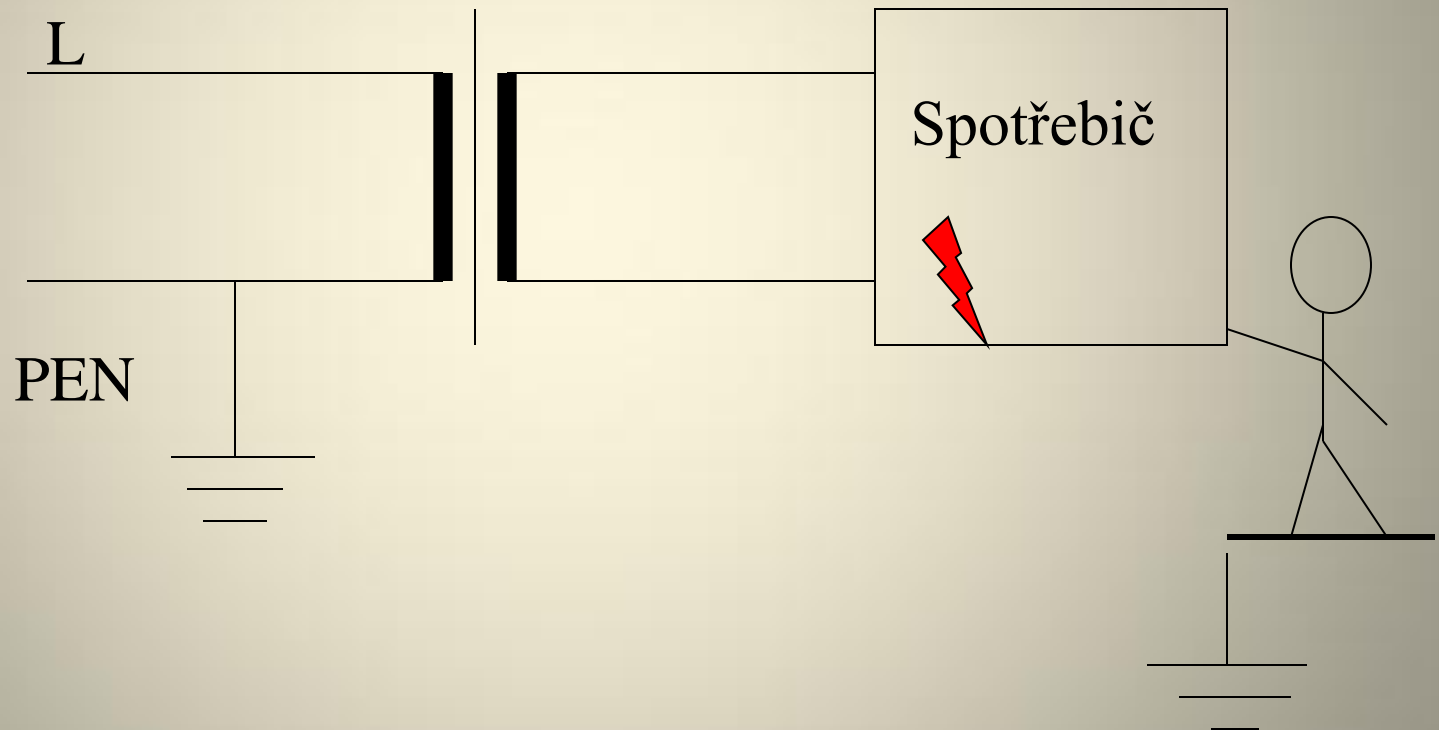


$I_{\Delta n}$ - vybavovací proud chrániče

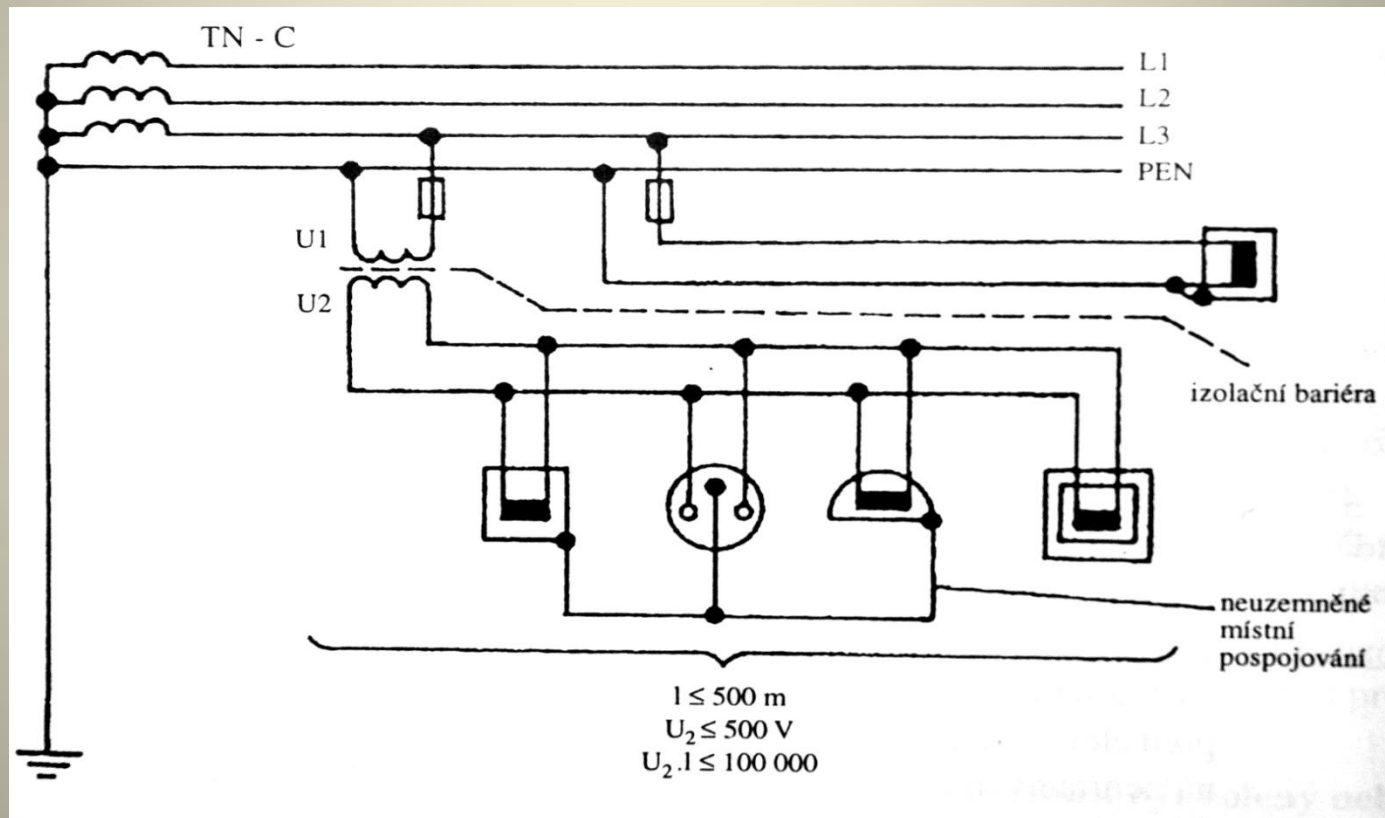
T - součtový transformátor proudů

[zpět](#)

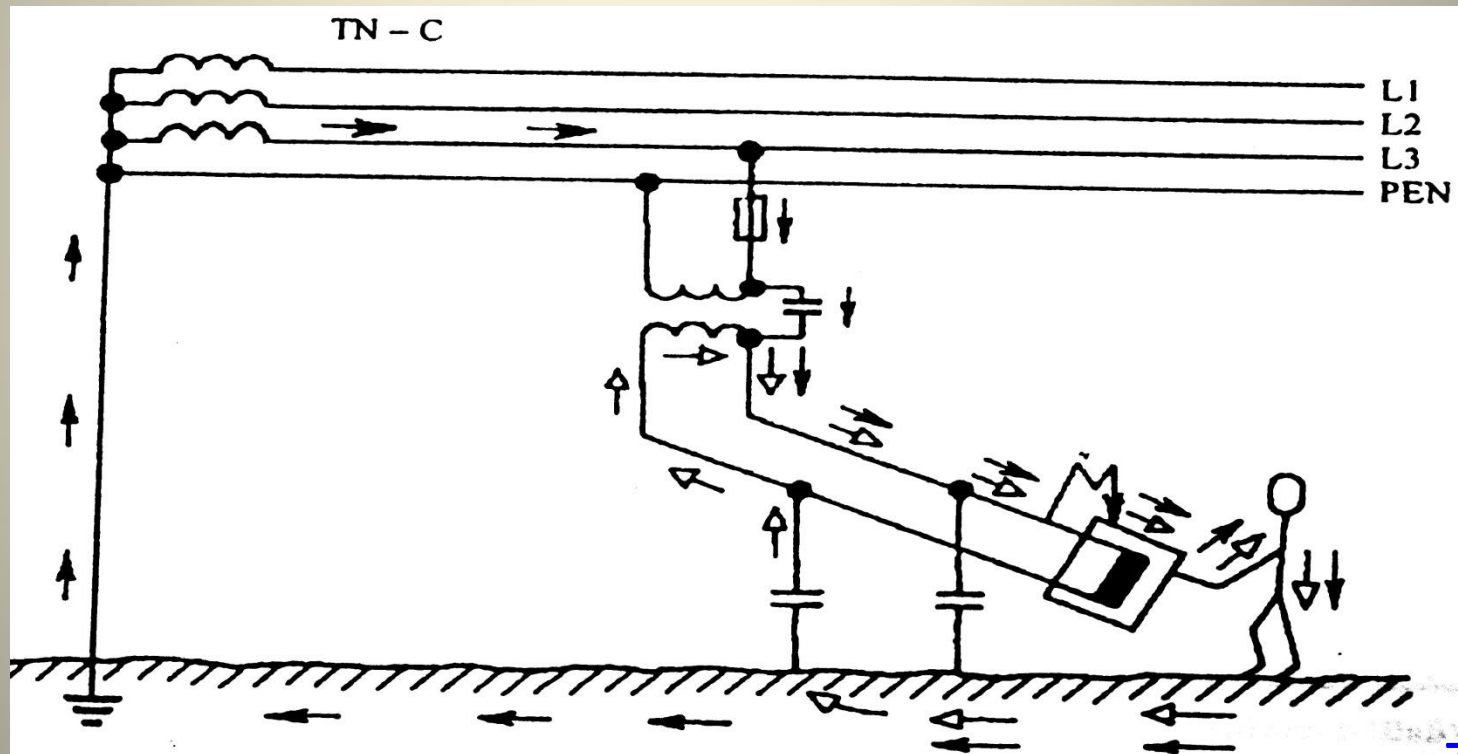
OCHRANA ODDĚLENÍM OBVODŮ



OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM OBVODŮ - PODMÍNKY



OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM OBVODŮ – její degenerace kapacitními proudy.



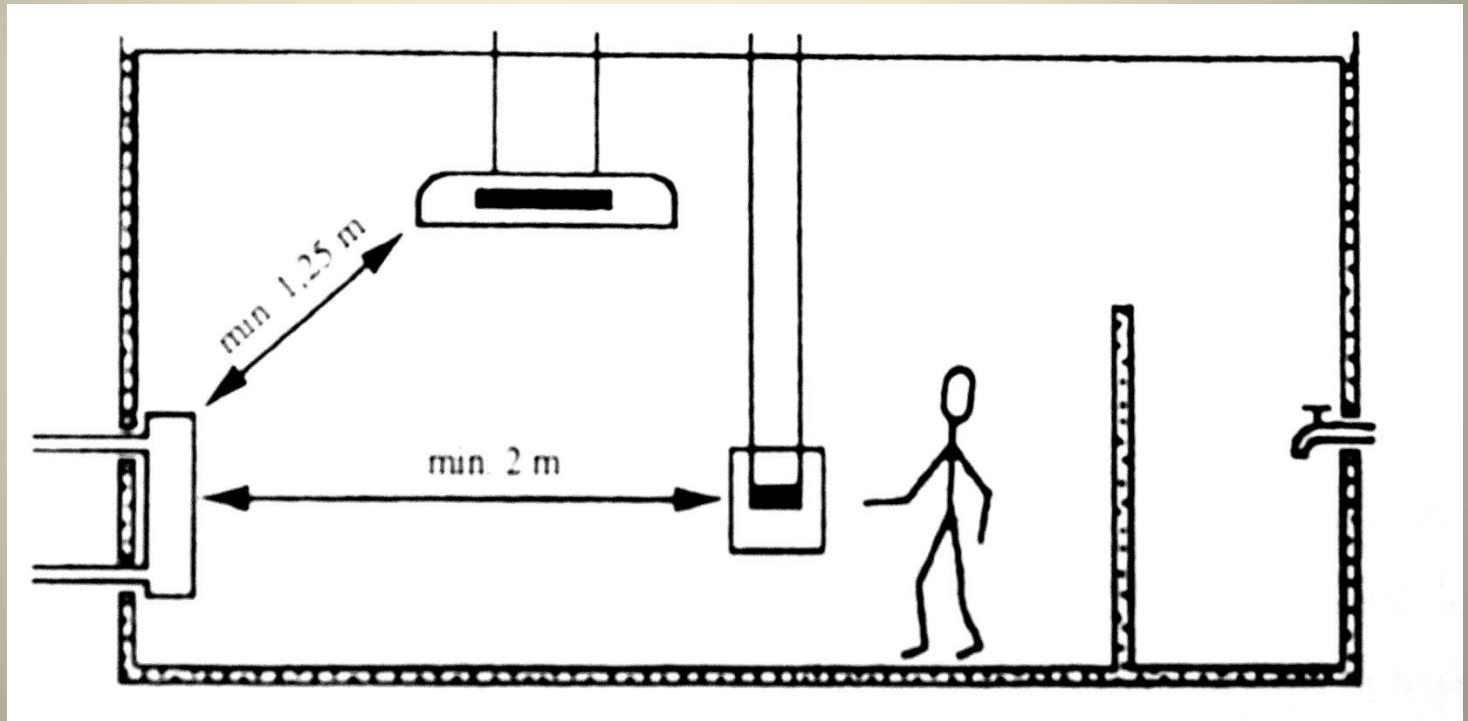
[zpět](#)

OCHRANA NEVODIVÝM OKOLÍM

Účelem je zabránit současnému dotyku neživých částí, které mohou mít v důsledku porušení základní izolace živých částí různý potenciál. Proto:

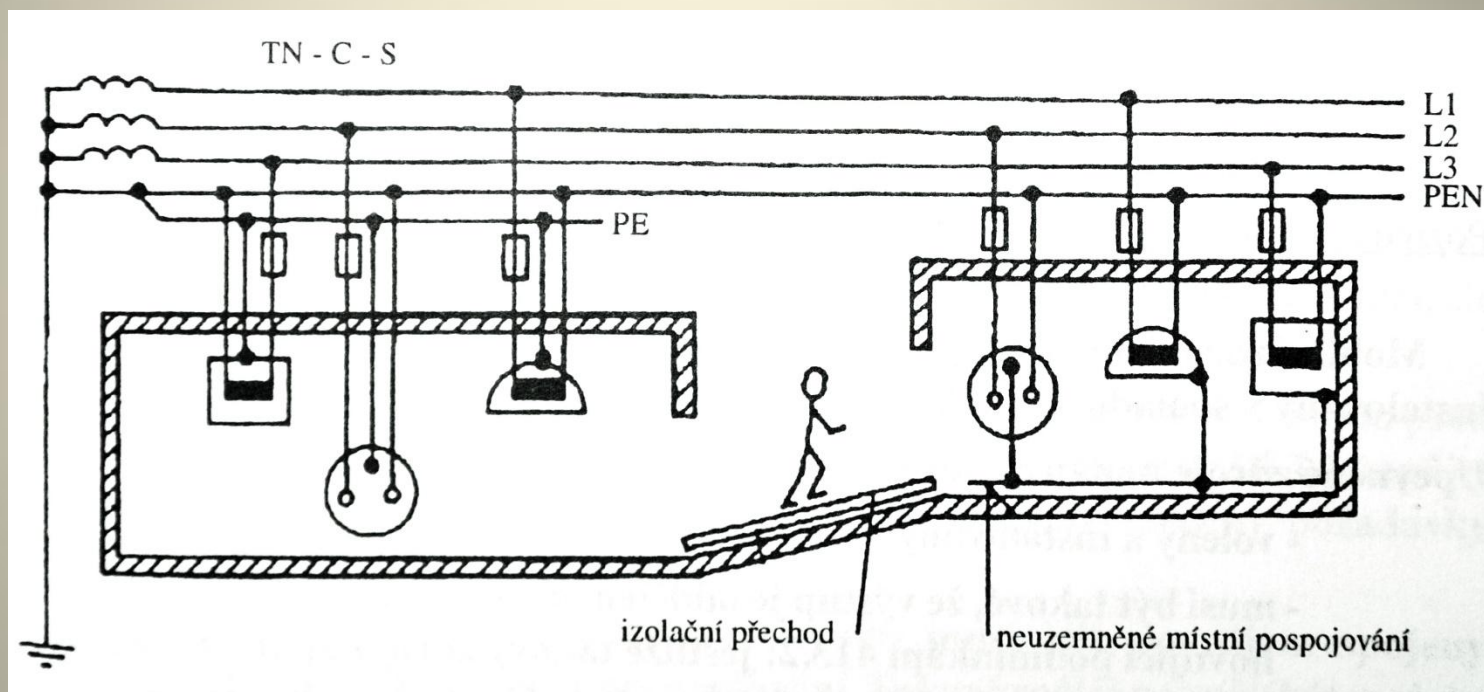
- neživé části musí být rozmístěny tak, že za běžných podmínek se osoby nemohou dotýkat dvou nebo více vodivých částí současně, ani jiných (cizích) vodivých částí (vzdálenost 2 m (1,25 m stačí-li to k nedosažitelnosti nataženou rukou),
- nikde nesmí být žádný ochranný vodič,
- izolační podlaha a stěny.

OCHRANA NEVODIVÝM OKOLÍM - PŘÍKLAD



[zpět](#)

OCHRANA NEUZEMNĚNÝM POSPOJOVÁNÍM - PŘÍKLAD



OCHRANA ŽČ A NČ MALÝM NAPĚTÍM - 1

Obvyklé zdroje malého napětí:

- oddělovací transformátor (nikoli autotransformátor)
- rotační generátor
- elektrochemický zdroj

OCHRANA ŽČ A NČ MALÝM NAPĚTÍM – obvody SELV (safe extra-low voltage)

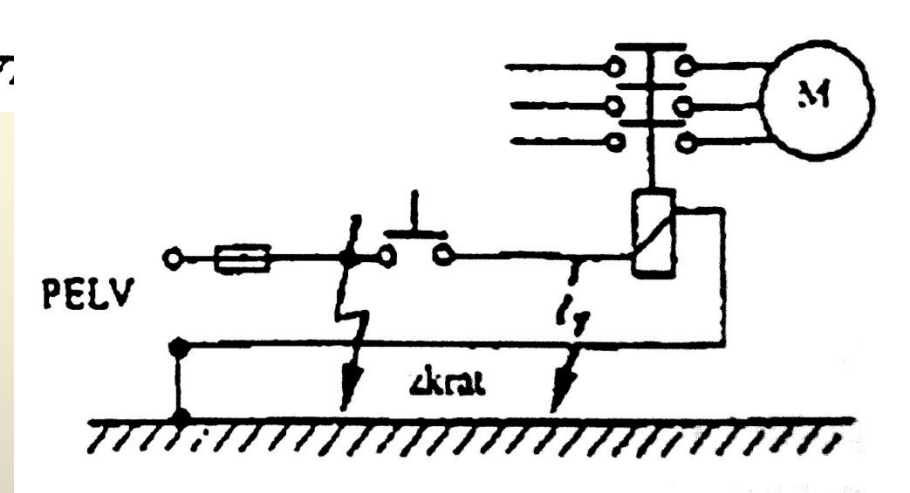
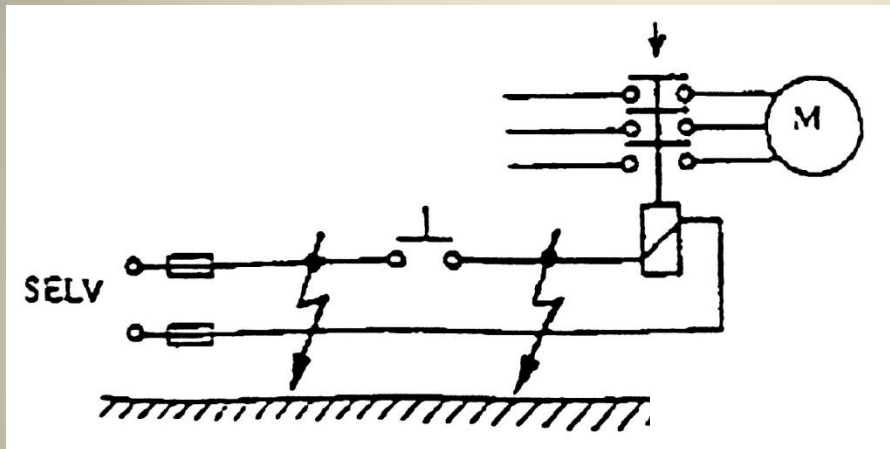
- Živé části obvodů SELF jsou od sebe navzájem a od jiných obvodů elektricky oddělené (izolací s el. pevností jako u bezpečnostních oddělovacích transformátorů).
- Neživé části nesmějí být uzemněné nebo spojené s ochrannými vodiči nebo s cizími vodivými částmi.
- Zásuvky a vidlice obvodů SELF musí být specifické, nezáměnné se spojovacími prvky jiných obvodů, nesmí mít kontakty pro ochranný vodič.

OCHRANA ŽČ A NČ MALÝM NAPĚTÍM – obvody PELV (protected extra-low voltage)

Stejně jako SELF s tím rozdílem, že

- mohou být jednopólově uzemněny
- neživé části musím být navzájem pospojeny.

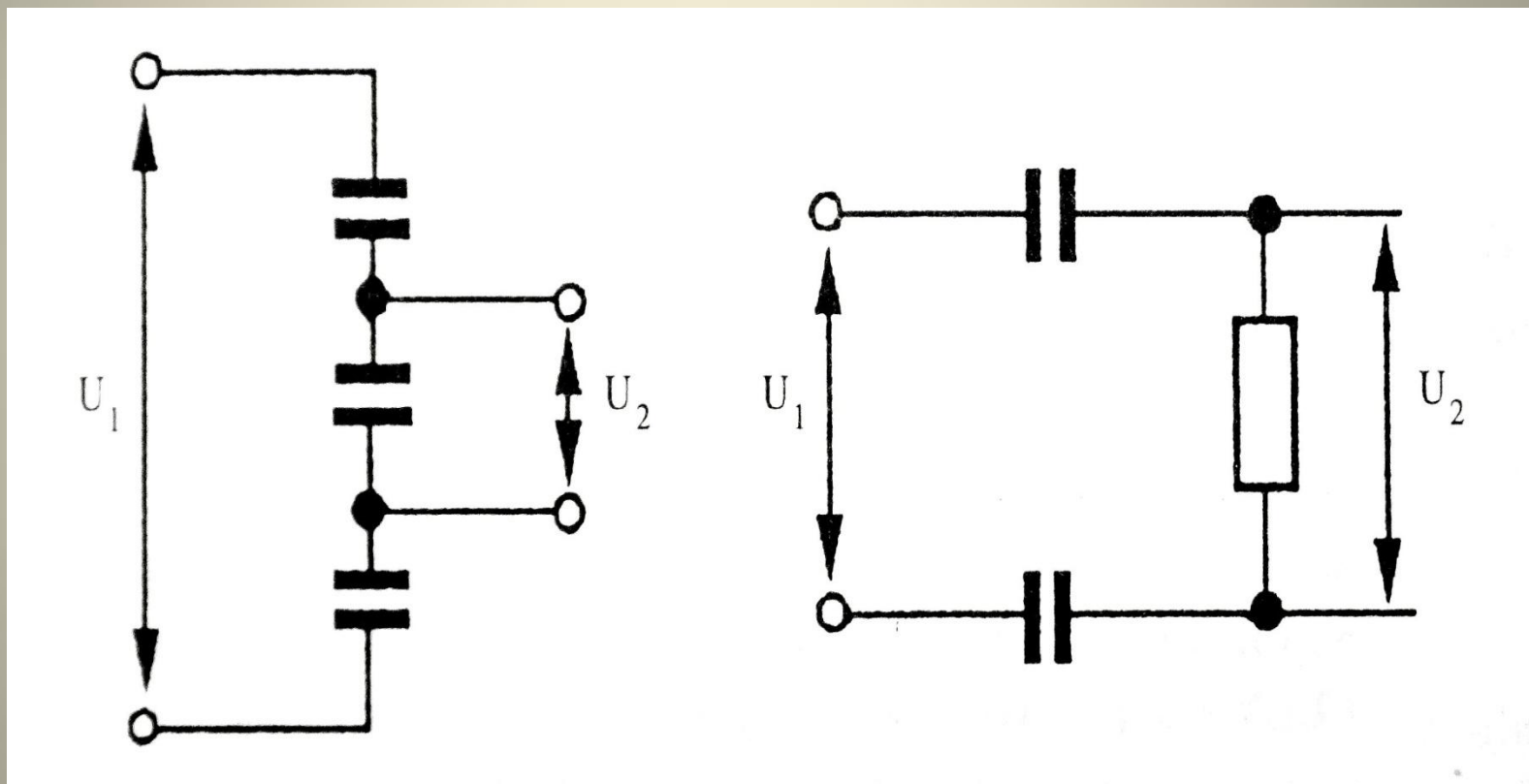
PŘÍKLADY SELV A PELV



OCHRANA ŽČ A NČ OMEZENÍM PROUDU

- Vodivé části zdroje omezeného proudu musí být bezpečně odděleny od ostatních obvodů (izolace, její el. pevnost),
- ustálený proud, který může protékat mezi současně přístupnými částmi odporem 2000 Ohmů, nesmí překročit 3,5 mA st nebo 10 mA ss,
- nahromaděný náboj mezi současně přístupnými částmi chráněnými ochrannou impedancí nesmí překročit 50 mikroC.

PŘÍKLADY OMEZENÍ PROUDU



TŘÍDY OCHRANY ELEKTRICKÝCH SPOTŘEBIČŮ PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM

TŘÍDA	STAV OCHRANY	PODMÍNKY POUŽITÍ V INSTALACI
0	Nic jiného než zákl. izolace nebezpečných živých částí, žádná ochrana při poruše	Nevodivé okolí nebo elektrické oddělení samostatně pro každý spotřebič. Pro el. zdrav. přístroje zakázané !!!
I	Neživé části, které by se mohly ocitnou při poruše na nebezpečném napětí, jsou připojeny na ochranný vodič.	Ochranný vodič je spojen s ochrannou zemí instalace a nejčastěji je využit pro ochranu pospojením v kombinaci se samočinným odpojením od zdroje.
II	Neživé části jsou pro případ jedné poruchy chráněny dvojitou nebo zesílenou izolací	K instalaci se spotřebiče (jednofázové) připojují dvouvodičově, žádné ochranné opatření v instalaci se nepožaduje
III	Dotyk živých částí není nebezpečný , neboť je na nich malé (bezpečné) napětí. Pokud se toto napětí dostane při poruše na neživé části, ani jejich dotyk není nebezpečný	Napájení spotřebiče bezpečným malým napětím. Není použitelné pro el. zdrav. přístroje. Příslušné tech. normy však připouštějí el. zdrav. přístroj s <u>vnitřním zdrojem napětí</u> . Hodnotu napětí musí zaručit výrobce, nikoli instalace.

BEZPEČNÁ JMENOVITÁ NAPĚTÍ

PROSTORY	DOCHÁZÍ-LI PŘI OBSLUZE K DOTYKU	NEJVYŠŠÍ BEZPEČNÁ MALÁ NAPĚTÍ [V] ŽIVÝCH ČÁSTÍ	
		střídavá	stejnoseměrná
normální i nebezpečné	živých částí	25	60
	krytů	50	120
zvlášť nebezpečné	živých částí	-	-
	krytů	12	25

KONVENČNÍ PROUDOVÉ MEZE

Z hlediska účinků na lidský organizmus:

- proud je vnímán od 0,5 mA st a 2 mA ss
- proud působící svíravou křeč od 5 mA st a 25 mA ss
- jsou závažnější negativní účinky od 30 mA st a 120 mA ss.

Střídavým proudem se myslí proud sinusového průběhu a kmitočtu 50 Hz.

KATEGORIE ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ PODLE NAPĚTÍ

Kategorie napětí	Označ. napětí	Název zařízení	Jmenovité napětí		
			v uzemněné soustavě		v izolované soustavě
			mezi vodičem a zemí	mezi vodiči	mezi vodiči
I	mn	zař. mn	do 50 V²⁾ včetně	do 50 V²⁾ včetně	do 50 V²⁾ včetně
II	nn	zař. nn	nad 50 V do 600 V včetně	nad 50 V¹⁾ do 1000 V²⁾ včetně	nad 50 V¹⁾ do 1000 V²⁾ včetně
A	vn	zař. vn	nad 0,6 kV do 30 kV	nad 1 kV do 52 kV	nad 1 kV do 52 kV
B	vvn	zař. vvn	od 30 kV do 171 kV	od 52 kV do 300 kV	od 52 kV do 300 kV
C	zvn	zař. zvn	-	od 300 kV do 800 kV včetně	-
D	uvn	zař. uvn	-	nad 800 kV	-

1) Sdělovací zařízení s napětím mezi vodiči v izolované soustavě do 85 V včetně se pokládají za zařízení mn. Sdělovací zařízení se jmenovitým napětím do 60 V proti zemi a vyzváněcí obvody s napětím do 150 V se budují podle předpisů pro zařízení malého napětí a ověřují se při zkoušce elektrické odolnosti napětím 500 V.

2) Pro stejnosměrná zařízení je hranicí mezi malým a nízkým napětím 120 V, hranicí mezi nízkým a vysokým napětím je pro stejnosměrná zařízení napětí 1500 V.