

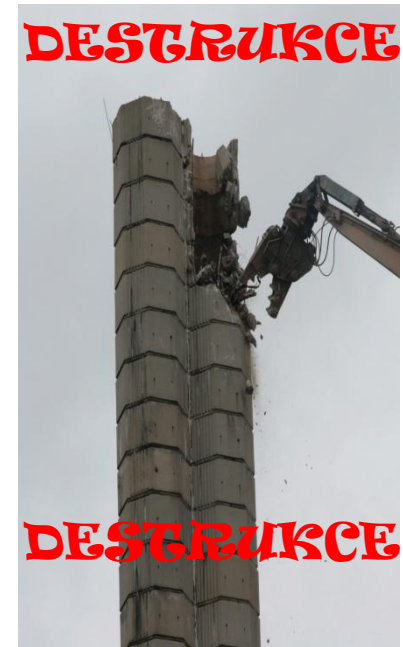
# OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

aneb

samé změny, ale nic nového pod sluncem

Možnosti ochrany **lidí a zvířat** před úrazem el. proudem jsou po mnoho let ustálené, leč mezinárodními normotvornými 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 ochrany 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 ochrany 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 ochrany 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>	=	základní izolace	+	zesílená 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
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.**

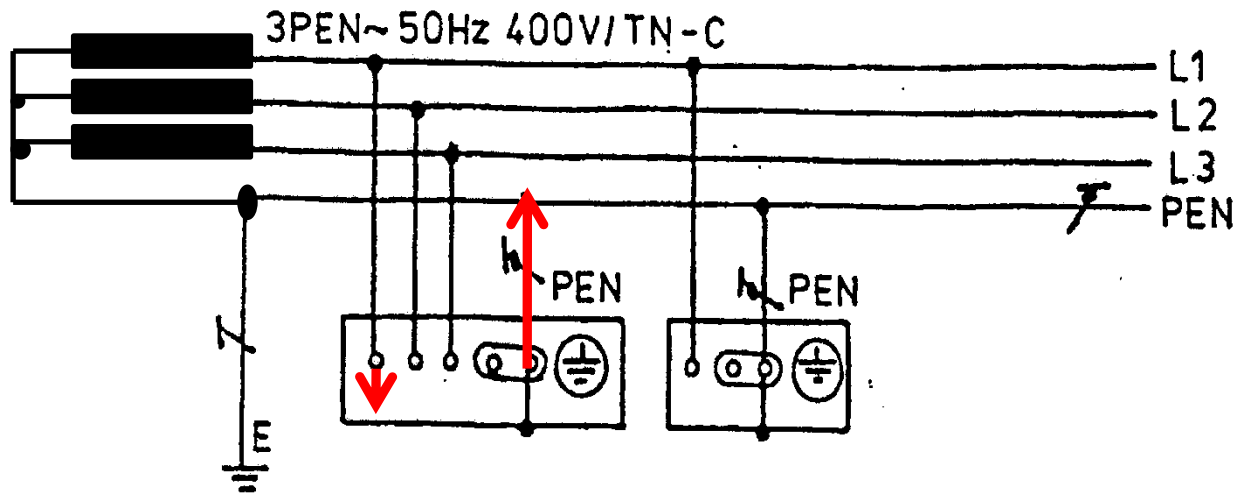
[zpět](#)

# 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](#)

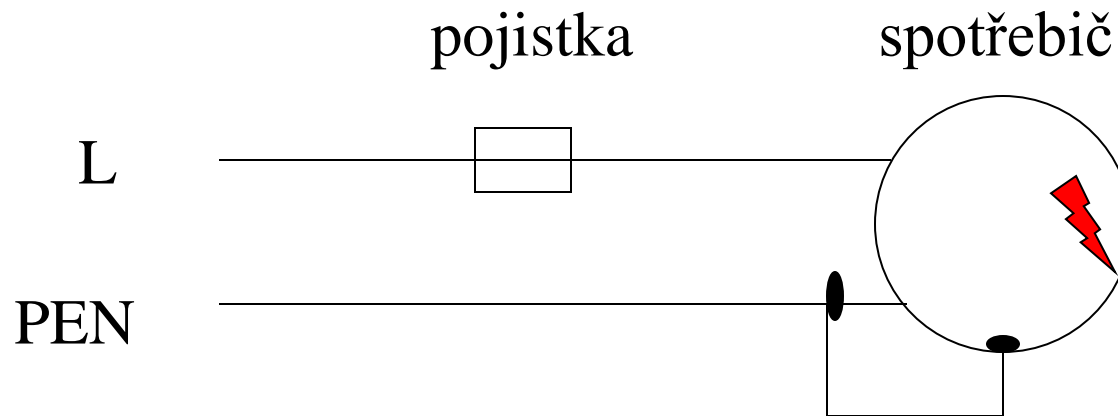
# SAMOČINNÉ ODPOJENÍ OD ZDROJE

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)

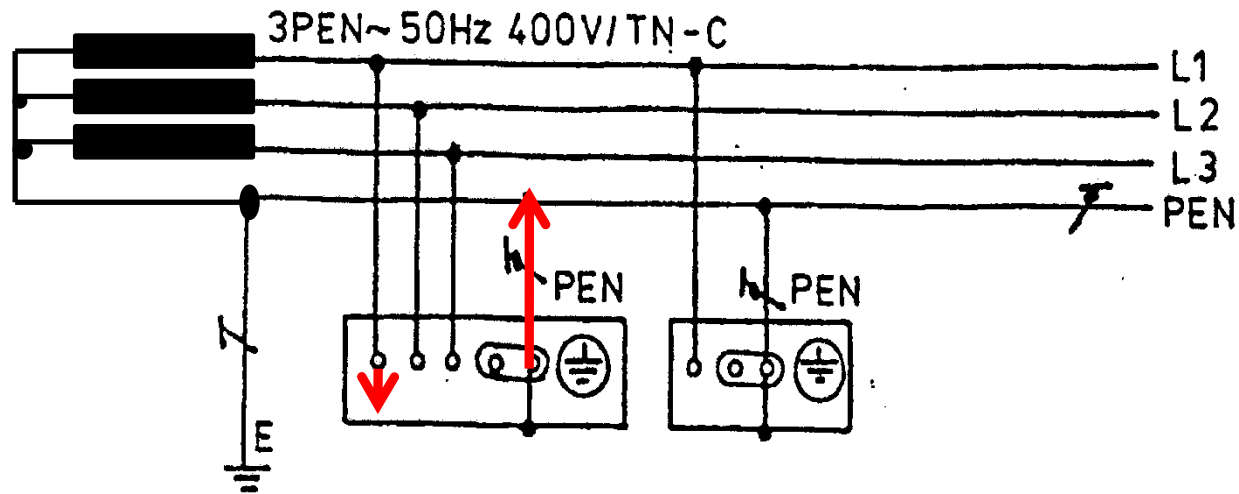
# OCHRANA SAMOČINNÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE -NULOVÁNÍ

POUŽITELNÉ JEN U ROZVODNÉ SOUSTAVY TN-C

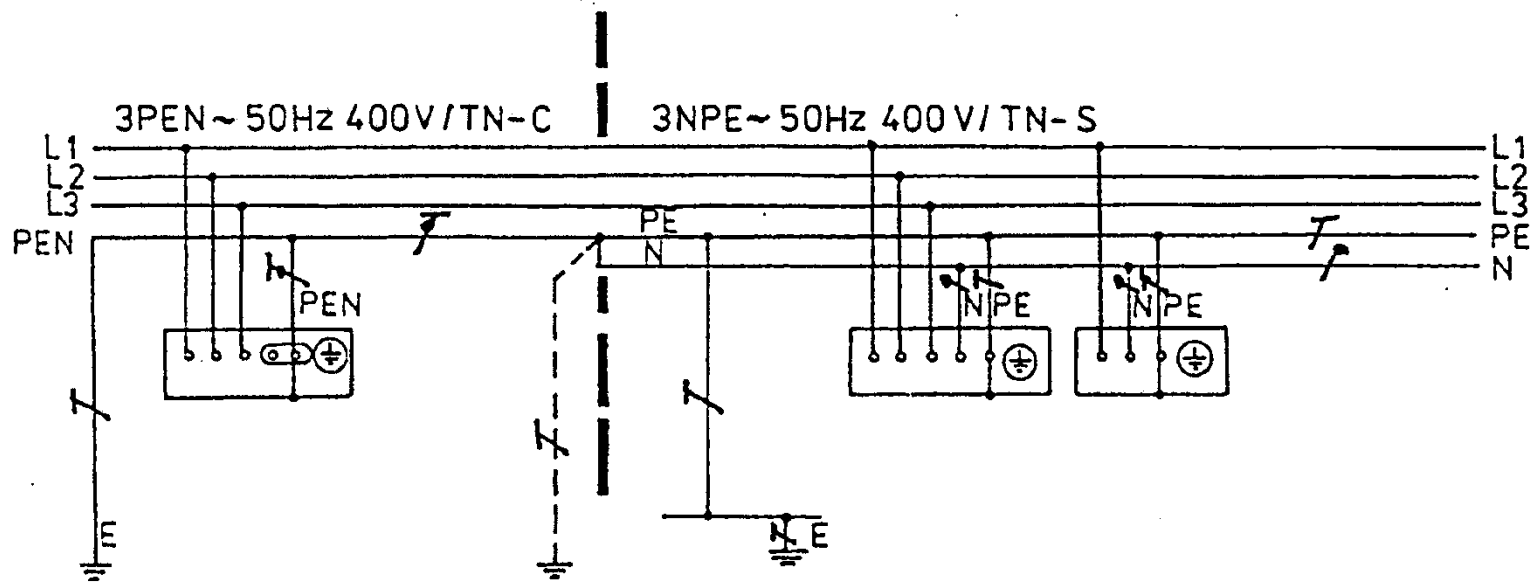


Nereaguje na poruchové vodivé spojení živé a neživé části, pokud toto spojení má tak vysoký odpor, že proud procházející tímto spojením nestačí k přerušení obvodu pojistkou. Uplatní se však uzemnění, které PEN zprostředkovává a to má zajistit, že při poruše nepřevyší napětí neživé části povolenou mez.

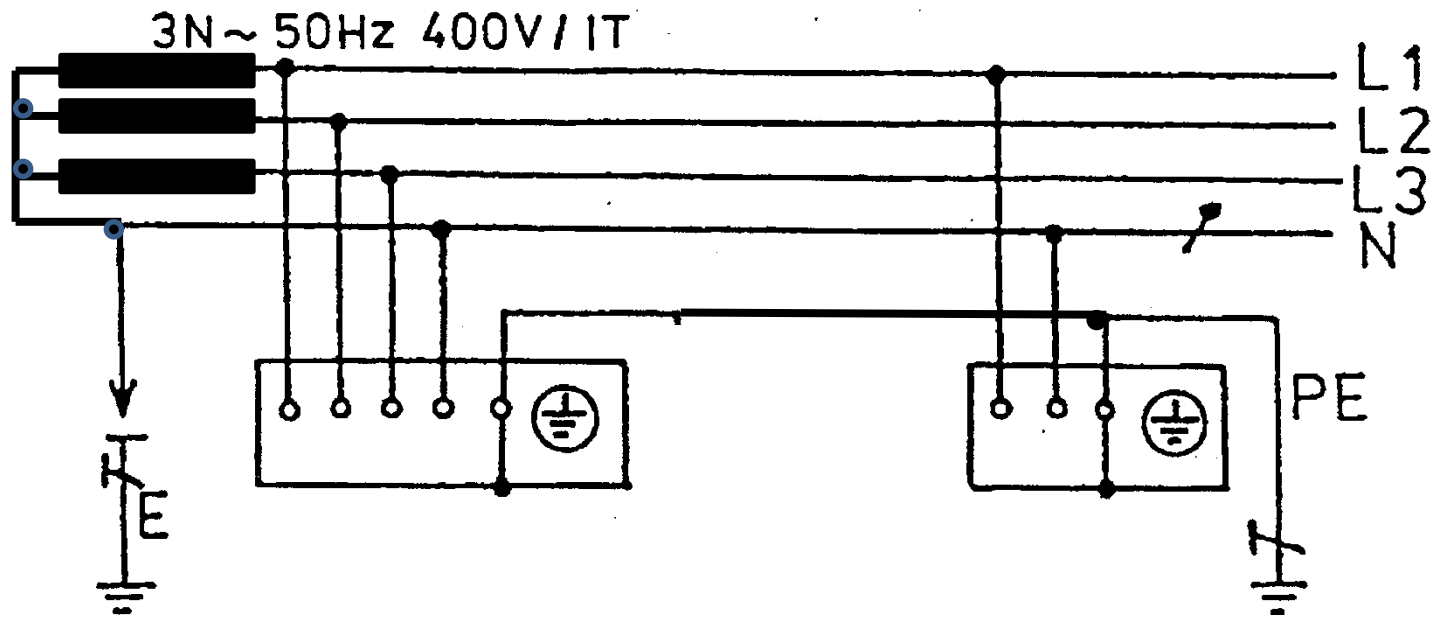
# SÍŤ TN-C



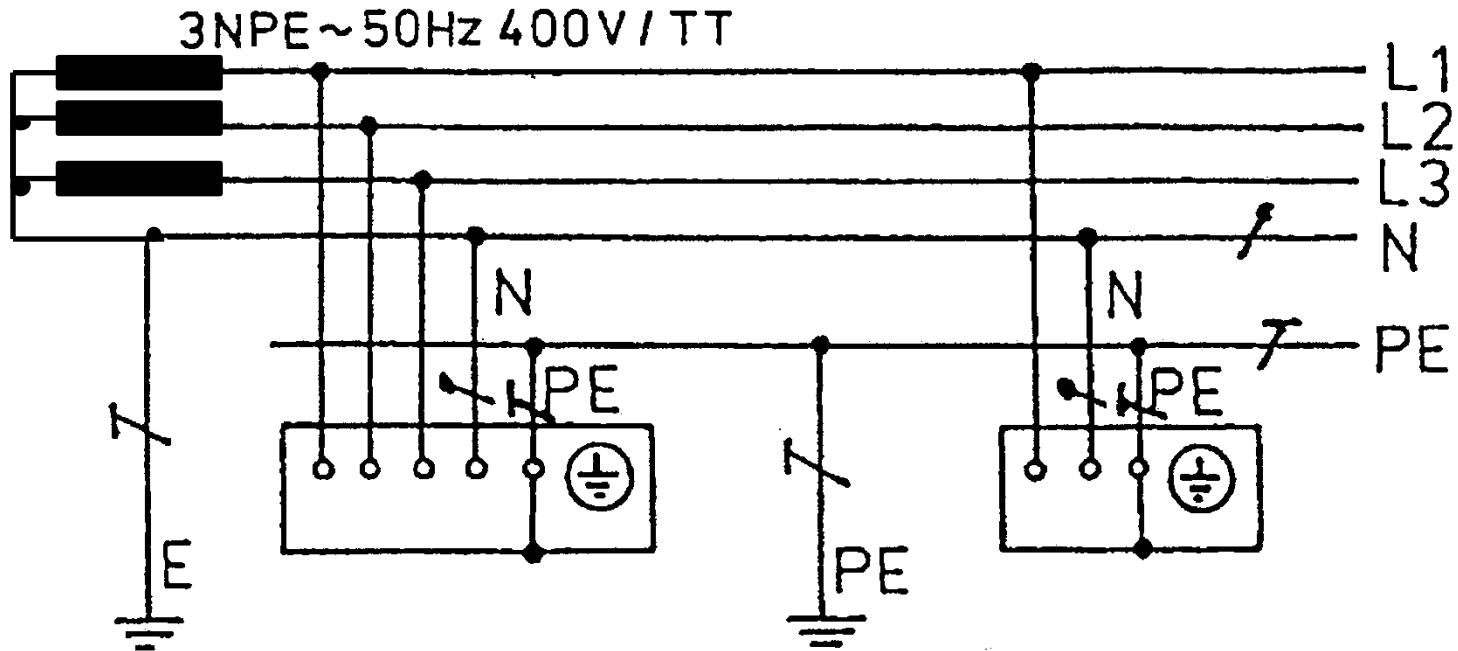
# PŘECHOD Z TN-C NA TN-S



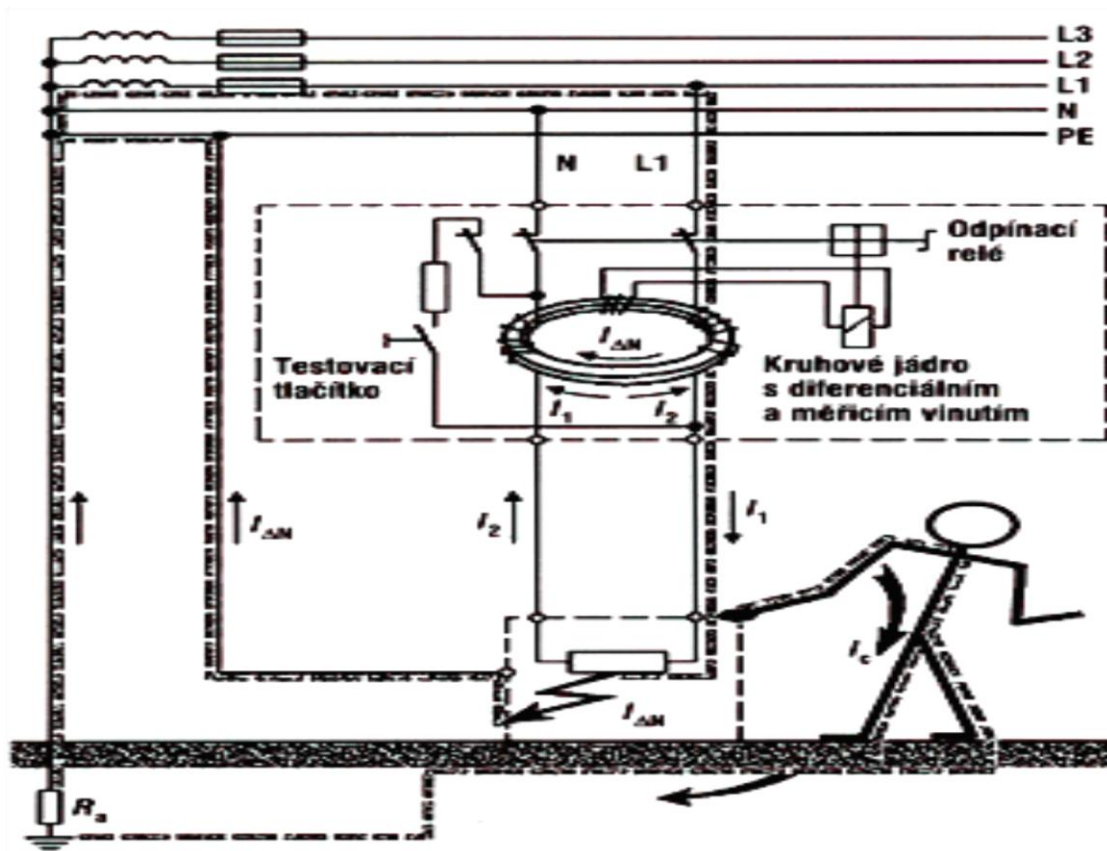
# SÍŤ IT



# SÍŤ TT



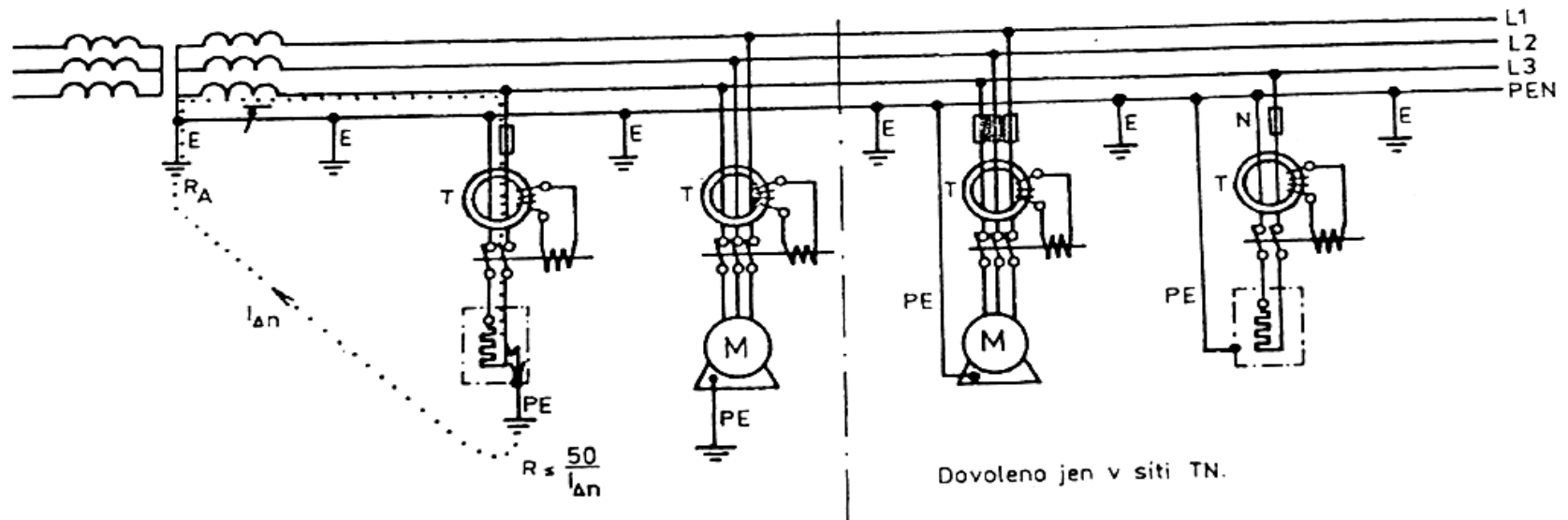
# PRINCIP ČINNOSTI PROUDOVÉHO CHRÁNIČE





# POUŽITÍ PROUDOVÉHO CHRÁNIČE

OCHRANNÉ OPATŘENÍ POMOCÍ PROUDOVÉHO CHRÁNIČE

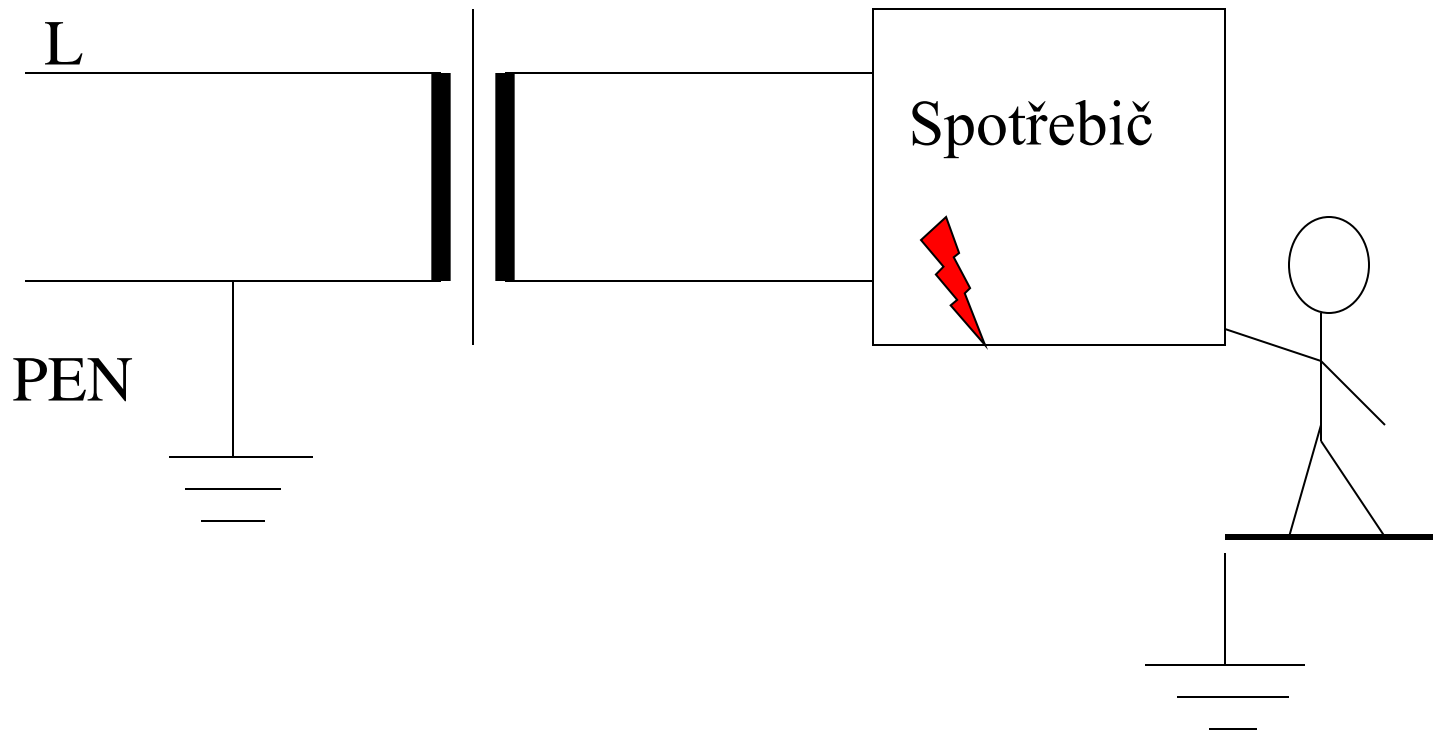


$I_{\Delta n}$  - vybavovací proud chrániče

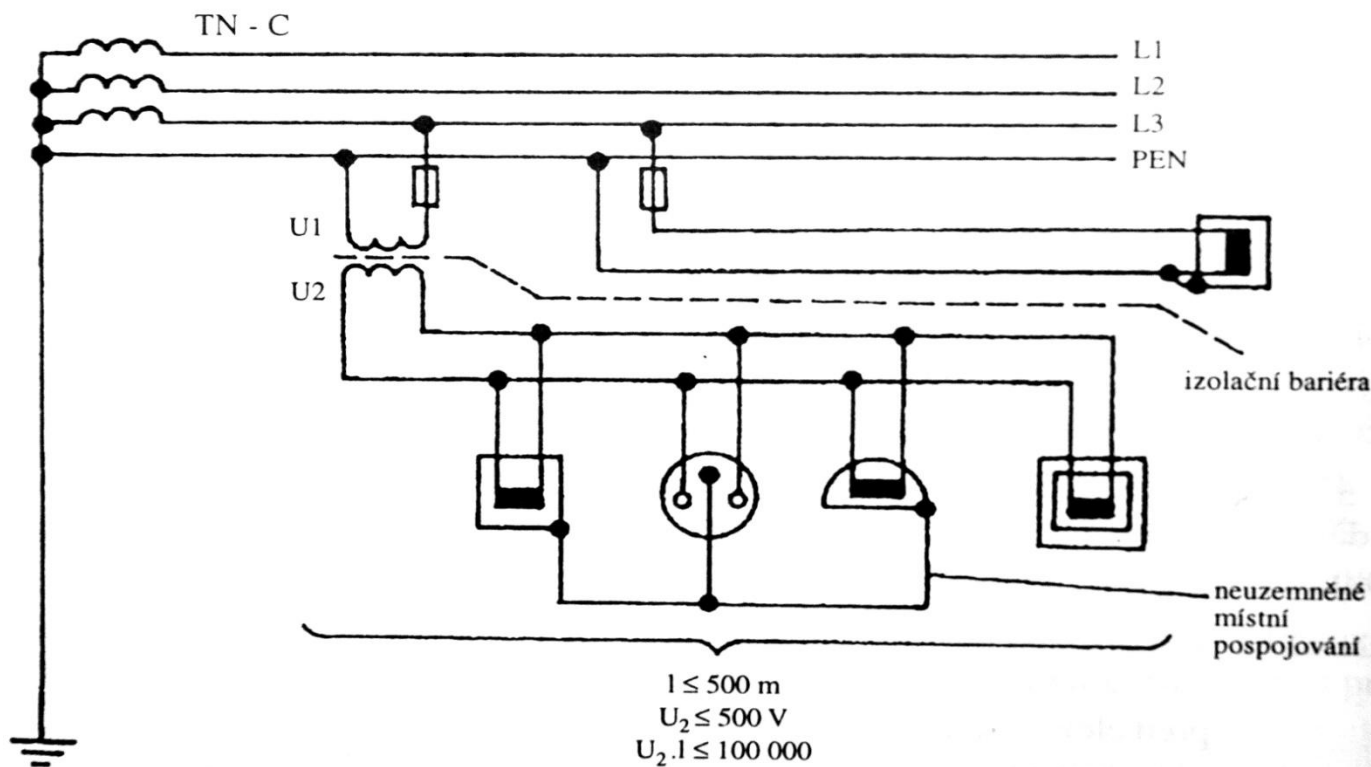
T - součtový transformátor proudů

[zpět](#)

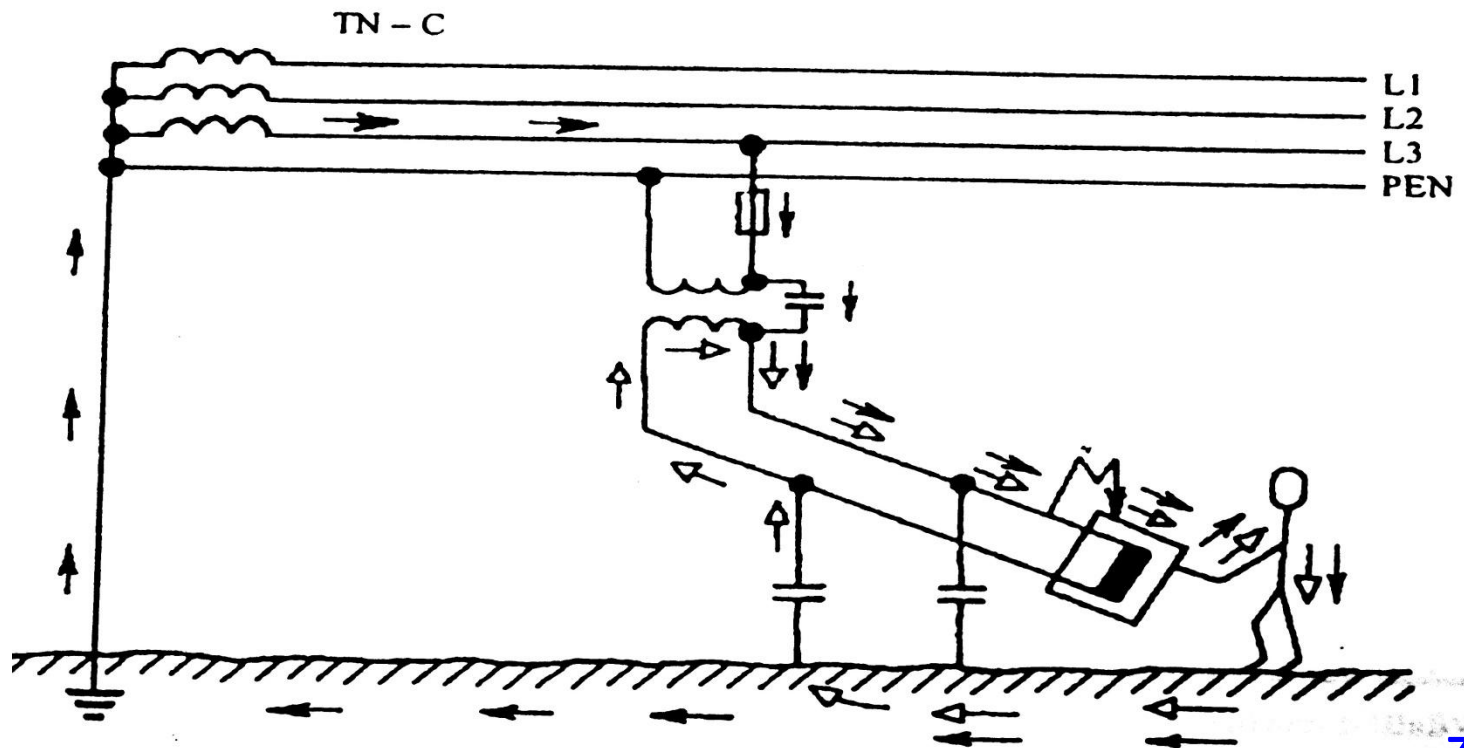
# OCHRANA ODDĚLENÍM OBVODŮ



# OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM OBVODŮ - PODMÍNKY



# OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM OBVODŮ – její degenerace kapacitními proudy.



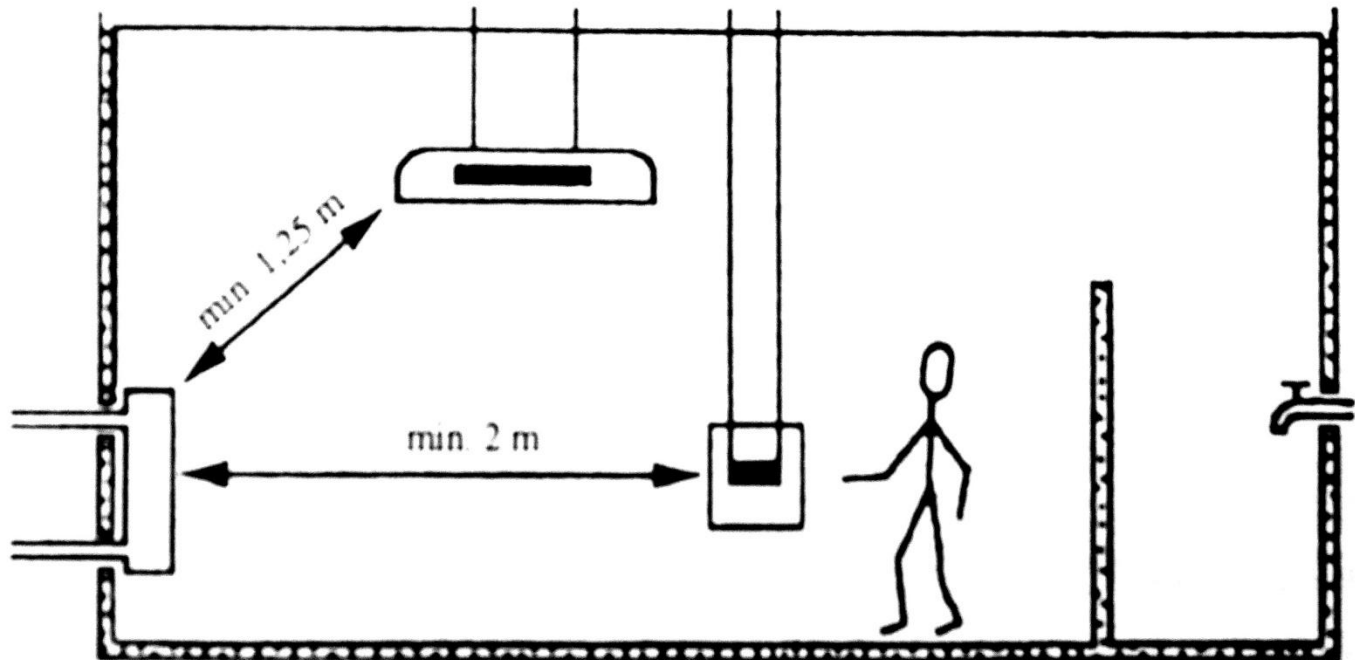
[zpět](#)

# OCHRANA NEVODIVÝM OKOLÍM

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

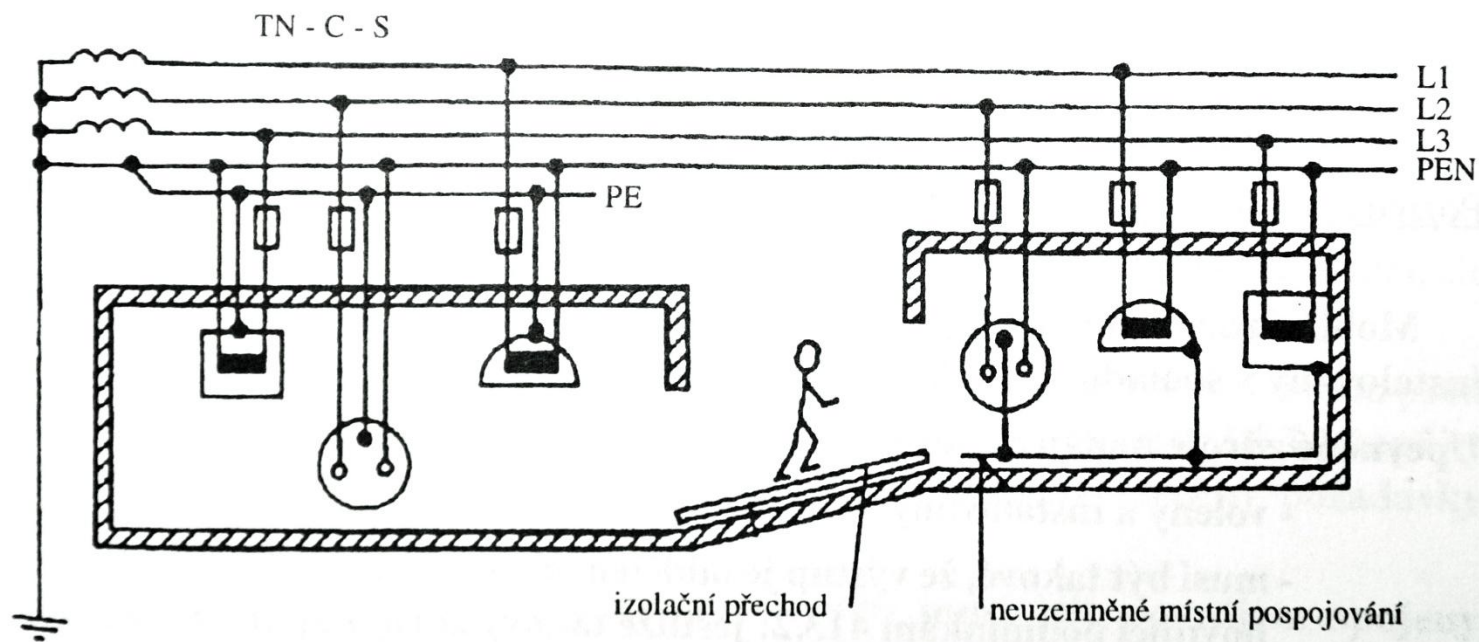
- neživé části musí být rozmístěny tak, že za běžných podmínek se osoby nemohou dotýkat dvou nebo více vodivých částí současně, ani jiných (cizích) vodivých částí (vzdálenost 2 m (1,25 m stačí-li to k nedosažitelnosti nataženou rukou),
- nikde nesmí být žádný ochranný vodič,
- izolační podlaha a stěny.

# 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)

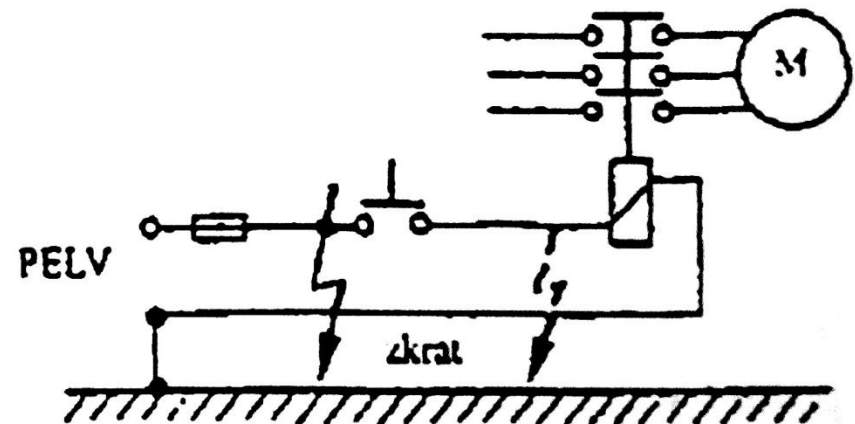
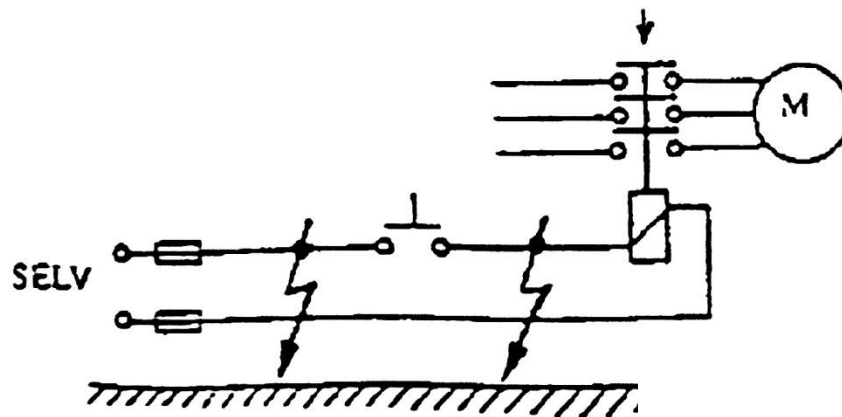
- Živé části obvodů SELV jsou od sebe navzájem a od jiných obvodů elektricky oddělené (izolací s el. pevností jako u bezpečnostních oddělovacích transformátorů).
- Neživé části nesmějí být uzemněné nebo spojené s ochrannými vodiči nebo s cizími vodivými částmi.
- Zásuvky a vidlice obvodů SELV musí být 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 musí být navzájem pospojeny.

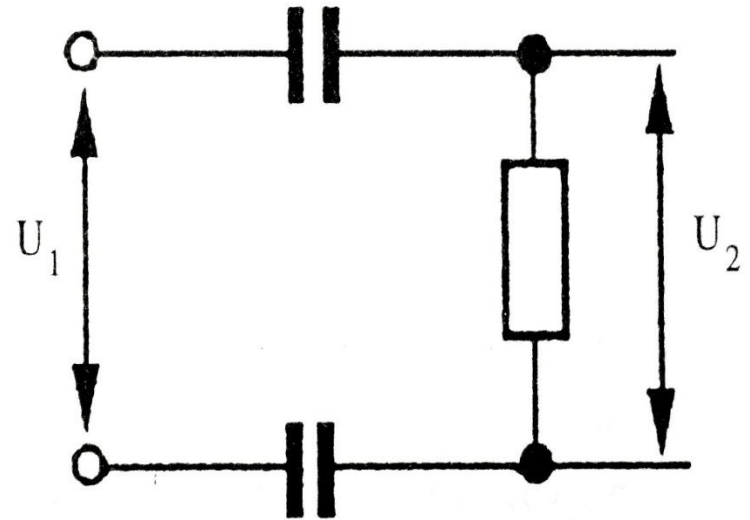
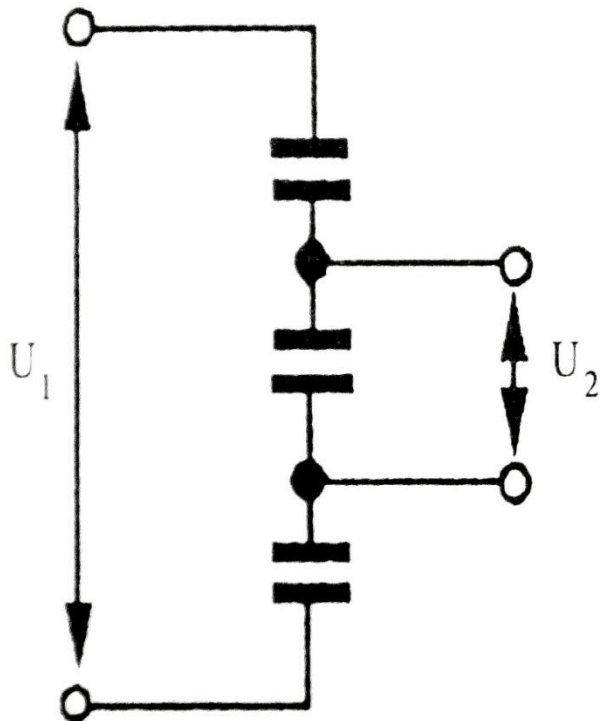
# PŘÍKLADY SELV A PELV



# 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. <b>Pro el. zdrav. přístroje zakázané !!!</b>
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. <b>Není použitelné pro el. zdrav. přístroje.</b> Příslušné tech. normy však připouštějí el. zdrav. přístroj s <u>vnitřním zdrojem napětí</u> . <b>Hodnotu napětí musí zaručit výrobce, nikoli instalace.</b>

# BEZPEČNÁ JMENOVITÁ NAPĚTÍ

PROSTORY	DOCHÁZÍ-LI PŘI OBSLUZE K DOTYKU	NEJVYŠŠÍ BEZPEČNÁ MALÁ NAPĚTÍ [V]	
		střídavá	stejnoseměrná
normální i nebezpečné	živých částí	25	60
	krytů	50	120
zvláště 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
<b>I</b>	<b>mn</b>	<b>zař. mn</b>	<b>do 50 V<sup>2)</sup> včetně</b>	<b>do 50 V<sup>2)</sup> včetně</b>	<b>do 50 V<sup>2)</sup> včetně</b>
<b>II</b>	<b>nn</b>	<b>zař. nn</b>	<b>nad 50 V do 600 V včetně</b>	<b>nad 50 V<sup>1)</sup> do 1000 V<sup>2)</sup> včetně</b>	<b>nad 50 V<sup>1)</sup> do 1000 V<sup>2)</sup> včetně</b>
<b>A</b>	<b>vn</b>	<b>zař. vn</b>	<b>nad 0,6 kV do 30 kV</b>	<b>nad 1 kV do 52 kV</b>	<b>nad 1 kV do 52 kV</b>
<b>B</b>	<b>vvn</b>	<b>zař. vvn</b>	<b>od 30 kV do 171 kV</b>	<b>od 52 kV do 300 kV</b>	<b>od 52 kV do 300 kV</b>
<b>C</b>	<b>zvn</b>	<b>zař. zvn</b>	-	<b>od 300 kV do 800 kV včetně</b>	-
<b>D</b>	<b>uvn</b>	<b>zař. uvn</b>	-	<b>nad 800 kV</b>	-

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.