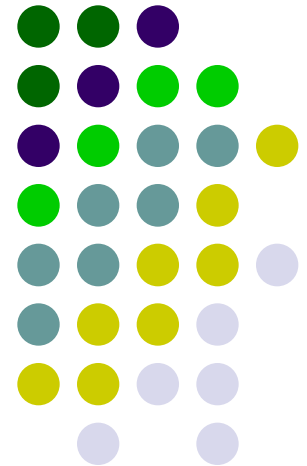


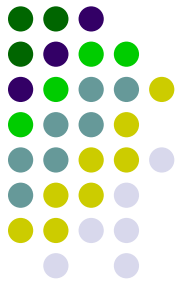
Vyšší odborná škola a Střední škola slaboproudé elektrotechniky

BOZP v elektrotechnice

4. lekce



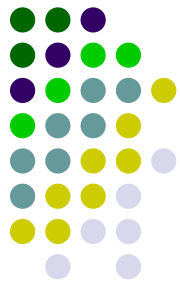
Ochrany neživých částí



Na neživých částech za normálních podmínek napětí není, ale v **případě poruchy** by se zde nebezpečné napětí vyskytnout mohlo.

Zajišťujeme tedy ochranu při poruše.

Způsoby zajištění ochrany neživých částí



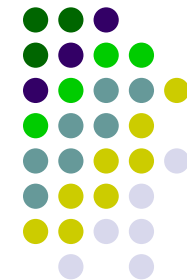
Neživá část je vodivá část, na které za normálních okolností napětí není, ale při poruše izolace by se mohla stát živou částí, a zde je nutno rozlišit též

nebezpečnou živou část od části ,

která i když živá je, nemůže nebezpečí způsobit

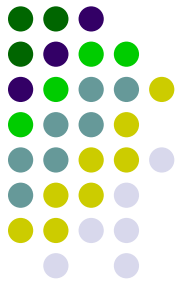
(bezpečné napětí).

Podle ČSN 33 2000-1 musí být ochrana zajištěna



- zabráněním průchodu proudu tělem - **elektrické oddělení**
- omezením proudu na bezpečnou hodnotu – **omezením náboje Q**
- samočinným (automatickým) odpojením od zdroje ve stanoveném čase, jakmile dojde k poruše, která by mohla být příčinou průchodu nebezpečného proudu

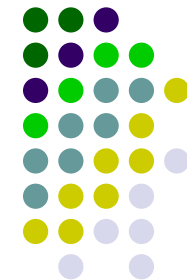
Podle ČSN 33 2000-4-47 se nemusí provádět ochranná opatření na neživých částech tehdy, jsou-li to ...
Nově také dle ČSN EN 61 140 – ochrana před úrazem



- nepřístupné kovové části
- části omezených rozměrů do velikosti 50x50 mm (např. šrouby, příchytky, štítky, atd.)

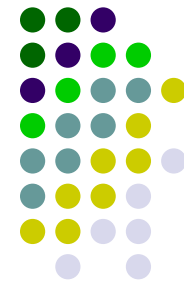
Jinak všude se musí provést některé z opatření k zajištění ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí!

Všeobecně jsou v elektrických instalacích dovolená tato ochranná opatření ...



- automatické odpojení od zdroje
- dvojitá nebo zesílená izolace
- elektrické oddělení pro napájení jednoho spotřebiče
- malé napětí (SELV a PELV)

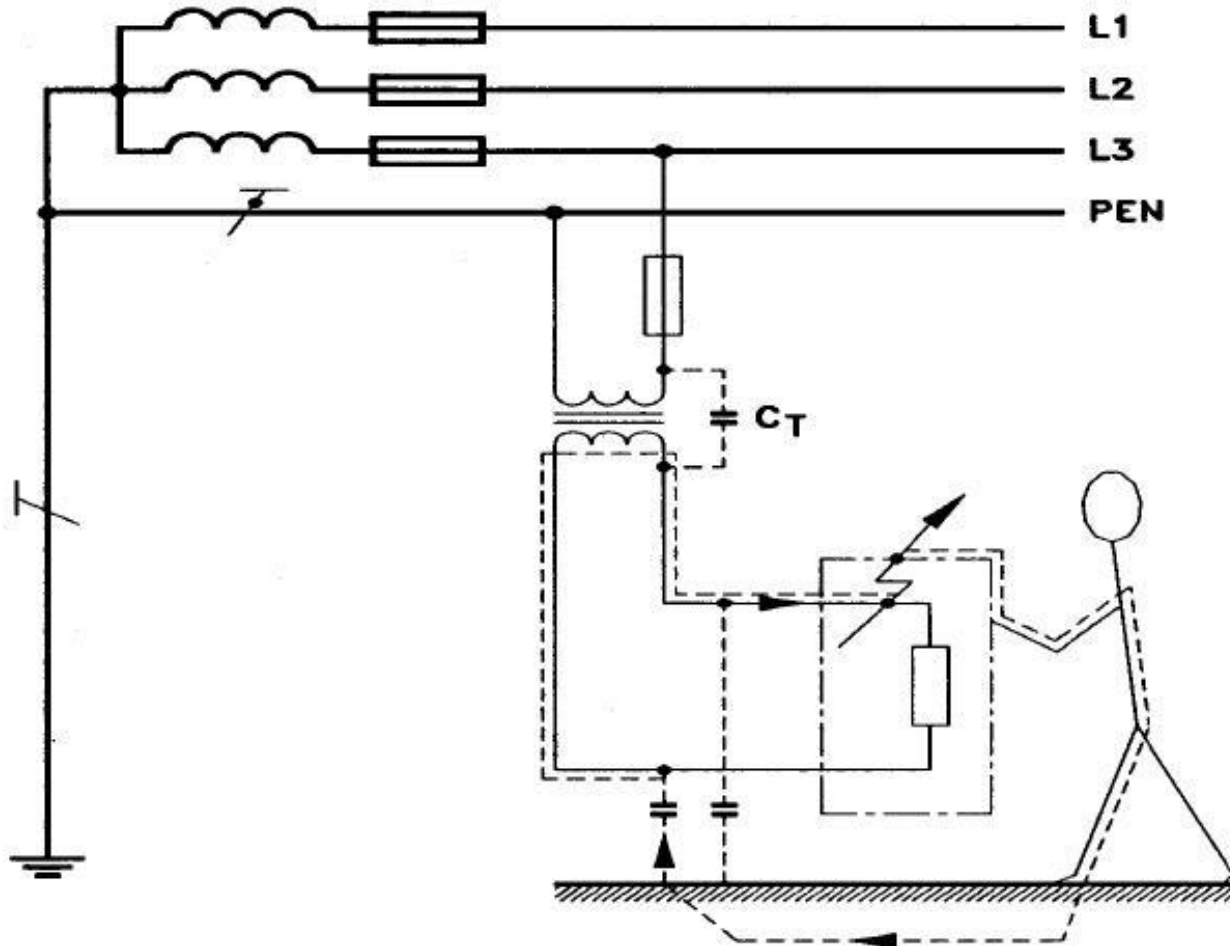
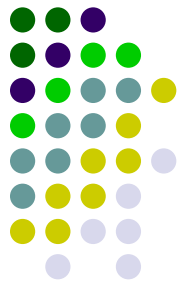
Ochrana zabráněním nebo omezením průchodu proudu tělem



Ochrana neživých částí elektrickým oddělením

Účelem **elektrického oddělení** jednotlivých obvodů je zabránit průchodu tak velkého proudu, který by, při dotyku neživých částí a poruše základní izolace mohl způsobit úraz elektrickým proudem.

Ochrana neživých částí elektrickým oddělením





Ochrana neživých částí elektrickým oddělením

Podmínky pro provedení ochrany

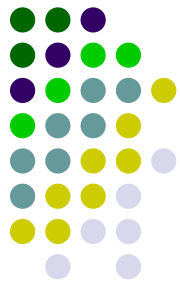
- oddělený obvod musí být od ostatních obvodů **galvanicky oddělen** - oddělovací ochranný transformátor
- mezi oddělenými obvody a ostatními obvody musí být **dvojitá nebo zesílená izolace**
- vodiče odděleného obvodu uložené společně s vodiči jiných obvodů **musí být izolovány na nejvyšší napětí**
- napětí elektricky odděleného obvodu **nesmí přesáhnout efektivní hodnotu 500V AC**
- pokud je transformátor přenosný, tak **nesmí být překročena hodnota 250V AC**
- výkon **nesmí přesáhnout 25kVA u jednofázových** a 40kVA u vícefázových transformátorů

Ochrana neživých částí elektrickým oddělením



- Ohebné kabely a šňůry **musí být viditelné po celé délce**, ve které existuje nebezpečí mechanického poškození.
- Všechny zásuvky musí být opatřeny ochrannými kontakty, které musí být spojeny se soustavou pospojování.
- Všechny ohebné kabely, s výjimkou zařízení třídy ochrany II, musí obsahovat **ochranný vodič** k tomu, aby byl použit jako vodič pospojování.

Ochrana neživých částí elektrickým oddělením



Ochranný oddělovací transformátor je označen značkou :

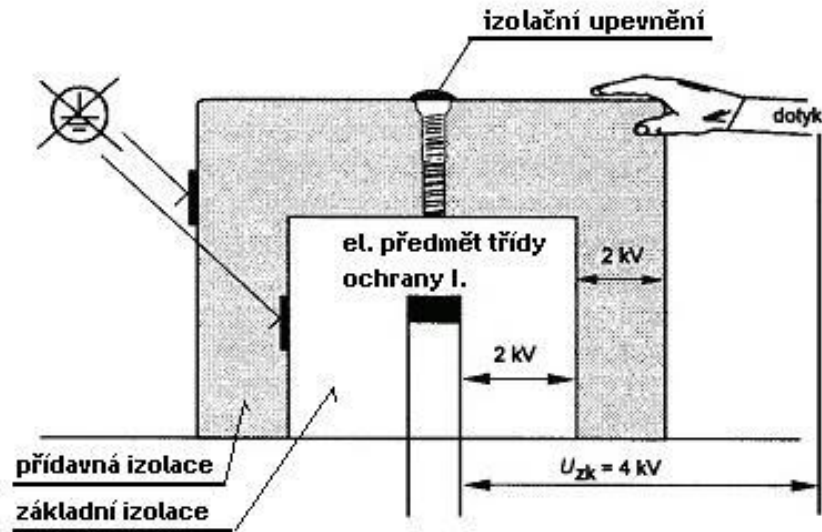
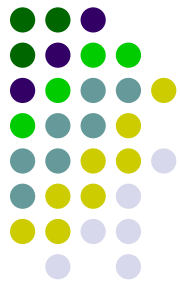


Zkratuodolný



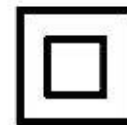
Neodolný proti zkratu

Ochrana použitím zařízení třídy ochrany II.



Neživé části od živých částí jsou odděleny dvojitou izolací.

Vlastnosti takového zařízení musí být ověřeny autorizovanou zkušebnou a jsou na svém výrobním štítku označeny stanoveným označením ...



Ochrana nevodivým okolím

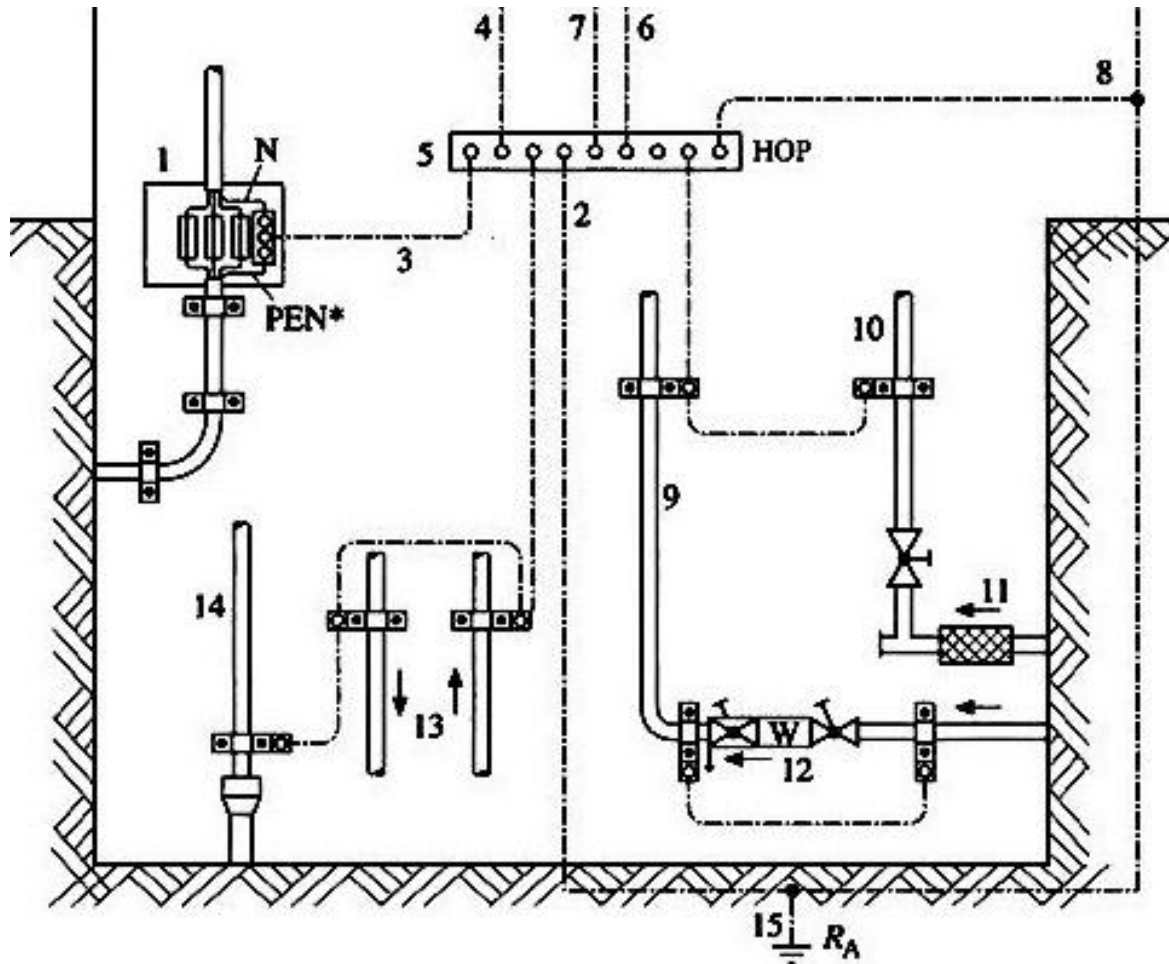


V prostoru, kde neexistuje vodivé spojení předmětů se zemí ani mezi sebou, nemůže tedy při dotyku části pod napětím dojít k průchodu proudu tělem.

Je však nutné zajistit:

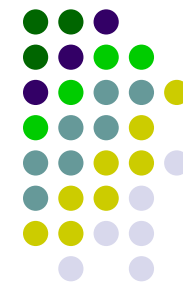
- nepřivedení jakékoliv uzemněné části do tohoto prostoru
- v uvedeném prostoru se nesmí používat ochranný vodič
- zásuvky zde nesmí mít ochranný kontakt
- nesmí se přinést ani elektrický předmět třídy I. napájený ze zásuvky mimo daný prostor
- vodivé předměty spojené se zemí (např. radiátory ústředního topení) musí být chráněny nevodivými kryty před dotykem

Ochrana pospojováním



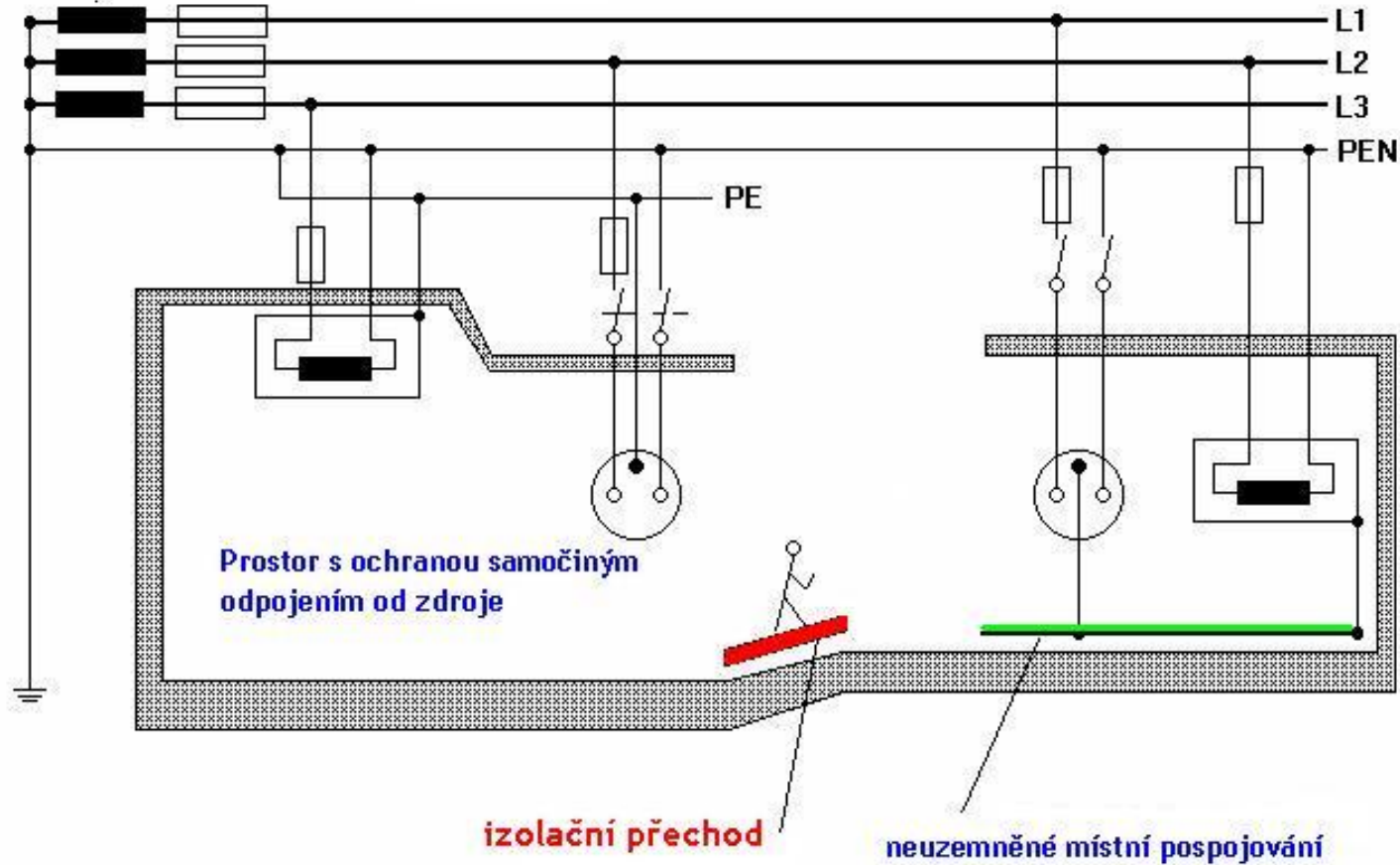
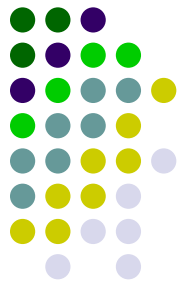
- 1 – HDS (hlavní domovní skříň)
 - 2 – uzemňovací přívod (popř. spojení s konstrukcí budovy v síti TN)
 - 3 – propojení vodiče PEN s HOP (pouze v sítích TN)
 - 4 – hlavní ochranný vodič
 - 5 – hlavní ochranná přípojnice – HOP (přípojnice hlavního pospojování)
 - 6 – vodič pro uzemnění antény
 - 7 – vodič pro uzemnění zařízení
 - 8 – spojení se svodem hromosvodu
 - 9 – kovové vodovodní potrubí
 - 10 – kovové potrubí rozvodu plynu v budově
 - 11 – izolační vložka
 - 12 – vodoměr
 - 13 – potrubí ústředního topení
 - 14 – kovové odpadní potrubí
 - 15 – zemnič objektu
- (*) – vodič PEN v síti TN (v síti TT nulový vodič N)

Ochrana pospojováním

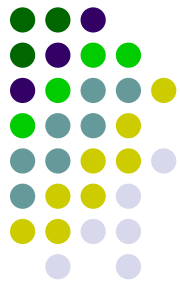


Fázový nebo krajní vodič - materiál průřez [mm ²]	Průřez vodiče ochranného pospojování		
	[mm ²]		
	měď	hliník	pozinkovaná ocel
hliník do 6 mm ² , měď do 4 mm ²	4	6	12,5 (Ø/span > 4 mm)
hliník 10 až 35 mm ² , měď 6 až 15 mm ²	10	10 až 25	50 (Ø 8 mm) tloušťka 2,5 mm
hliník 50 mm ² , měď 35 mm ²	16	35	100 tloušťka 3

Ochrana neuzemněným místním pospojováním



Ochrana při poruše samočinným (automatickým) odpojením od zdroje



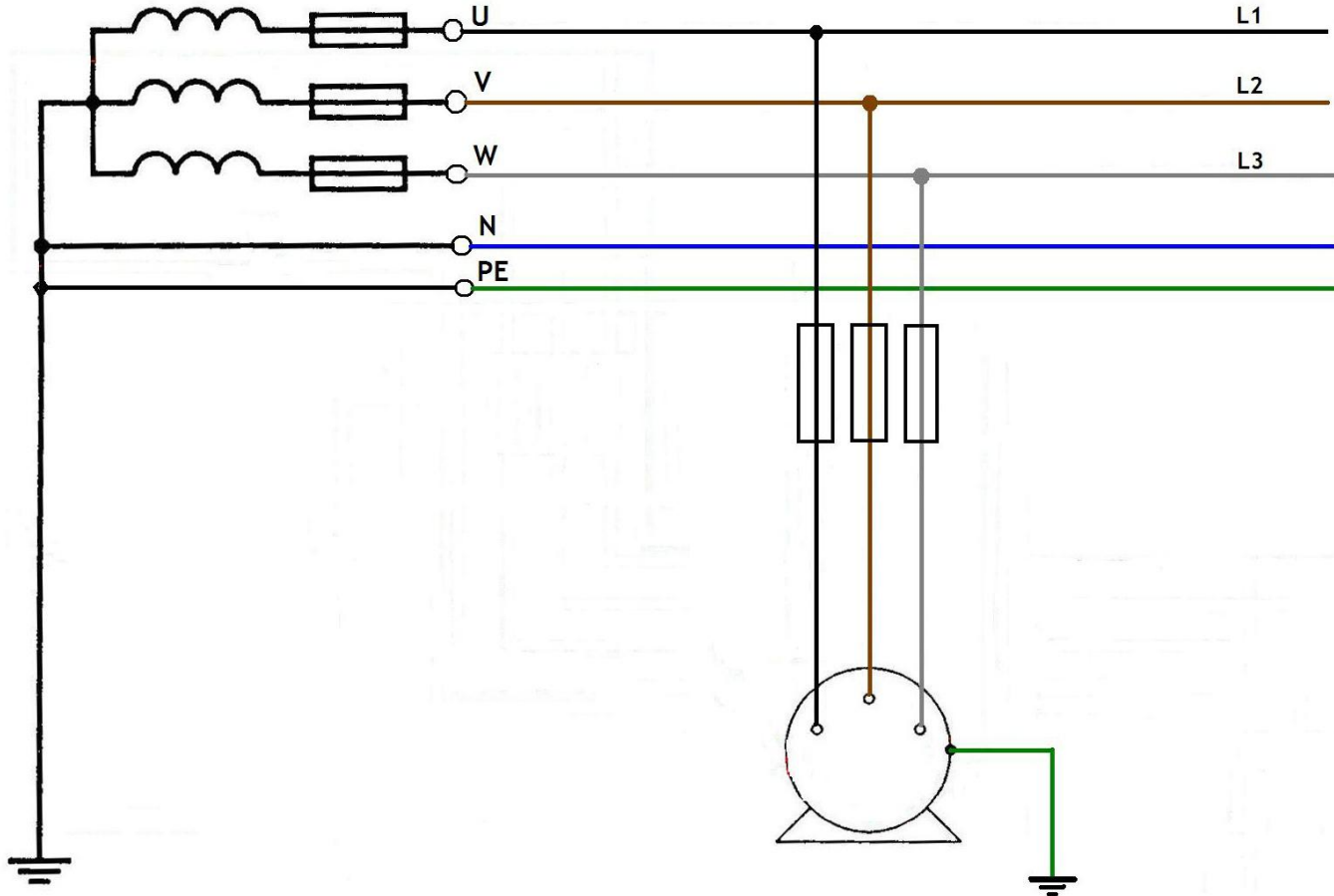
Ochrana spočívá v **samočinném odpojení od zdroje** v případě poruchy tak, aby vzniklé dotykové napětí nemohlo člověka ohrozit.

Princip:

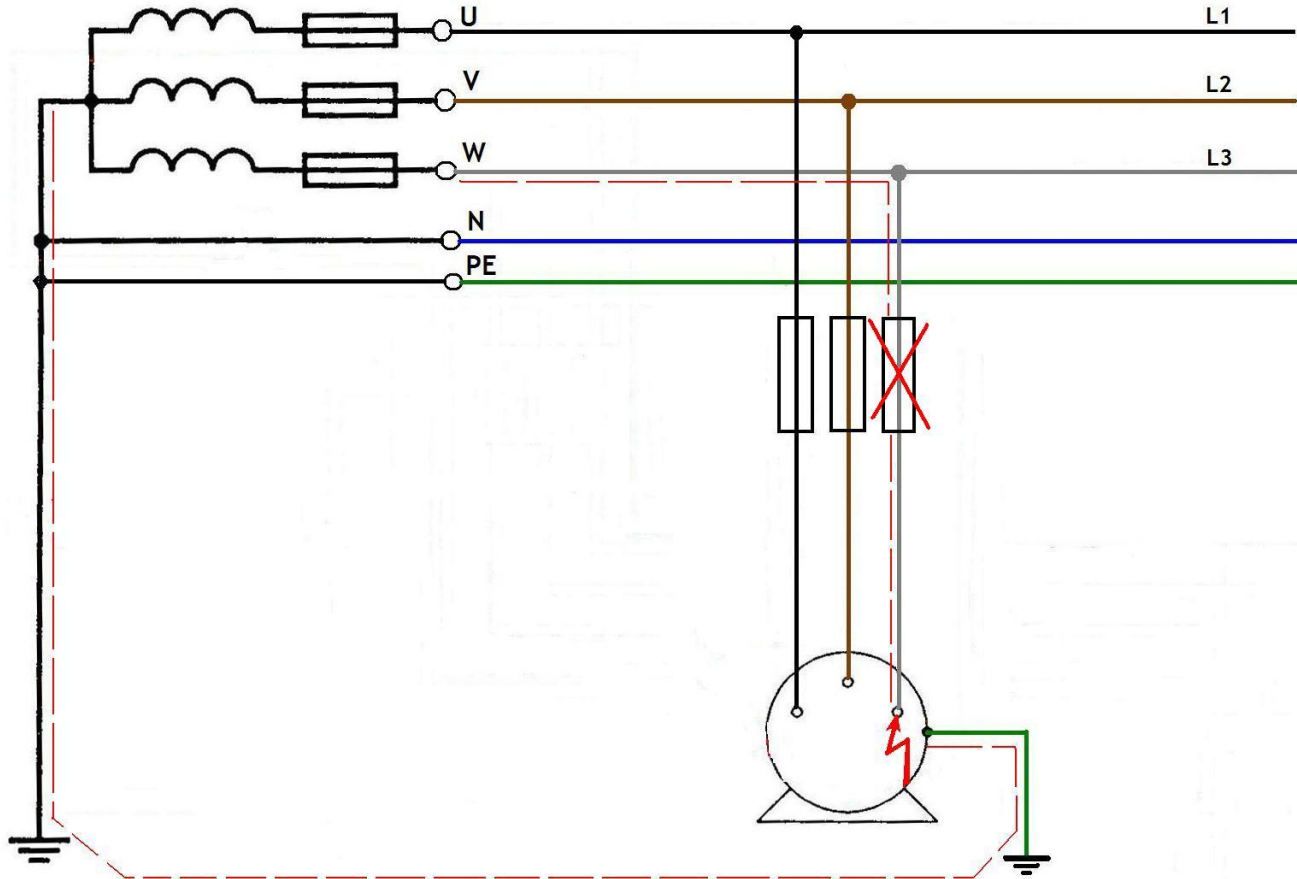
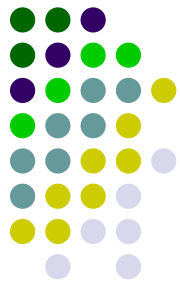
- vyvolání takového nadproudu, na který reagují ochranné prvky
- pro vznik nadproudu musí být neživé části spojeny s PE

Ochrana pracuje na tom principu, že poruchový proud vzniklý při průrazu izolace mezi živou a neživou částí má takovou hodnotu, která uvede do činnosti ochranný prvek, a ten odpojí elektrické zařízení nebo obvod s poruchou od zdroje.

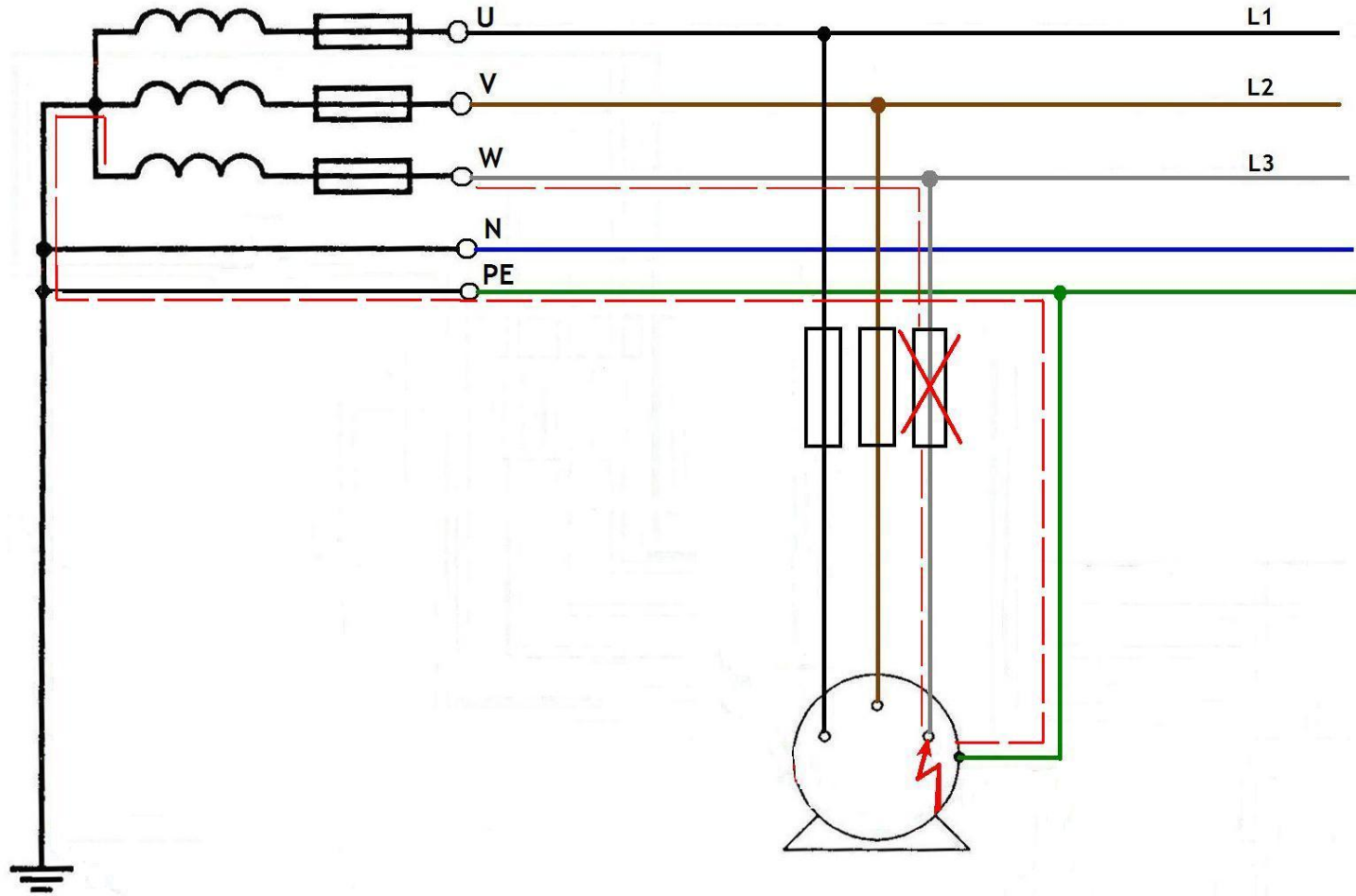
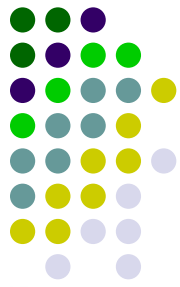
Ochrana při poruše samočinným (automatickým) odpojením od zdroje



Ochrana při poruše samočinným (automatickým) odpojením od zdroje



Ochrana při poruše samočinným (automatickým) odpojením od zdroje



Ochrana při poruše samočinným (automatickým) odpojením od zdroje



Podstatné je, aby potřebný **poruchový proud**, na nějž bude ochranný prvek reagovat, při poruše **vznikl**.

Z toho důvodu musí být neživá část připojena k ochrannému vodiči při splnění podmínek stanovených pro každý způsob uzemnění sítě.

Je nutné, aby se po dobu, než budou zařízení nebo obvod s poruchou odpojeny od zdroje, zabránilo vzniku vysokých dotykových napětí na neživých částech a také, aby se zvýšil vyhodnocovaný poruchový proud odcházející z neživé části pod napětím - **provádí se pospojování**.

Ochrana při poruše samočinným (automatickým) odpojením od zdroje



Uzemnění neživých částí elektrických zařízení a pospojování jsou tedy, kromě funkčnosti ochranného prvku, **hlavními podmínkami ochrany** samočinným odpojením od zdroje.

Podle toho, jakým způsobem je prostřednictvím ochranného vodiče toto spojení provedeno, se rozlišují druhy sítí

TN ; TT a IT

Uplatňují různé ochranné prvky podle způsobu, kterým vyhodnocují poruchové proudy.

Ochrana samočinným odpojením od zdroje se musí provést v každé instalaci kromě těch částí instalace, u kterých je uplatněn jiný způsob ochrany.

Dovolené dotykové napětí

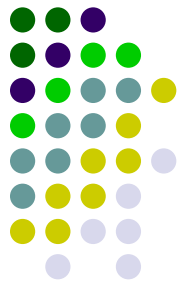


V obvodu při **samočinným odpojením od zdroje** mezi vznikem poruchy a odpojením obvodu **uplyne určitý čas** nutný pro funkci nadproudového vypínacího prvku.

Po tuto dobu je na kostře chráněného spotřebiče oproti zemi tzv. **dotykové napětí**.

Dotykové napětí menší než povolené bezpečné napětí pro daný prostor **může být na kostře i trvale** - není to žádoucí stav a signalizuje poruchu obvodu, která se může dále nepříznivě vyvíjet.

Dovolené dotykové napětí



Dovolené meze trvalého dotykového napětí podle prostorů u zařízení do 1000 V ukazuje následující tabulka:

Prostory	Dovolené meze dotykového napětí U_{dL} (V)	
	střídavé	stejnoseměrné ²⁾
Normální i nebezpečné	50	100
Zvláště nebezpečné ¹⁾	25	60
Zvláště nepříznivé případy (práce ve vodě bez použití pomůcek, stísněné prostory atd.)	12	25

¹⁾ Platí též pro hračky, některá zdravotnická zařízení přicházející ve styk s pokožkou nebo s vlasy a v prostorech, ve kterých toho stupeň nebezpečí vyžaduje.

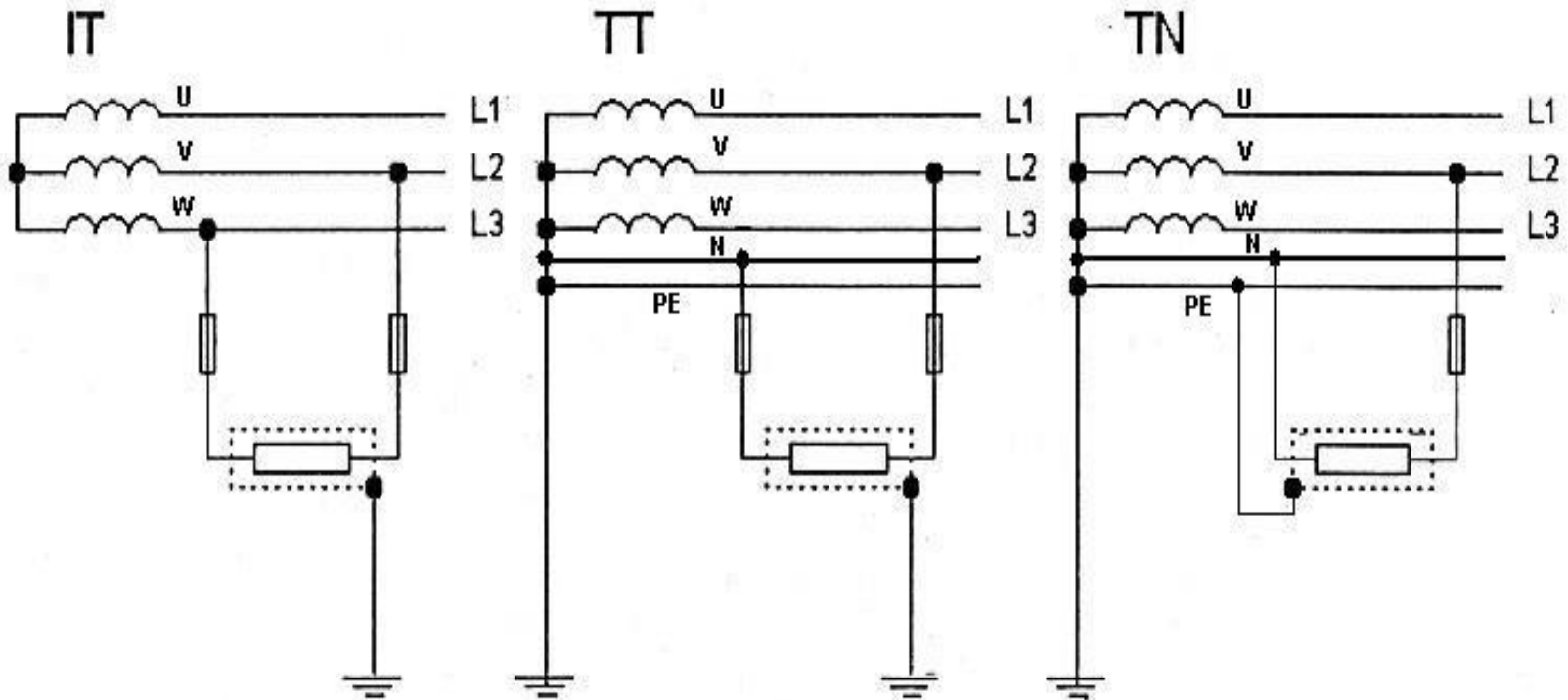
²⁾ Dovolené zvlnění je 10 %

Značení vodičů a svorek v třífázové soustavě



	<i>značení konců vodičů</i>	<i>barva vodičů</i>	<i>značení svorek</i>
Fáze 1	L 1	černá, hnědá, šedá	 U
Fáze 2	L 2		 V
Fáze 3	L 3		 W
Střední vodič	N	světle modrá	 N
Ochranný vodič	PE	zelená/žlutá	 PE

Druhy rozvodných sítí



Druhy rozvodných sítí



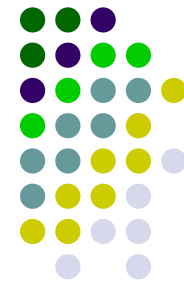
Prvé písmeno značí ...

- T** (Terra) - bezprostřední spojení jednoho bodu sítě se zemí
- I** (Insulation) - oddělení všech živých částí od země nebo spojení jednoho bodu sítě se zemí přes velkou impedanci

Druhé písmeno značí ...

- T** (Terra) - nepřímé spojení neživých částí se zemí
- N** (Neutral) - přímé spojení neživých částí s uzemněným bodem sítě

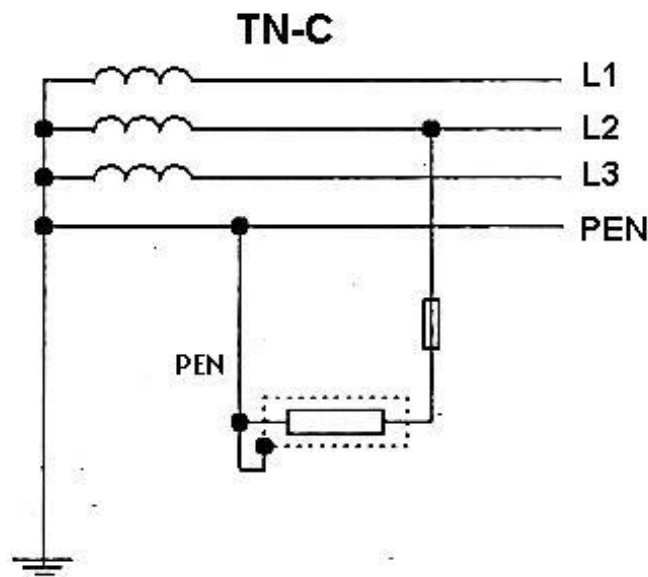
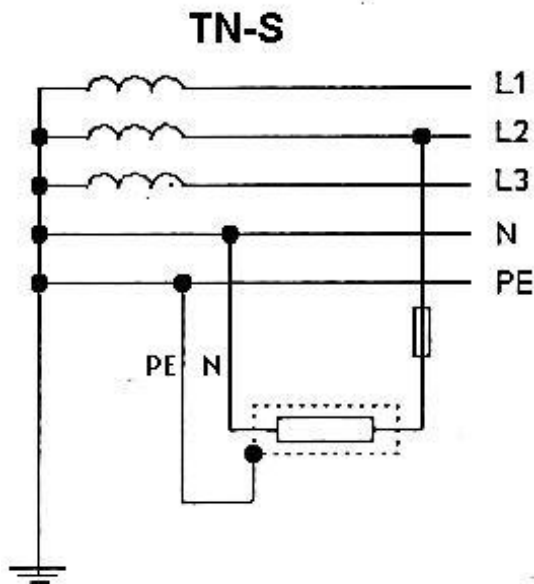
Druhy rozvodných sítí



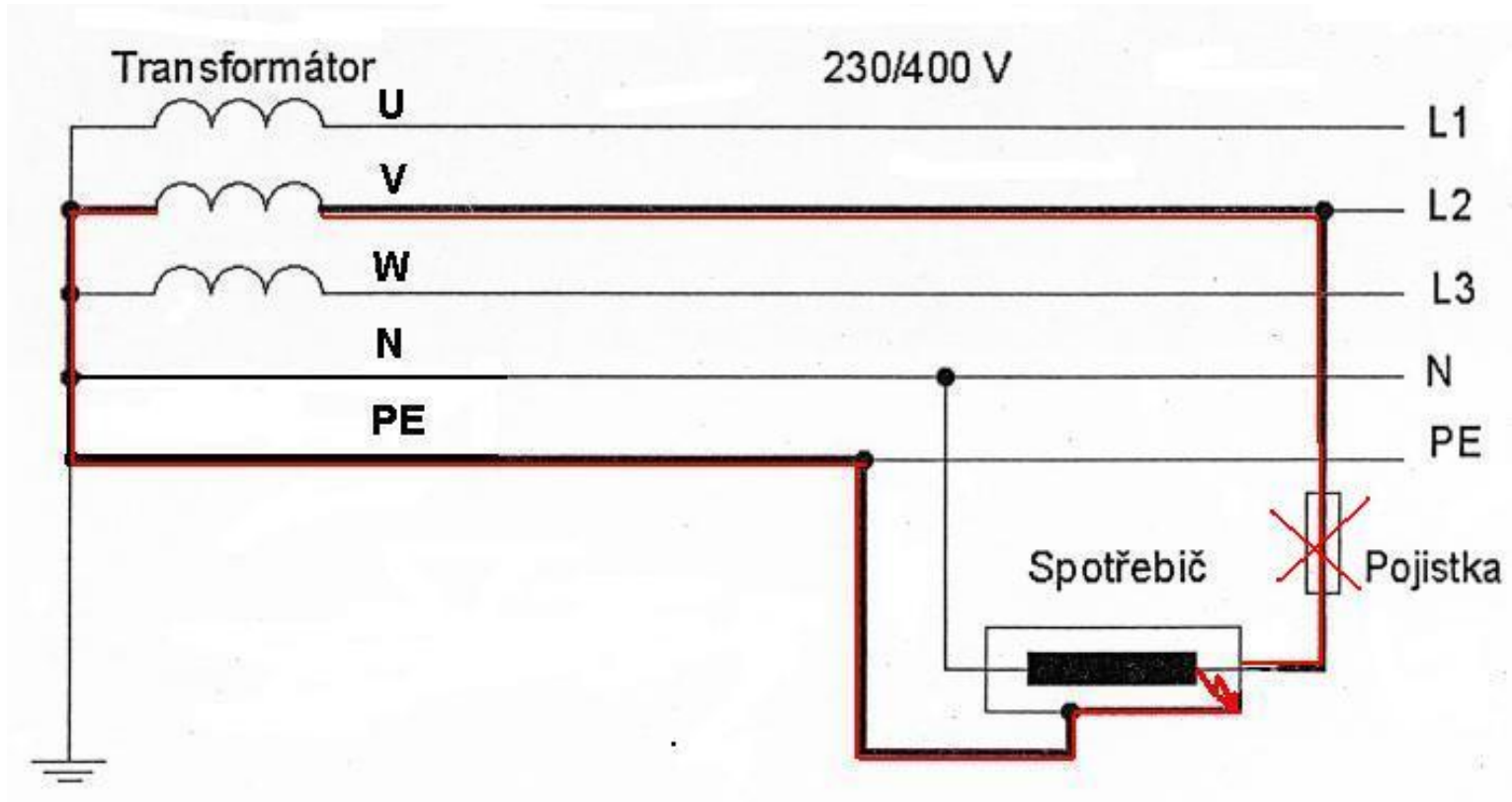
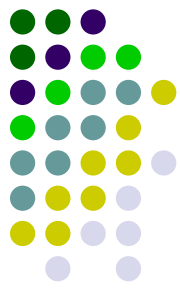
Další písmeno vyjadřuje uspořádání středních a ochranných vodičů.

S (Separate) - ochranný vodič veden odděleně od středního vodiče

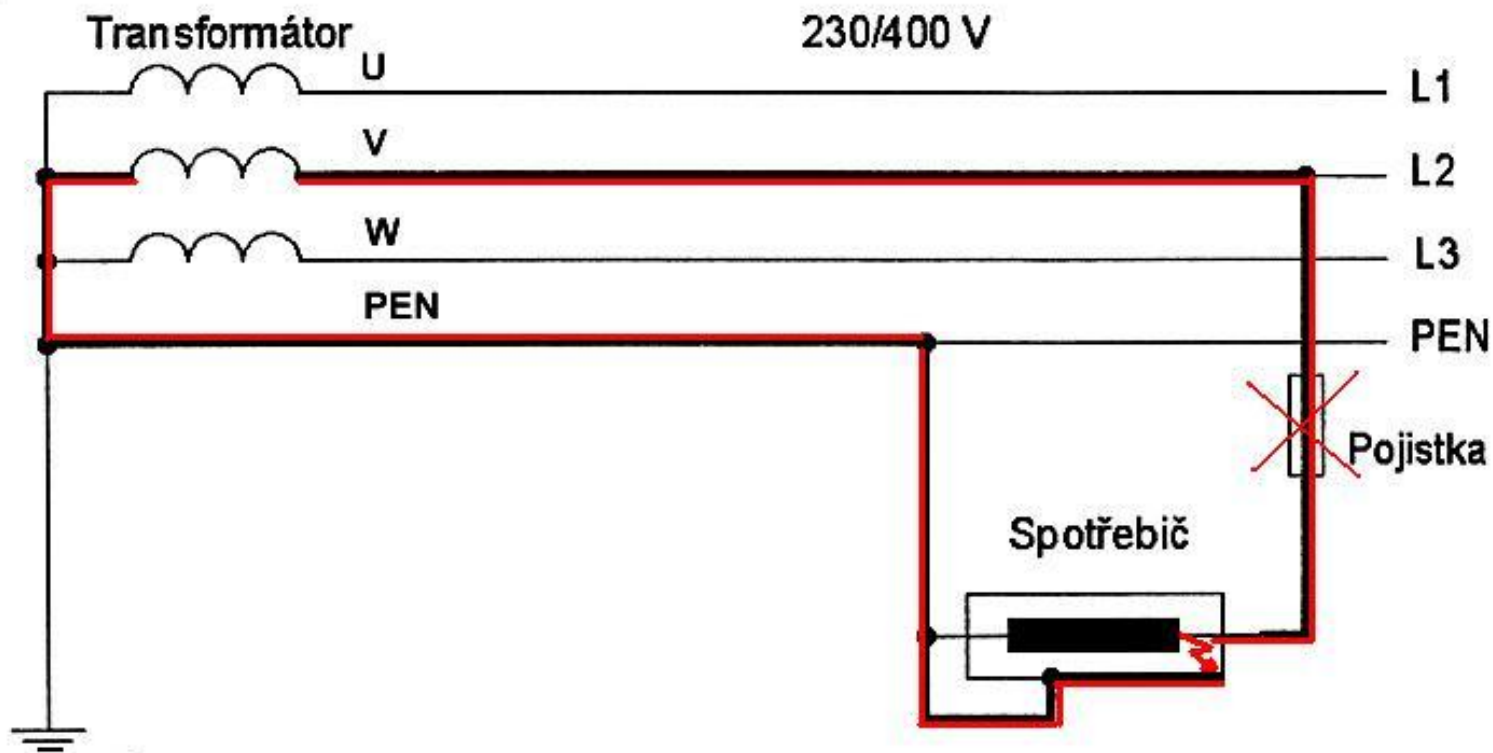
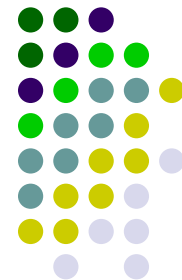
C (Common) - funkce středního a ochranného vodiče je sloučena (PEN vodič)



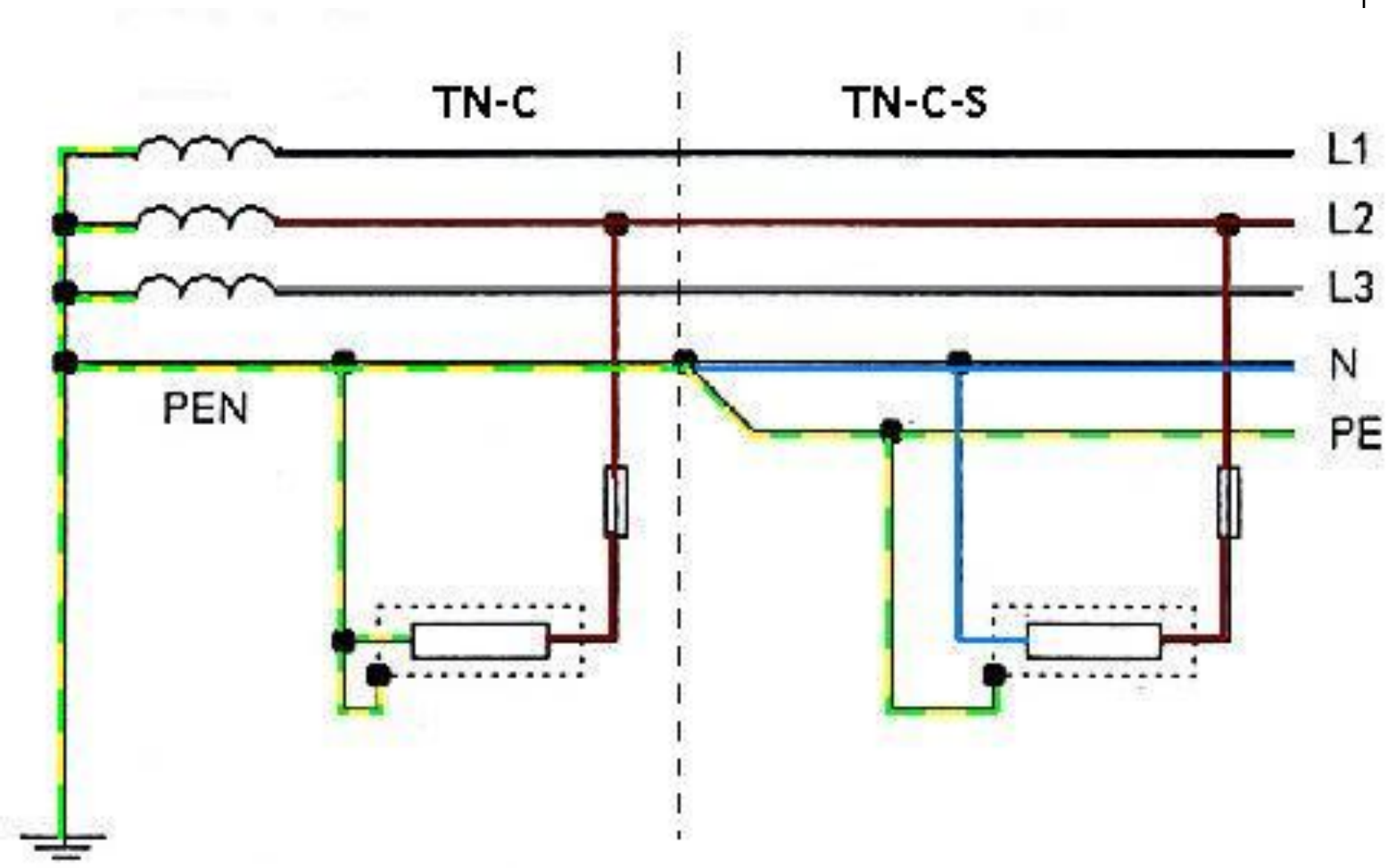
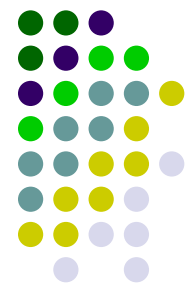
Sít' TN-S



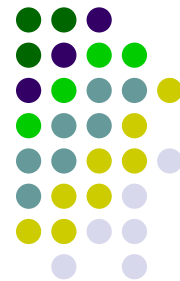
Sít' TN-C



Sít' TN-C-S



Podmínky ochrany v sítích TN



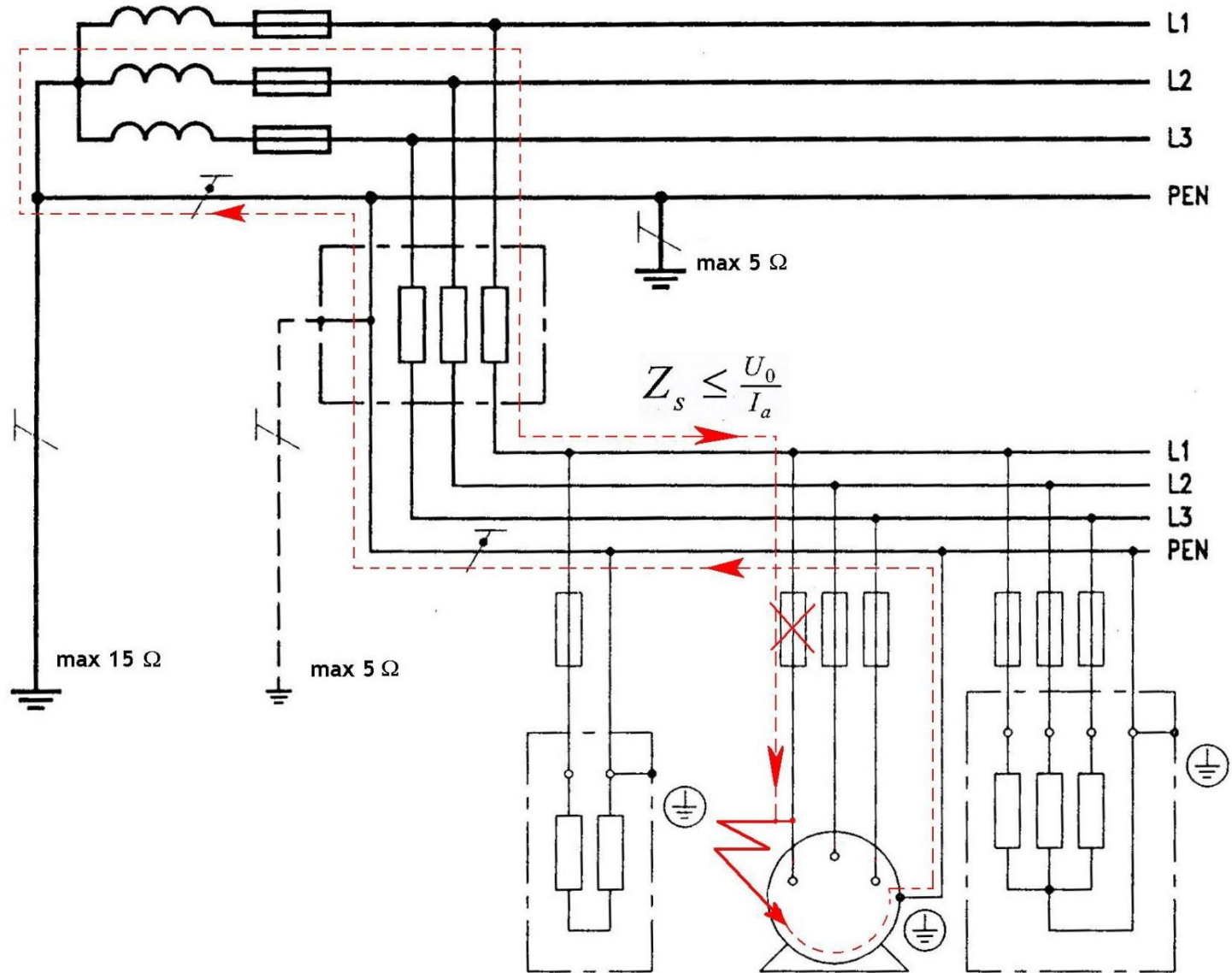
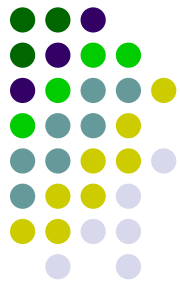
Všechny neživé části instalace musí být spojeny s uzemněným bodem sítě prostřednictvím ochranných vodičů, které musí být uzemněny.

Jednotlivá uzemnění vodiče PEN v síti TN-C a vodiče PE v síti TN-S

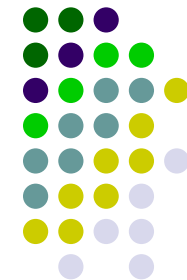
- mají mít odpor nejvýše 15Ω
- na konci vedení a odboček sítě a v uzlu nejvýše 5Ω

Celkový odpor uzemnění pro sítě s napětím 230 V - max 2Ω .

Podmínky ochrany v sítích TN



Podmínky ochrany v sítích TN



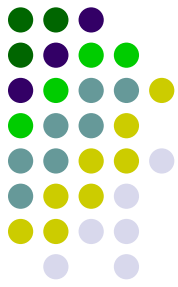
Vodiče **PEN** v síti TN-C nebo vodič **PE** v síti TN-S se **musí uzemnit** samostatným zemničem nebo spojit s uzemňovací soustavou kromě uzlu ještě:

ve venkovním rozvodu

- u vrchního vedení **každých 500 m** a na konci, **u odboček delších než 200 m**
- u kabelového vedení **delšího více než 200 m** od místa uzemnění a na jeho konci
- u přípojkových skříní, pokud jsou dále než 100 m od místa předchozího uzemnění

ve vnitřním rozvodu

- u objektu s vlastním transformátorem **vždy u hlavních rozvaděčů**
- u objektu bez vlastního transformátoru, u hlavního rozvaděče, **pokud je dále než 100 m od místa předchozího uzemnění**
- u podružných rozvaděčů, **pokud jsou dále než 100 m od místa předchozího uzemnění**
- na konci odboček delších než 200 m od místa předchozího uzemnění



Podmínky ochrany v sítích TN

Charakteristiky pojistek a impedance obvodů musí zajistit, že v případě poruchy – zkratu mezi fázovým vodičem a ochranným vodičem nebo neživou částí vznikne v obvodu takový **poruchový proud**, který uvede do činnosti jistící zařízení (pojistku, jistič) a automaticky obvod odpojí.

Pro velikost impedance vypínací smyčky musí být splněna podmínka:

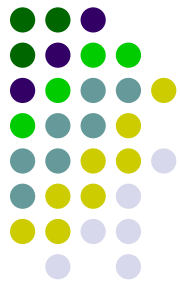
$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad [\Omega; V; A]$$

Z_s – Impedance vypínací smyčky (**W**)

U_o – jmenovité napětí proti zemi (**V**)

I_a – proud zajišťující samočinné (automatické) odpojení od zdroje ve stanovené době (**A**)

Podmínky ochrany v sítích TN



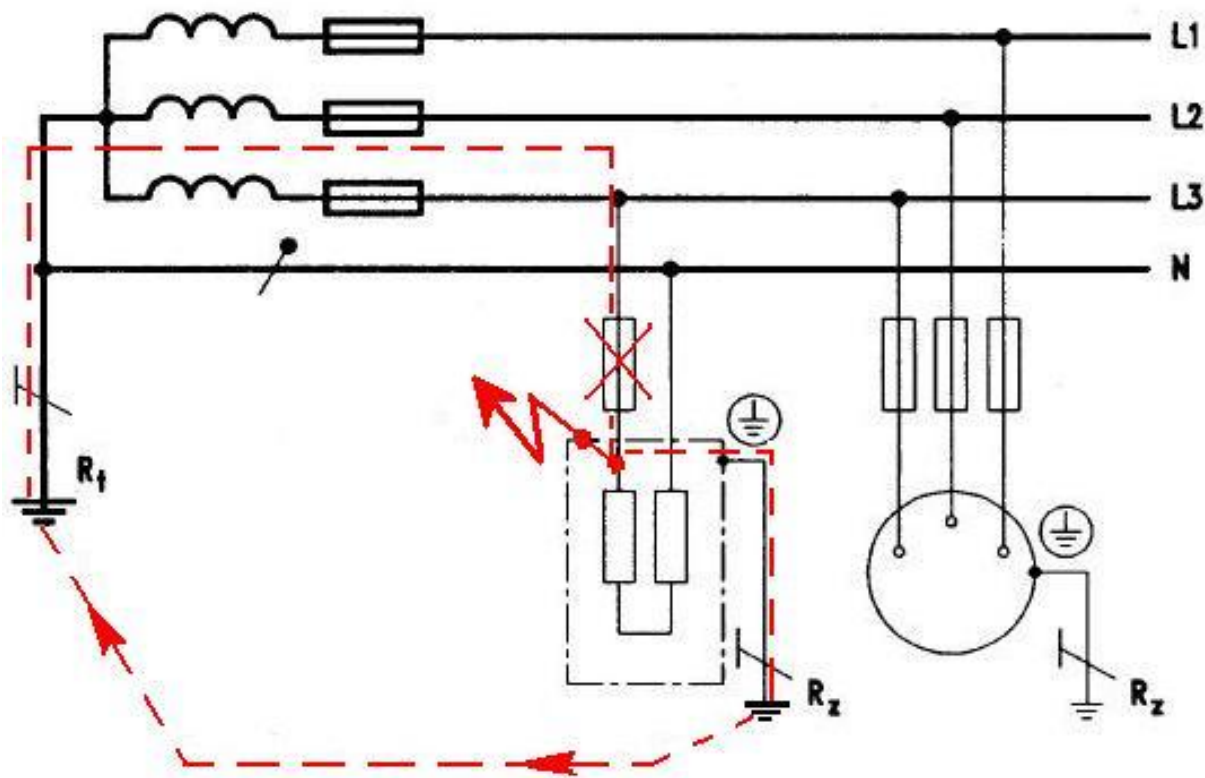
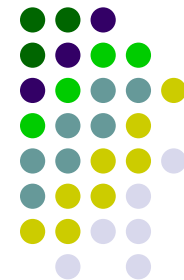
Dále norma stanoví, že **ochranné přístroje musí zajistit**, aby v případě poruchy, to znamená zkratu mezi fázovým a ochranným vodičem nebo neživou částí došlo k **samočinnému odpojení v předepsaném čase**.

Maximální doba odpojení pro sítě TN

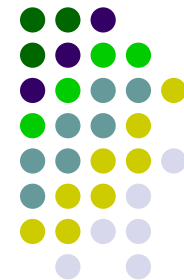
jmenovité stř. napětí proti zemi (V)	doba odpojení (s)
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Sítě TT

Cesta zkratového proudu se od sítě TN liší tím, že zkratový proud prochází ze zdroje fázovým vodičem až do místa poruchy a odtud přes neživou část zemí ke zdroji.



Podmínky ochrany v síti TT



Všechny **neživé části instalace musí být spojeny se zemničem** prostřednictvím ochranných vodičů.

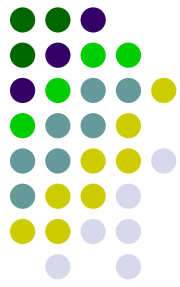
Aby se na chráněných částech nevyskytlo větší dotykové napětí než 50 V, musí být splněna podmínka:

$$I_a \leq \frac{50 \text{ V}}{R_A} \quad [A ; \Omega]$$

I_a - proud zajišťující samočinné působení nadproudového ochranného prvku.

R_A - součet odporů zemniče a ochranného vodiče neživých částí

Podmínky ochrany v síti TT



Takováto ochrana v síti TT je zpravidla proveditelná jen u zařízení s předřazenou pojistkou o jmenovitém proudu **nejvýše 10 A**.

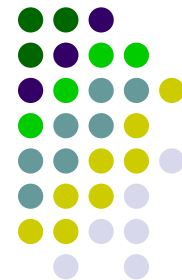
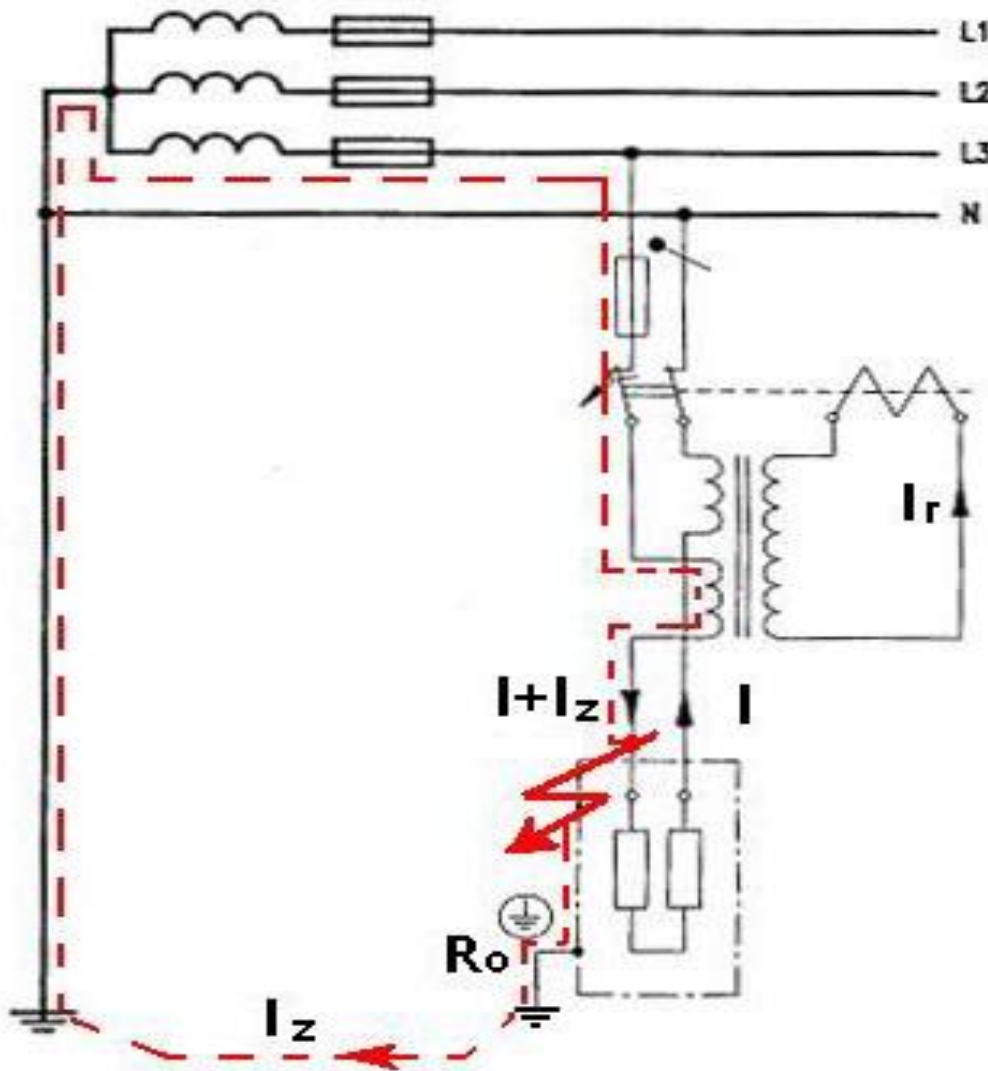
Proto se pro zajištění bezpečnosti tato ochrana doplňuje proudovým nebo napěťovým chráničem.

Proudový a napěťový chránič odpojuje vadnou část v době do 0,2 s.

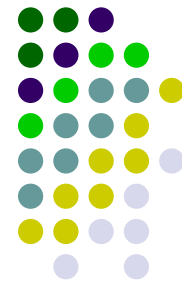
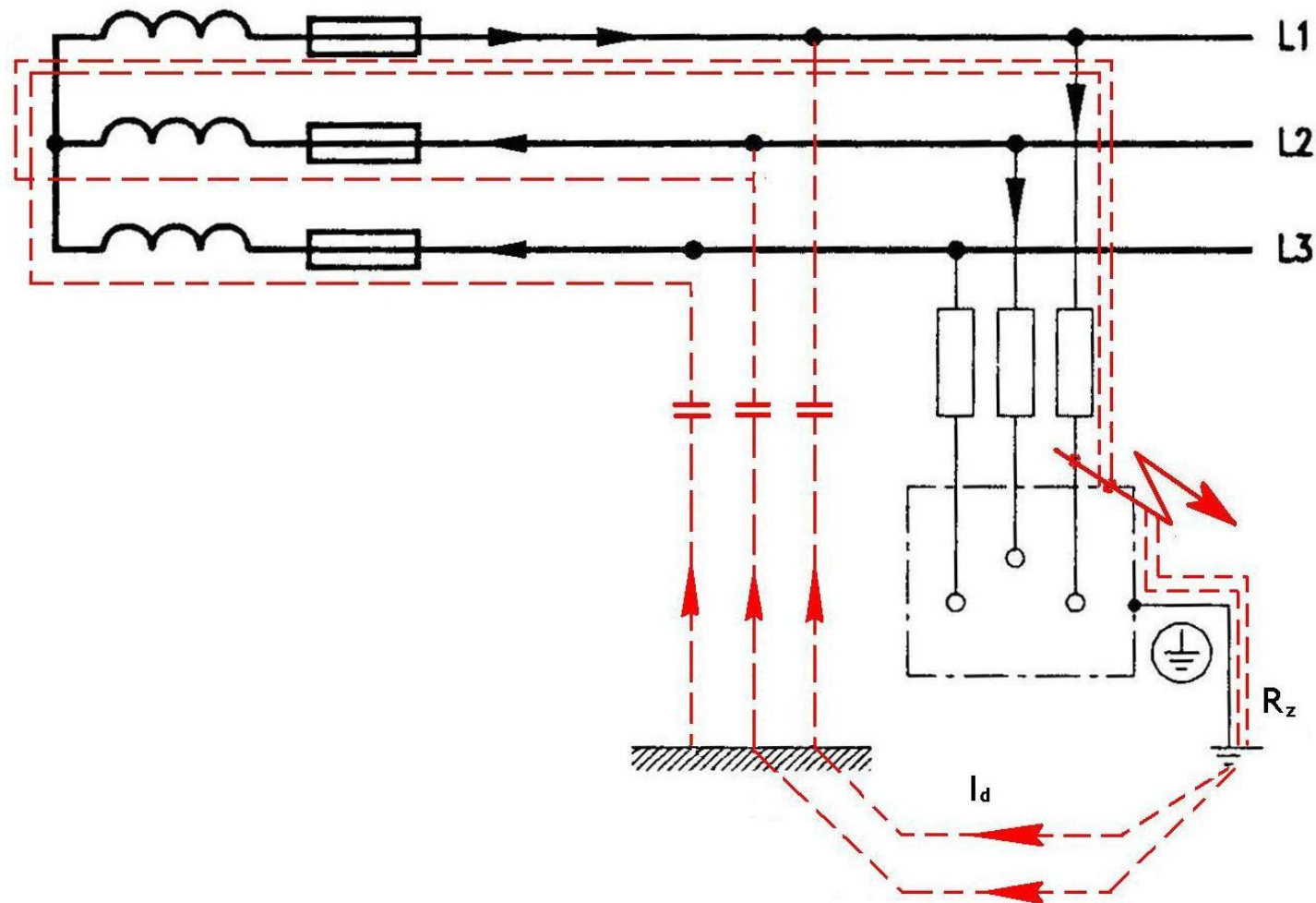
U proudového chrániče je v distribučních sítích dovoleno použít typu S (selektivní) s dobou vypnutí až do 1 s.

Podmínky ochrany v síti TT

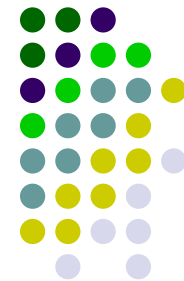
Princip použití proudového chrániče byl probrán, toto je příklad zapojení.



Sítě IT



Sítě IT



I když je střed zdroje izolován (nebo spojen přes velkou impedanci), **musí být chráněné neživé části uzemněny.**

Při první poruše se stává z izolované soustavy soustava uzemněná (z IT se stává TT nebo TN) a může, ale ještě nemusí být odpojena, pokud dotykové napětí nedosáhne povolenou mez uvedenou v tabulce.

Prostory	Dovolené meze dotykového napětí U_{dL} (V)	
	střídavé	stejnoseměrné ²⁾
Normální i nebezpečné	50	100
Zvlášt' nebezpečné ¹⁾	25	60
Zvlášt' nepříznivé případy (práce ve vodě nez použití pomůcek, stísněné prostory atd.)	12	25

¹⁾ Platí též pro hračky, některá zdravotnická zařízení přicházející ve styk s pokožkou nebo s vlasy a v prostorech, ve kterých toho stupeň nebezpečí vyžaduje.

²⁾ Dovolené zvlnění je 10 %

Sítě IT

V sítích IT musí být pro prostory normální zajištěno:

$$I_d \leq \frac{50 \text{ V}}{R_z} \quad [A ; \Omega]$$

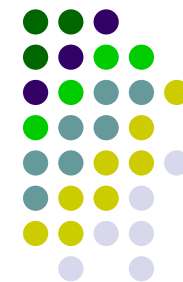
R_z - odpor uzemnění neživých částí

I_d - poruchový proud při první poruše o zanedbatelné impedanci mezi fázovým vodičem a neživou částí velikost

R_z není předepsána, ale neměla by překročit 20 Ω (vyhovuje pro bezpečné svedení proudu ze sítě 400 V)



Ochranné přístroje v síti IT



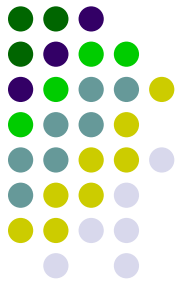
V síti IT lze použít tyto hlídací a ochranné přístroje:

- přístroje pro **hlídání izolačního stavu**
- **nadproudové jistící** prvky
- **proudové chrániče**

Maximální doba odpojení v síti IT při druhé poruše je stanovena tabulkou:

Jmenovité napětí instalace U_0/U	Odpojovací doba [s]	
	střední vodič není vyveden	střední vodič je vyveden
120/240	0,8	5
230/400	0,4	0,8
400/600	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

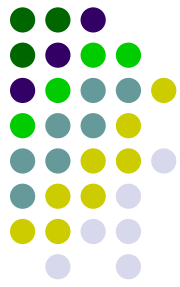
Třídy ochran elektrických zařízení



Podle způsobu zajištění ochrany řadíme

elektrické zařízení do tříd:

0 ; I ; II ; III



Třída ochrany „0“

- má jen základní izolaci
- nemá přídavnou nebo dvojitou izolaci

Je považováno za zařízení **bez ochrany**.

V České republice takové zařízení

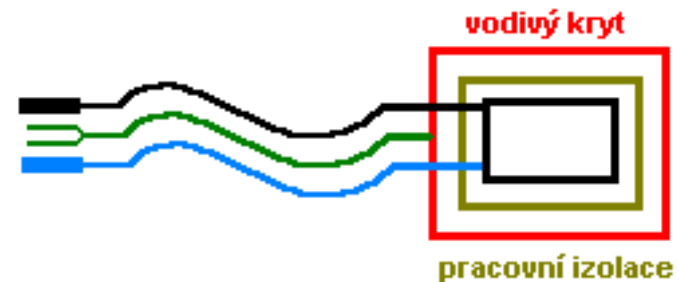
NENÍ POVOLENO !!!!



Třída ochrany „I“

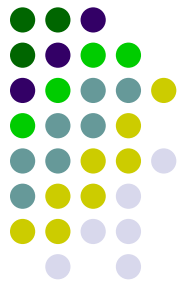
Ochrana před úrazem elektrickým proudem zahrnuje
další bezpečnostní opatření

umožňující připojení
neživých částí k
ochrannému vodiči.
Ochrana neživých částí je
uplatněna automatickým
odpojením od zdroje.



Zařízení této třídy se
označují značkou ...





Třída ochrany „II“

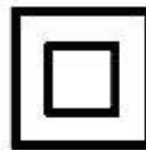
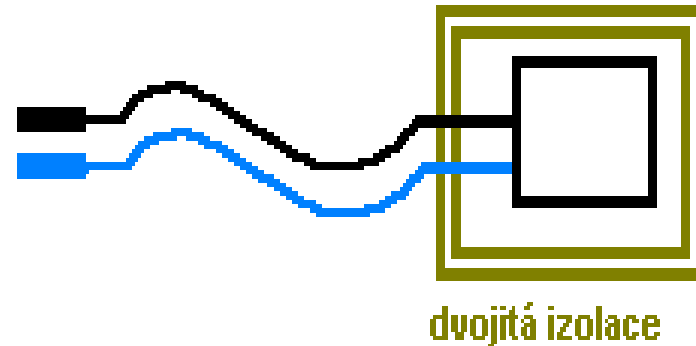
Ochrana před úrazem elektrickým proudem zahrnuje **další bezpečnostní opatření**

nemá prostředky pro připojení ochranného vodiče.

Vodivé neživé části nemá (zhotoveno z izolantu) a nebo neživé části jsou od živých

odděleny přídavnou nebo zesílenou izolací.

Označuje se značkou ...



Třída ochrany „III“

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je založena na připojení ke zdroji napětí SELV.

Nemá prostředky pro připojení ochranného vodiče.

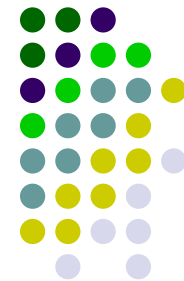
Vodivé neživé části nemá (zhotoveno z izolantu) a nebo

neživé části jsou od živých **odděleny přídatnou** nebo **zesílenou izolací**.

Označuje se značkou :



Ochrana doplněná



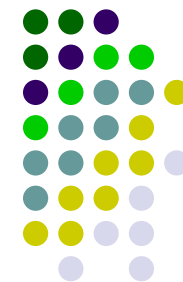
V určitých **prostorech a za určitých okolností** může použití elektrického zařízení mít vyšší míru nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

V takovém případě je nutné zvýšenou ochranu ještě doplnit o další ochranu.

Ochrana musí být volena:

- podle způsobu jeho obsluhy
- podle členění prostoru ve kterém zařízení pracuje
- podle toho, zda se části zařízení při obsluze musí nebo nemusí uchopit rukou

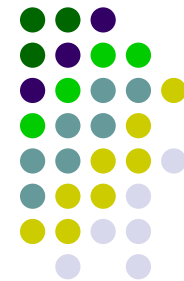
Ochrana doplněná



Prostory	Stupeň ochrany	
	Části zařízení se nemusí uchopit rukou	Části zařízení se musí uchopit rukou
normální i nebezpečné	ochrana při poruše	Požaduje se zkotovení z izolantu, případně splnění podmínek v kapitole 11.8.4
zvlášt nebezpečné	doplněná	

Ochrana doplněná

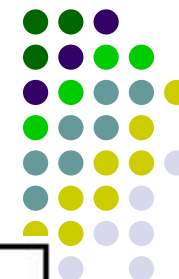
Doplněná ochrana se dosáhne rozšířením základní ochrany o některý další druh ochrany.



Pro zajištění doplněné izolace lze použít:

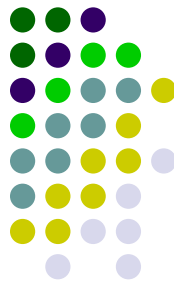
- zesílená izolace
- ochranné oddělení obvodů
- doplňující pospojování
- doplňková izolace (jen pro pracovníky s odpovídající kvalifikací)
- chrániče

Ochrana doplněná



Stupeň ochrany	Druh ochrany a opatření, kterými se dosáhne potřebný stupeň ochrany
Ochrana při poruše	<p><u>Ochrana při poruše se provede některou z těchto ochran:</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. izolací ¹⁾⁴⁾2. ochranou samočinným odpojením od zdroje3. elektrickým oddělením4. polohou ²⁾5. zábranou ²⁾6. bezpečným malým napětím SELV, PELV ³⁾
Ochrana doplněná	<p><u>Doplněná ochrana se provede některou z těchto kombinací:</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. ochranou samočinným odpojením od zdroje a<ol style="list-style-type: none">a) doplňujícím pospojováním nebob) doplňkovou izolací ²⁾⁵⁾ neboc) chráničem ⁶⁾2. elektrickým oddělením a<ol style="list-style-type: none">a) izolací vstupních míst a pohyblivých přívodů⁷⁾, pokud jsou, nebob) doplňujícím pospojováním ²⁾ neboc) chráničem ⁶⁾ nebod) doplňkovou izolací ²⁾⁵⁾3. izolací¹⁾ a<ol style="list-style-type: none">a) elektrickým oddělením nebob) doplňkovou izolací⁵⁾

Ochrana částí, které se musí uchopit rukou



Musí být zhotoveny z izolantu nebo musí být izolantem pokryty. Izolování může být pouze v místě uchopení, musí však být na kovových částech spolehlivě upevněno.

Pokud to nelze splnit, musí se úrazu zabránit jiným účinným způsobem ...

Pro laiky platí

- živá část od neživé oddělena **dvojitou izolací**
- elektrické **oddělení obvodů**
- **zvýšená izolace** přívodu spotřebiče nebo
- **pospojování**
- **použití ochrany chráničem**
- **bezpečné malé napětí SELV**

Pro poučené a znalé:

- u sítě **TN, TT** musí být **stanoviště spojené s částí, která se má uchopit rukou** a nebo
- **doplňková izolace**, např. použití podložek a ochranných pomůcek
- u zařízení připojené k síti **IT – ochrana doplňkovou izolací**