

Základy elektrotechniky a ochrana pred zásahom elektrickým prúdom v priemyselnom prostredí. Istiace a ochranné prístroje v priemyselných elektroinštaláciách.

Jednosmerný a striedavý prúd

"All the News that's Fit to Print."

# The New York Times.

LATE CITY EDITION  
WEATHER - Fair today; showers likely tomorrow; rain following.  
Temperature Yesterday: High 59, Low 37

Copyright 1893 by the New York Times Company

Vol. LXXXI No. 2,446  
Printed at the Times Building, New York, N.Y.

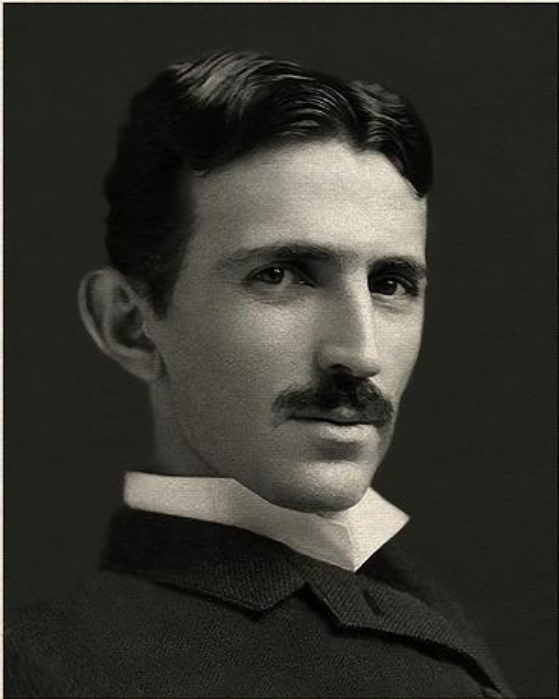
NEW YORK, SATURDAY, MARCH 25, 1893

M P TWO CENTS  
In New York City  
FOR SALE - CENTS  
Within 100 Miles

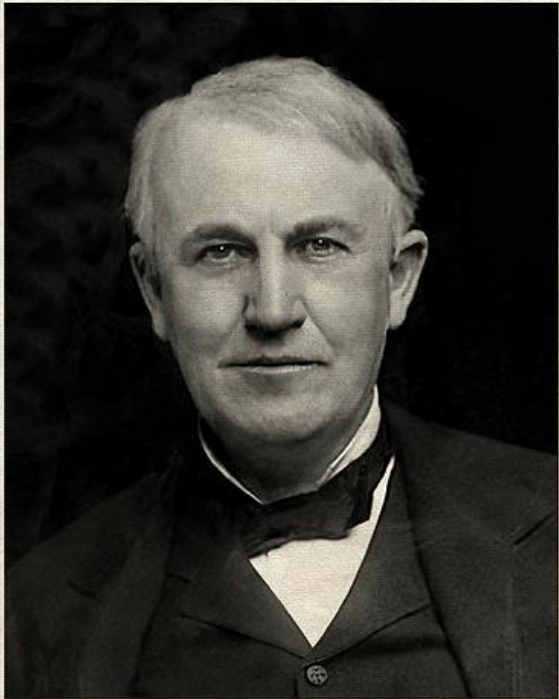
## TESLA VERSUS EDISON

### AC vs DC

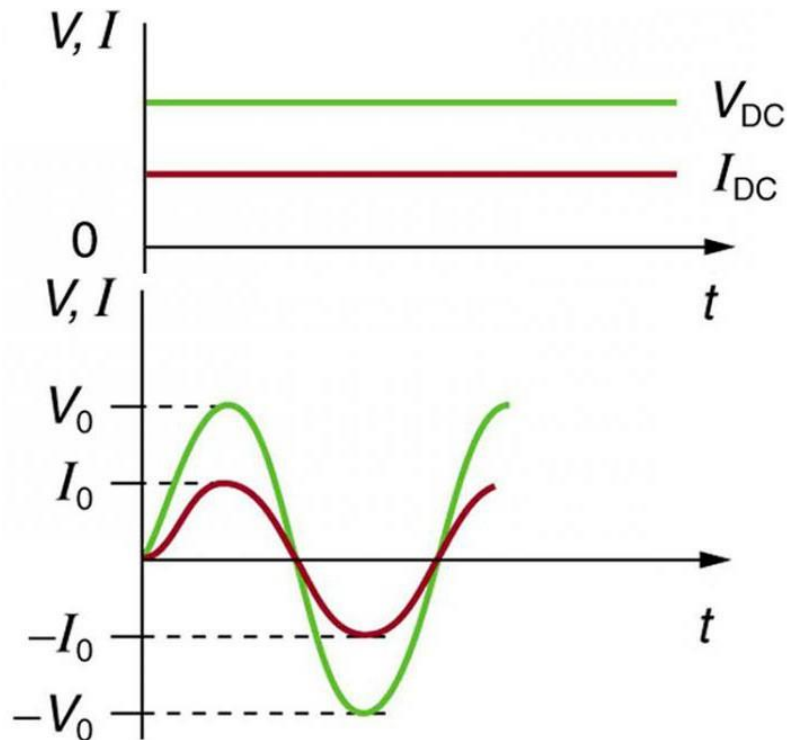
WHO WILL WIN THE ELECTRIC CURRENT WAR?  
YOUNG GENIUS BATTLES WILY WIZARD of MENLO PARK



NIKOLA TESLA



THOMAS EDISON



**Jednosmerný prúd** (DC – direct current) sa vyznačuje tým, že v elektrickom obvode prúdi stále iba jedným smerom. Bolo dohodnuté, že smer prúdenia je od kladného pólu zdroja k zápornému, čo predstavuje usmernený pohyb elektrónov konštantným smerom. Používa sa najmä na napájanie drobných lokálnych zariadení, nakoľko pri väčších vzdialenostiach dochádza k zmene jeho parametrov (úbytok napätia, rušenia apod.). Graf veľkosti jednosmerného elektrického prúdu v čase je v ideálnom prípade konštantne lineárny.

**Striedavý prúd** (AC – alternating current) sa vyznačuje tým, že v elektrickom obvode prúdi striedavo raz jedným smerom, raz druhým. Pri takomto striedaní smeru sa mení aj veľkosť prúdu, rýchlosť striedania je udávaná frekvenciou. Striedavým prúdom sú napájané elektrické spotrebiče domácnostiach aj v priemysle. V Európe je používaný striedavý elektrický prúd s napätím 230V a frekvenciou 50Hz, v Severnej Amerike je používaný striedavý elektrický prúd s napätím 120V a frekvenciou 60Hz. Graf veľkosti striedavého prúdu v čase je sinusoida.

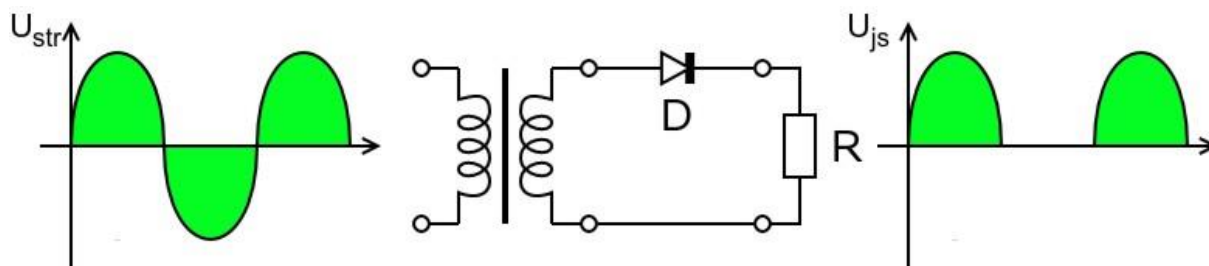
### Prevod striedavého prúdu na jednosmerný

Striedavý prúd je na jednosmerný bežne prevádzaný pomocou usmerňovačov. V závislosti od použitej technológie a požiadaviek kladených na prevod sa jedná o zariadenia od najjednoduchších neriadených usmerňovačov až po zložité spínané zdroje.

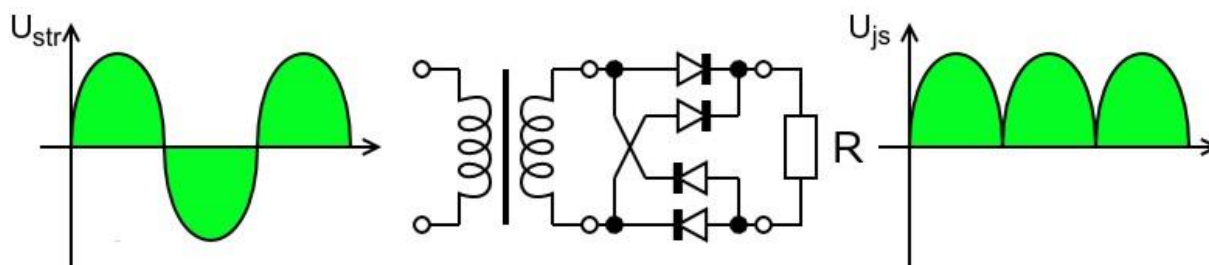
## Technické prostriedky automatizovaného riadenia

### Prednáška 4

Príkladom jednoduchého usmerňovača je jednocestný diódový usmerňovač s jednou diódou na obrázku nižšie. Jeho nevýhodou je veľké zvlnenie usmerneneného prúdu vzhľadom na to, že dióda prepúšťa prúd len v kladných polperiódach. Používa sa preto len tam, kde sa na výsledok usmernenia nekladú osobitné požiadavky.

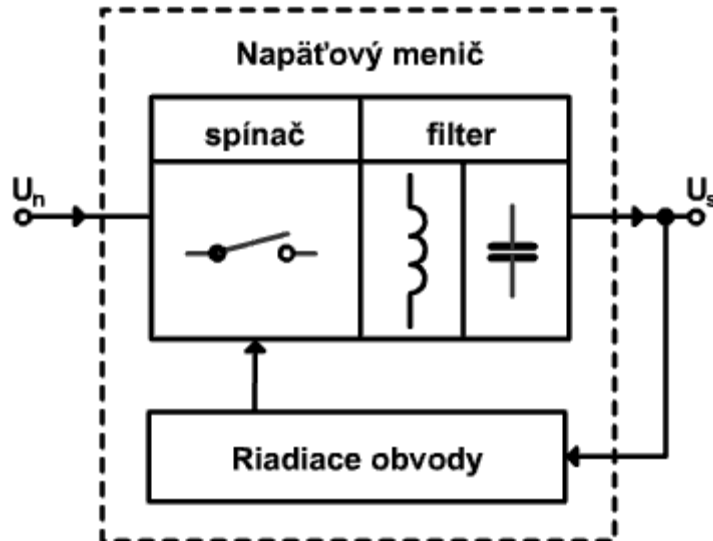


Ďalší jednoduchý usmerňovač je Mostíkový (Graetzov) usmerňovač využívajúci štyri diódy, ktorý umožňuje usmernenie obidvoch polvln striedavého prúdu. Zvlnenie usmerneneného prúdu je vzhľadom na to nižšie, ako pri jednocestnom usmerňovači.



Uvedené príklady vyžadujú pripojenie ďalších prvkov na výstupe, aby došlo k vyhladeniu výstupného prúdu. Jedná sa najmä o filtračný obvod a prípadne stabilizátor napätia. Účinnosť transformátora je približne 85% a účinnosť stabilizovaného zdroja je približne na úrovni 60%

Pre prevod striedavého prúdu na jednosmerný prúd sa aktuálne najčastejšie používajú spínané zdroje (impulzné regulátory) na obrázku nižšie zakreslené v blokovej schéme. Sú náročnejšie na konštrukciu a riadenie, avšak ich účinnosť sa blíži až k 95%. Výhodou je aj ich nižšia hmotnosť a nevýhodou rušenie, ktoré vzniká pri spínaní výkonových tranzistorov.

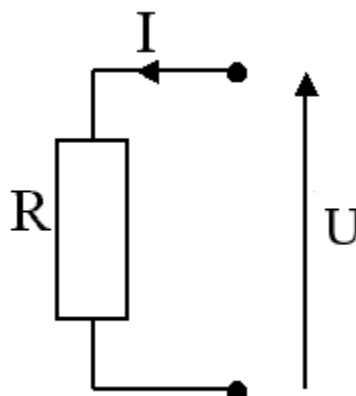


### Prevod jednosmerného prúdu na striedavý prúd

Prevod jednosmerného prúdu na striedavý prúd je zabezpečený striedačom. Striedač je elektrické zariadenie - menič, určené na premenu jednosmerného prúdu na striedavý prúd. Striedače sa aktuálne hojne využívajú pri pripojení fotovoltických článkov (zdroj jednosmerného prúdu) na elektrickú rozvodnú sieť, napájania bežných elektrospotrebičov z akumulátorov, záložných zdrojov napájania alebo v dopravných prostriedkoch, vybavených asynchrónnymi motormi, ktoré sú napájané pomocou jednosmernej napájacej sústavy.

### Základné zákony platné v obvodoch s jednosmerným prúdom

**Ohmov zákon** definuje vzťah medzi elektrickým prúdom ( $I$  [A]), elektrickým napätím ( $U$  [V]) a elektrickým odporom ( $R$  [ohm,  $\Omega$ ]) na obrázku tak, že elektrický prúd pretekajúci v uzavretom elektrickom obvode je priamo úmerný napätiu zdroja a nepriamo úmerný elektrickému odporu obvodu.



$$I = \frac{U}{R}$$

**Technické prostriedky automatizovaného riadenia**  
**Prednáška 4**

**Elektrický výkon** ( $P$  [W]) vyjadruje vykonanú elektrickú prácu za jednotku času. Značí sa písmenom  $P$  a jeho jednotkou je watt, značený písmenom  $W$ . Elektrický výkon je druhom výkonu, pri ktorom je práca vykonávaná elektrickou silou.

$$P = U \cdot I$$

**Základné zákony platné v obvodoch so striedavým prúdom**

**Ohmov zákon** platí aj v obvodoch so striedavým prúdom. Nakoľko ale v takýchto zapojeniach vstupujú do obvodov aj vplyvy indukcie ( $X_L$ ) a kapacitance ( $X_C$ ), namiesto o elektrickom odpore hovoríme o impedancii a označujeme ju  $Z$ . Výpočet je definovaný vzťahom XXX.

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

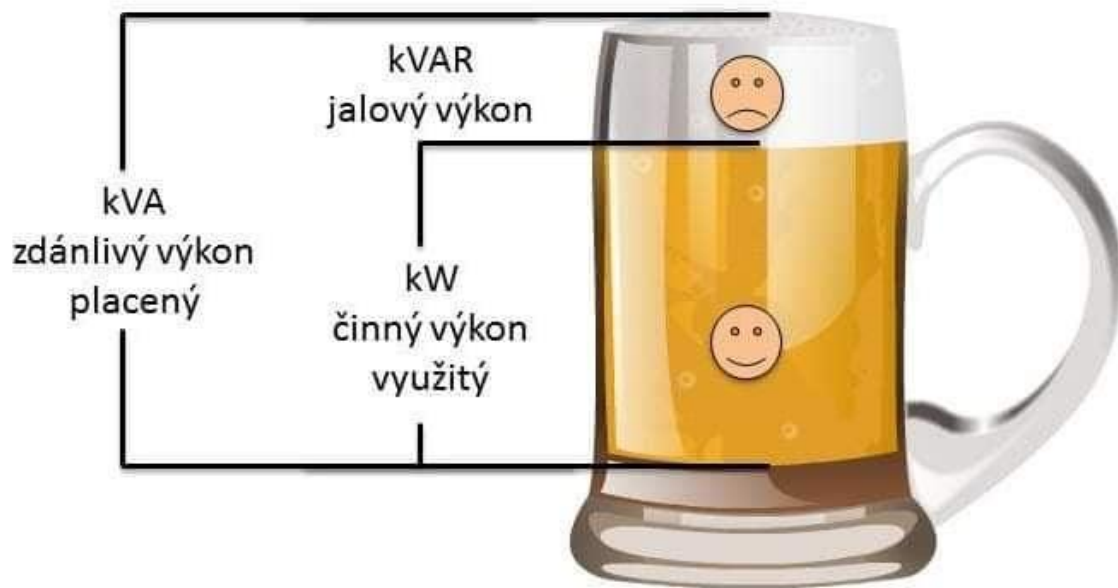
**Elektrický výkon** pri striedavom prúde rozlišuje výkon zdanlivý, činný a jalový opísané nasledujúcimi vzťahmi:

$$\text{Činný výkon } P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ [W]}$$

$$\text{Jalový výkon } Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi \text{ [VAr]}$$

$$\text{Zdanlivý výkon } S = U \cdot I \text{ [VA]}$$

Pričom  $\varphi$  predstavuje uhol fázového posunu prúdu a napätia.



### Základné komponenty elektronických obvodov

**Rezistor** lineárny elektronický prvok, ktorého prevažujúca vlastnosť je, že má určitú hodnotu elektrického odporu. Vyskytuje ako samostatná súčiastka alebo ako súčasť (integrovaných) obvodov. Jeho funkciou je obmedzenie pretekajúceho prúdu v obvode a zníženie napätia pri záťaži.:



**Kapacitor** (kondenzátor) je pasívna súčiastka, ktorej prevažujúca vlastnosť je, že poskytuje určitú hodnotu elektrickej kapacity. Konštrukcia je vo všeobecnosti zložená z dvoch elektród s vloženým dielektrikom. Parametre kapacitora výrazne ovplyvňuje jeho konštrukcia, a preto sa vyrába mnoho druhov kapacitorov podľa druhu aplikácie. Capacitor sa využíva ako „zásobník“ energie v elektrickom obvode.

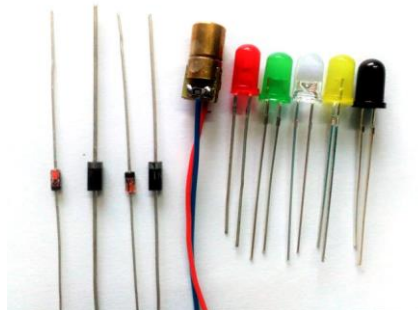




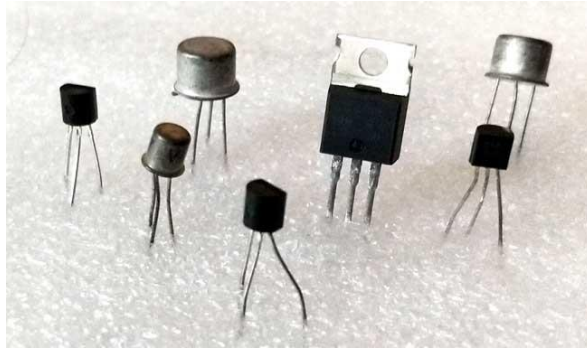
**Induktor** (cievka) je pasívna súčiastka, ktorá predstavuje indukčnosť v elektrickom obvode. Cievka sa skladá z izolovaného vodiča navinutého na nosnú kostričku. Induktory sa používajú v rádiotechnike, elektromotoroch, transformátoroch a podobne.



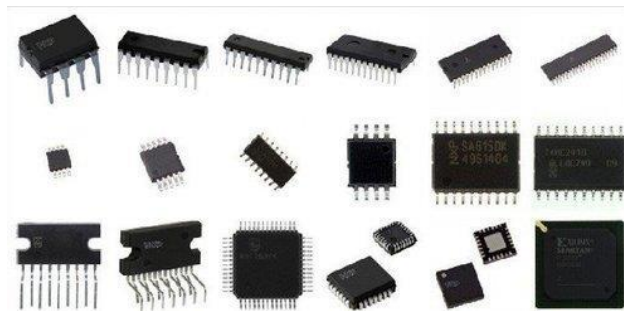
**Dióda** je dvojpólová polovodičová elektronická súčiastka, ktorá vedie (usmerňuje) elektrický prúd len jedným smerom. Z mnohých typov diód sú najviac používané usmerňovacie a LED. Usmerňovacie diódy sú určené na výkonové usmernenie striedavého prúdu a LED dnes nájdeme prakticky vo všetkých výrobkoch modernej elektroniky.



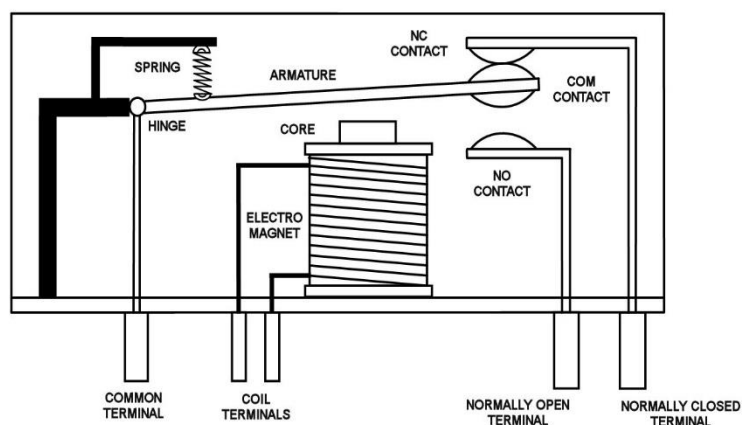
**Tranzistor** je polovodičová súčiastka používaná pre mnohé aplikácie v oblasti elektrotechniky, napríklad ako spínač alebo zosilňovač. Podľa typu sú delené na bipolárne, JFET, MOSFET a ďalšie.



**Integrované obvody** predstavujú relatívne zložitú súčiastku, ktorá v relatívne malom puzdre obsahuje viacero (ale aj až niekoľko desiatok miliónov) prvkov (najmä tranzistorov, diód, rezistorov a kondenzátorov). Integrované obvody sa dnes používajú prakticky vo všetkých oblastiach ľudskej činnosti. Mnohé integrované obvody sú špecializované na určitú funkciu, od analógových obvodov ako sú zosilňovače až po najzložitejšie číslicové obvody, ktorými sú mikroprocesory.

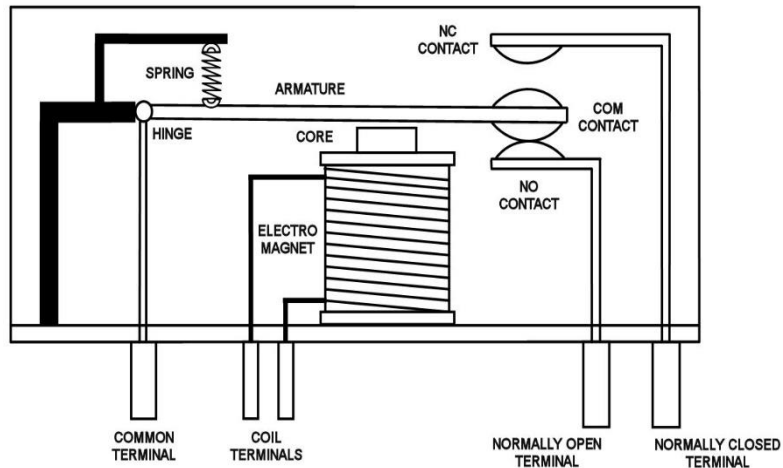


**Relé** je elektromechanický prvok slúžiaci na spínanie. Pozostáva zo spínača a cievky (elektromagnetu), ktorá pôsobením elektrického prúdu (prípadne svetla alebo tepla) v jednom obvode zapne alebo preruší elektrický prúd v druhom elektrickom obvode. Relé sa používa na riadenie malých záťaží ako osvetlenie alebo signálne systémy.



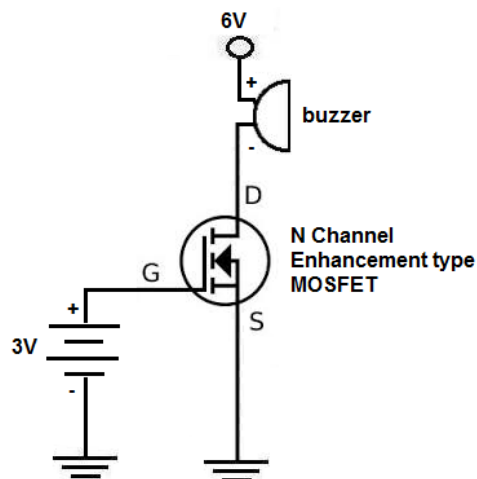
Obr. Relé v stave bez napájania





Obr. Relé v stave s napájaním

**Tranzistor FET** – je tranzistor využívajúci efekt poľa na zosilňovanie elektrických signálov. Na rozdiel od bipolárnych tranzistorov (v ktorých je kolektorový prúd ovládaný pomocou prúdu bázy) sa v tranzistoroch ovládaných elektrickým poľom (FET) ovláda kolektorový prúd pomocou napätia medzi riadiacou elektródou a emitorom. Prenos prúdu sa vykonáva jedným druhom nosičov náboja (odtiaľ názov "unipolárny")



## **Označovanie rozvodných sietí**

Rozvodné siete sú označované veľkými písmenami , ktoré majú nasledujúci význam:

Prvé písmeno vyjadruje vzťah k zdroju:

T (terre) – bezprostredné uzemnenie neutrálneho bodu (uzla) transformátora

I (insulation) – izolovanie všetkých fázových vodičov oproti zemi alebo ich spojenie so zemou cez veľkú impedanciu

Druhé písmeno vyjadruje vzťah k spotrebiču:

T (terre) – priame spojenie elektrického spotrebiča so zemou nezávisle na uzemnení akéhokoľvek bodu siete

N (neutral) – bezprostredné spojenie neživých častí spotrebiča s uzemneným neutrálnym bodom siete ochranným vodičom

Tretie písmeno vyjadruje usporiadanie neutrálnych a ochranných vodičov:

C (combined) – kombinácia funkcie neutrálneho vodiča s vodičom ochranným

S (separated) – oddelenie funkcie neutrálneho a ochranného vodiča

## **Názvy rozvodných sietí**

TN- elektrická rozvodná striedavá sieť s uzemneným bodom zdroja. Neživé časti elektrických spotrebičov sú s týmto bodom spojené. Rozoznávame 3 druhy TN sietí:

TN-C- sieť TN, v ktorej sú funkciu neutrálneho a ochranného vodiča v celej sieti zlúčené do jedného vodiča (PEN)

TN-S- sieť TN, v ktorej ochranný (PE) a neutrálny vodič (N) sú dva samostatné vodiče

TN-C-S- sieť TN, v jej prvej časti sa nachádza kombinovaný vodič (PEN - funkcia ochranného a neutrálneho vodiča v jednom vodiči) a v druhej časti je ochranný a neutrálny vodič oddelený a vedený samostatne. Za rozdelením sa už ochranný a neutrálny vodič nesmú spojiť.

IT- sieť má všetky živé časti izolované od zeme alebo jeden bod spojený so zemou cez impedanciu. Neživé časti elektrickej inštalácie sú spojené so zemou jednotlivo alebo skupinovo.

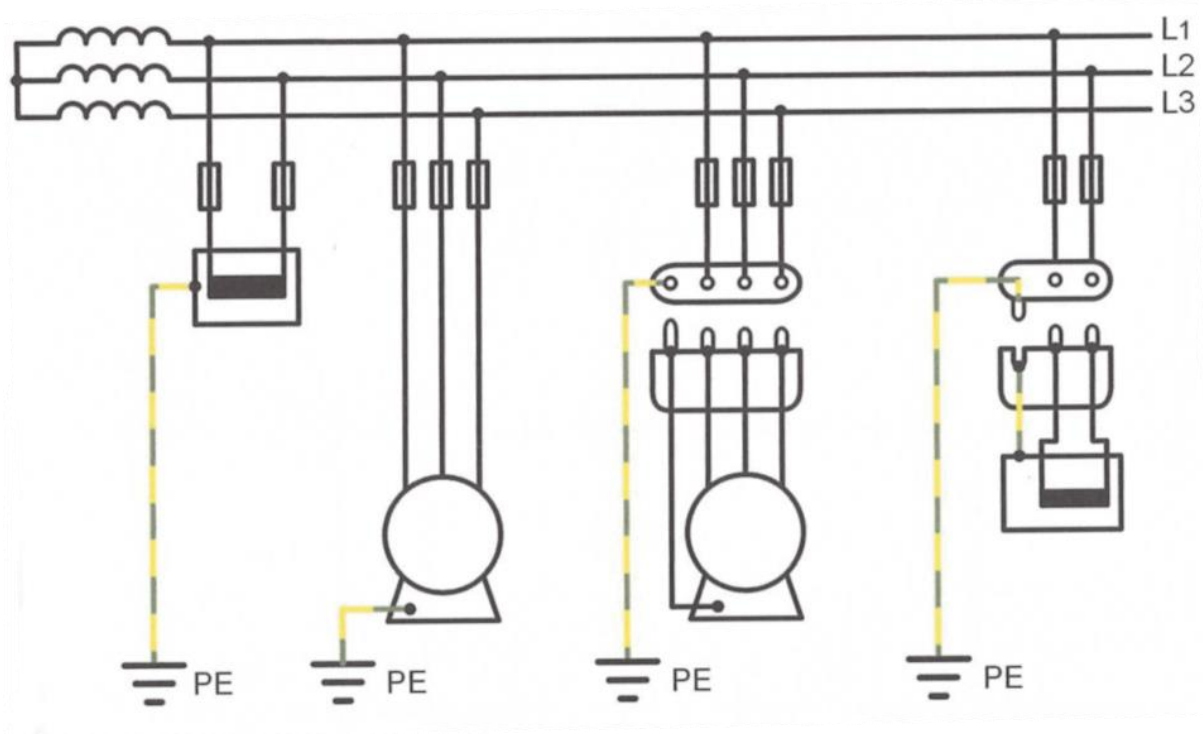
TT- sieť ktorej uzol zdroja je bezprostredne uzemnený a neživé vodivé časti elektrického chráneného zariadenia sú spojené s uzemňovačmi elektricky nezávisle od uzemňovačov siete

Príklady označenie sietí:

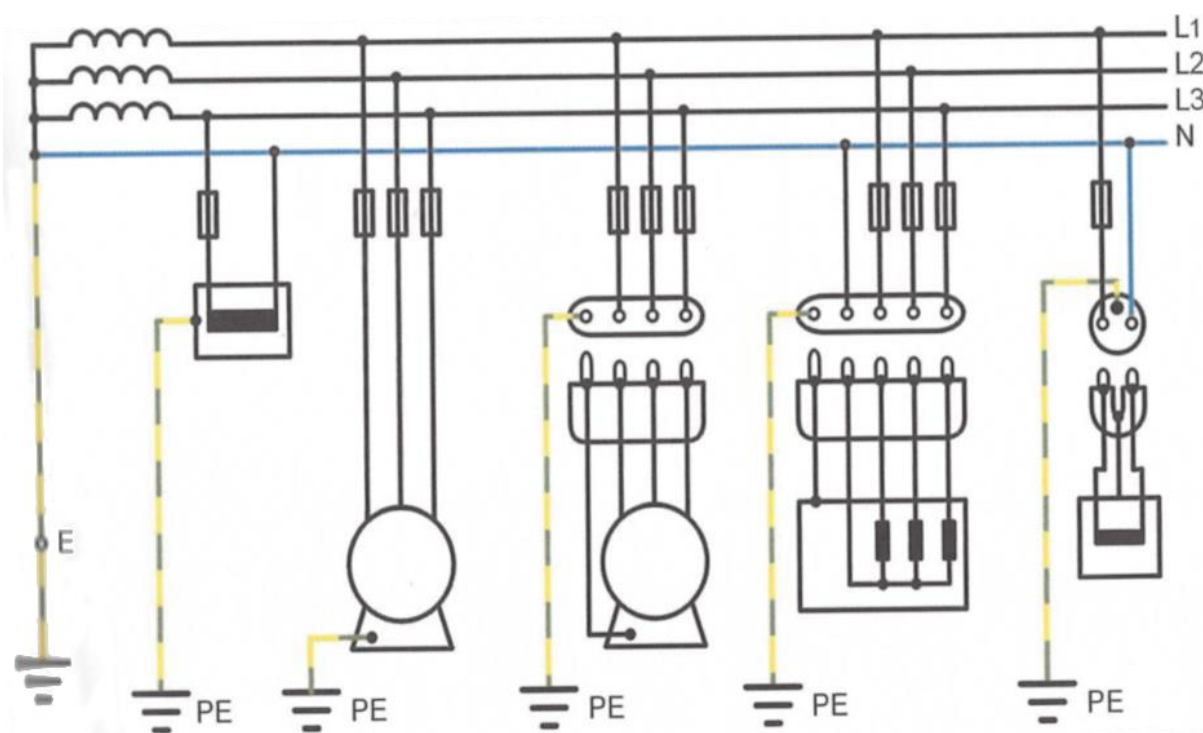
Striedavá trojfázová sieť TN-C: 3 + PEN ~50Hz 400/230V/TN-C

Striedavá trojfázová sieť TN-S: 3 + N + PE ~50Hz 400/230V/TN-S

Striedavá trojfázová sieť TN-C-S: 3 + PEN/N + PE ~50Hz 400/230V/TN-C-S

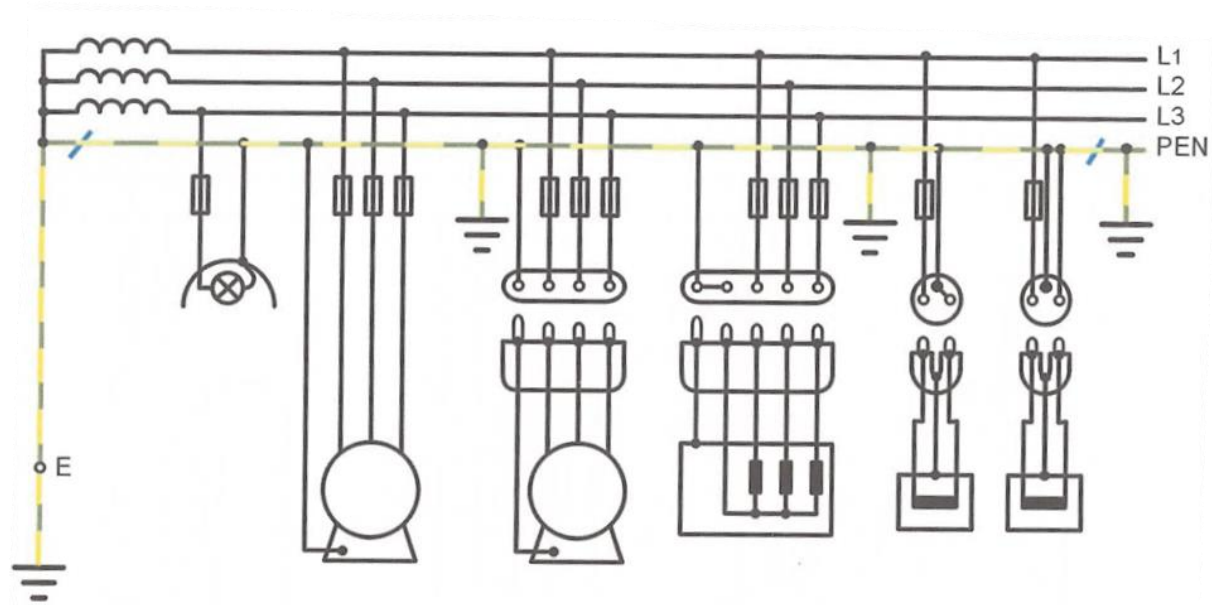


Rozvodná sieť IT

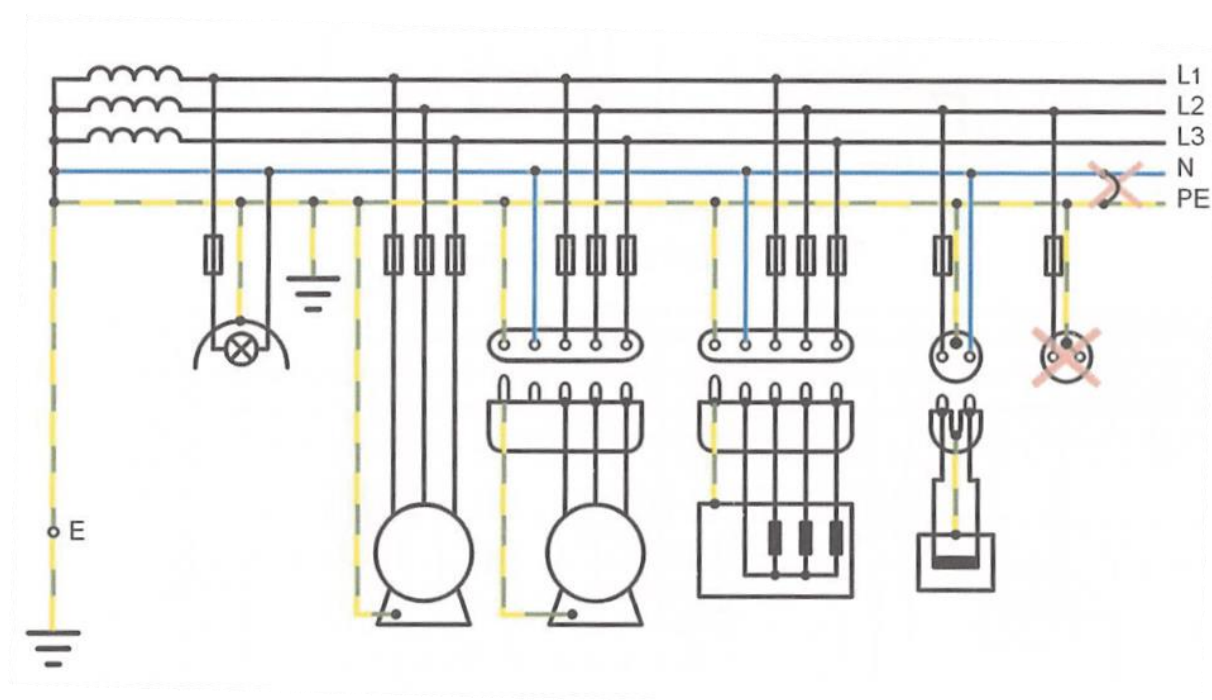


Rozvodná sieť TT

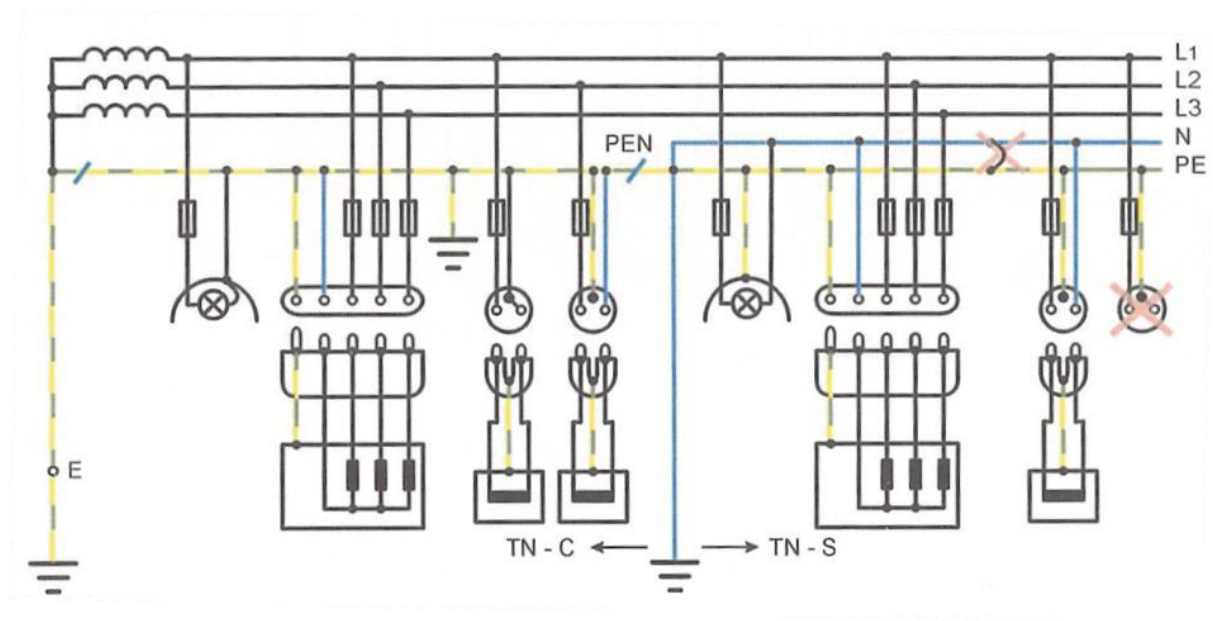
Technické prostriedky automatizovaného riadenia  
Prednáška 4



Rozvodná sieť TN-C



Rozvodná sieť TN-S

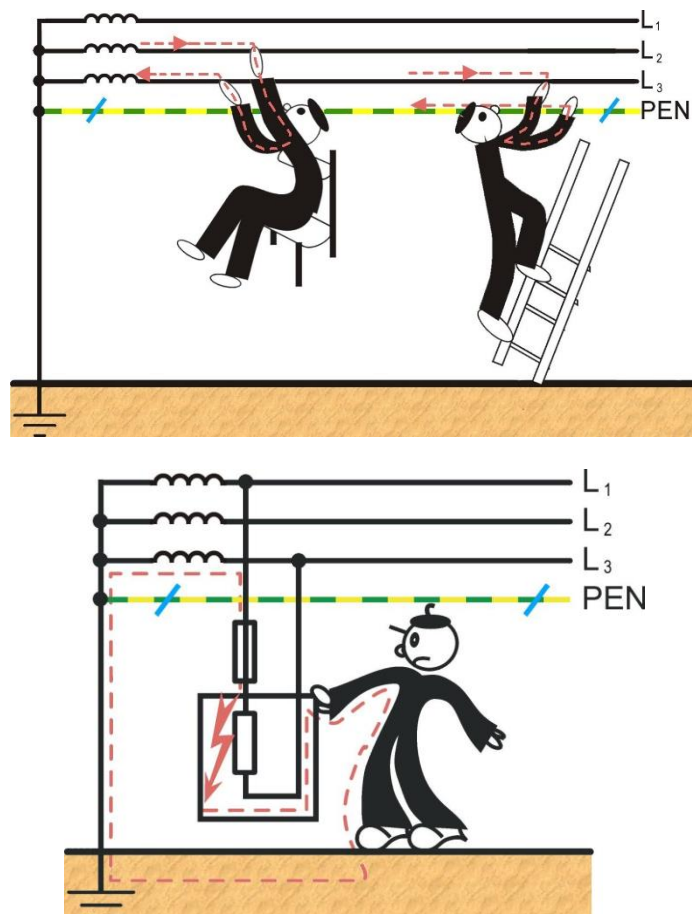


Rozvodná sieť TN-C-S

### Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom v priemyselnom prostredí

Zásah elektrickým prúdom môže spôsobiť prúd prechádzajúci telom postihnutého pri:

- dotyku nebezpečných živých častí alebo pri priblížení sa k nim na kritickú vzdialenosť,
- pri súčasnom dotyku nebezpečných živých častí s rozdielnymi potenciálmi alebo pri súčasnom priblížení sa k nim na kritickú vzdialenosť,
- pri dotyku neživých častí, ktoré sa pri poruche stali nebezpečnými živými časťami alebo pri priblížení sa k nim na kritickú vzdialenosť.



**Živá časť** - predstavuje ju vodič alebo vodivá časť, ktorá je pri normálnej prevádzke pod napätím vrátane neutrálneho vodiča. Príkladom živých častí je holé vzdušné elektrické vedenie, prípojnice, svorkovnice, nožové poistky v káblových istiacich skrinách a pod.

**Nebezpečná živá časť** - predstavuje živú časť, ktorá pri určitých podmienkach môže spôsobiť zásah elektrickým prúdom. Môžu to byť všetky vodivé časti, ktoré nie sú oddelené od nebezpečných živých častí aspoň základnou izoláciou ako aj vodivé časti, ktoré sú oddelené základnou izoláciou, ale sú pripojené na nebezpečné živé časti cez súčasti, ktoré nie sú skonštruované na rovnaké namáhania, aké sa požadujú pre základnú ochranu.

**Neživá časť** - predstavuje vodivú časť prístupnú dotyku, ktorá nie je v normálnej prevádzke živá, ale môže sa stať živou pri poruche, napríklad pri zlyhaní základnej izolácie. Príkladom neživých častí sú vodivé kostry a kryty elektrických zariadení, elektrických strojov, transformátorov a pod.

**Základné pravidlo ochranu pred zásahom elektrickým prúdom je: nebezpečné živé časti nesmú byť prístupné a prístupné vodivé časti nesmú byť nebezpečnými živými časťami ani v normálnych podmienkach, ani v podmienkach jedinej poruchy.**



## Rozdelenie ochranných opatrení

A) **Ochranné opatrenia** vhodné na všeobecné použitie vo všetkých prípadoch z hľadiska kvalifikácie osôb, ktoré zaisťujú prevádzku, alebo dozor elektrickej inštalácie vrátane prístupu k elektrickému zariadeniu aj **laikov**:

### 1. Samočinné odpojenie napájania

**Základná ochrana** (ochrana pred priamym dotykom živých častí) je zabezpečená:

- základnou izoláciou živých častí
- zábranami alebo krytmi
- prekážkami
- umiestnením mimo dosahu

**Ochrana pri poruche** (ochrana pred nepriamym dotykom neživých vodivých častí)

je zabezpečená možnými ochranami:

- ochranným uzemnením
- ochranným pospájaním
- samočinným odpojením napájania pri poruche
- doplnkovou ochranou prúdovým chráničom RCD
- funkčným malým napätím FELV

### 2. Dvojitá alebo zosilnená izolácia

**Základná ochrana** (ochrana pred priamym dotykom živých častí) je zabezpečená:

- základnou izoláciou živých častí

**Ochrana pri poruche** (ochrana pred nepriamym dotykom) je zabezpečená:

- dvojitou (základnou + prídavnou) izoláciou

**Základná ochrana + Ochrana pri poruche** je zabezpečená:

- zosilnenou izoláciou

### 3. Elektrické oddelenie pri napájaní jedného spotrebiča

**Základná ochrana** (ochrana pred priamym dotykom živých častí) je zabezpečená:

- základnou izoláciou živých častí alebo
- zábranami alebo krytmí, alebo
- použitím dvojitej alebo zosilnenej izolácie

**Ochrana pri poruche**(ochrana pred nepriamym dotykom neživých vodivých častí)  
je zabezpečená:

- oddelením oddelených obvodov od ostatných obvodov a od zeme

#### 4. Malé napätie SELV a PELV

**Základná ochrana**(ochrana pred priamym dotykom živých častí)+ **Ochrana pri poruche**  
(ochrana pred nepriamym dotykom neživých vodivých častí) je zabezpečená:

- obmedzením napätia živých častí 50V AC, 120V DC
- základnou izoláciou medzi živými časťami a inými obvodmi SELV alebo PELV
- ochranným oddelením od živých častí iných obvodov, ktoré nie sú obvodmi SELV alebo PELV
- použitím dvojitej alebo zosilnenej izolácie, alebo základnej izolácie a ochranného tienenia

B) **Ochranné opatrenia**, ktoré je možné použiť v rozvodných elektrických inštaláciách, ktorých prevádzku alebo dozor zaisťujú výlučne len **znalé osoby** alebo **poučené osoby**:

1. **Prekážky**
2. **Umiestnenie mimo dosahu**
3. **Nevodivé okolie**
4. **Neuzemnené miestne pospájanie**
5. **Elektrické oddelenie pri napájaní viac ako jedného spotrebiča**

C) **Doplňková ochrana**, ktorá sa používa na ochranu pred zásahom elektrickým prúdom v priestoroch s **mimoriadnym nebezpečenstvom** zásahu elektrickým prúdom, ak manipuláciu s elektrickým zariadením vykonávajú aspoň osoby **znalé**:

#### 1. Prúdové chrániče RCD

## Technické prostriedky automatizovaného riadenia

### Prednáška 4

Doplňková ochrana **prúdovým chráničom (RCD)** sa môže spolu s ostatnými ochrannými opatreniami požadovať pre určité podmienky vonkajších vplyvov a pre určité osobitné priestory a príslušné časti súboru STN 33 2000-7- xxx.

Použitie prúdových chráničov s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom nepresahujúcim 30 mA sa v striedavých systémoch uznáva ako doplňková ochrana v prípade zlyhania opatrení na základnú ochranu (ochrana pred priamym dotykom) a ako ochrana pri poruche (ochrana pred nepriamym dotykom) alebo pri neopatrnosti užívateľov. Prúdový chránič je na obr. 8.30. Skratka RCD je z anglického názvu *residual current device* znamená, že ide o prúdový chránič bez nadprúdovej ochrany.



### 2. Doplňkové ochranné pospájanie

### 3. Doplňková izolácia

Členenie opatrení na ochranu pred zásahom elektrickým prúdom:

- a) **ZÁKLADNÁ OCHRANA:** Ochrana pred **priamym dotykom** (živých častí),
- b) **OCHRANA PRI PORUCHE:** Ochrana pred **nepriamym dotykom** (neživých častí)
- c) **ZÁKLADNÁ OCHRANA + OCHRANA PRI PORUCHE**

### **Istiace a ochranné prístroje v priemyselných elektroinštaláciách**

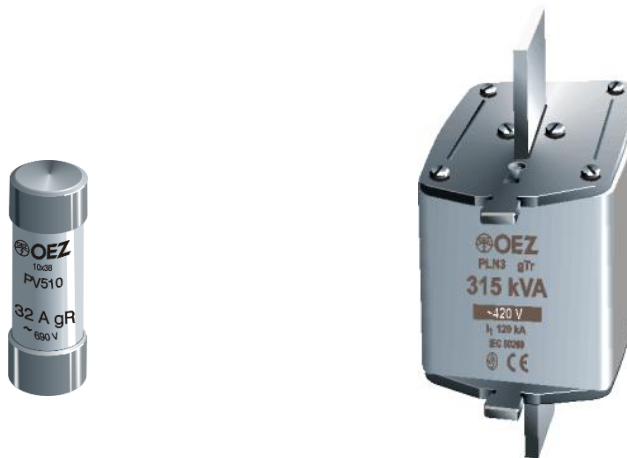
V priemyselných elektroinštaláciách, je rovnako ako pri bežných inštaláciách, potrebné zabezpečiť ochranu zariadení pri zvýšení prúdu nad menovitú hodnotu a prepätiach.

**Istiace prístroje** majú za úlohu istiť elektrické zariadenia pri zvýšení prúdu nad menovitú hodnotu (poistky, ističe).

**Ochranné prístroje** chránia elektrické rozvody a zariadenia pred atmosférickým prepätím (úder blesku) alebo prepätiami vznikajúcimi v dôsledku spínacích procesov. Patria sem rôzne typy zvodíčov prepätia. Významnú skupinu predstavujú prístroje na ochranu pred nebezpečným dotykovým napätím – prúdové chrániče a ochranné prístroje strážiace izolačný stav rozvodnej IT siete – strážcovia izolácie.

### **Nadprúdové istiacie prístroje**

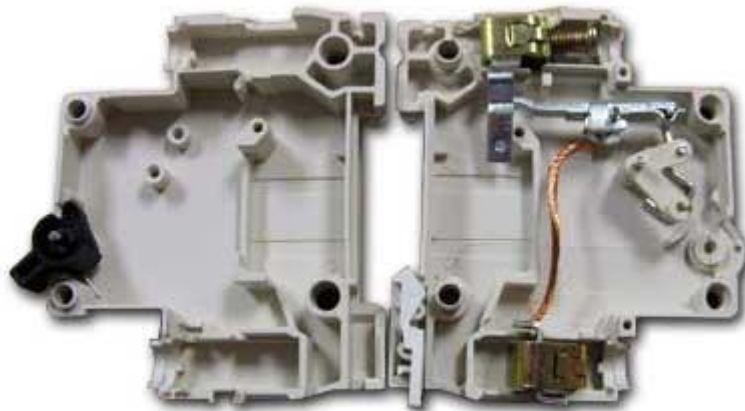
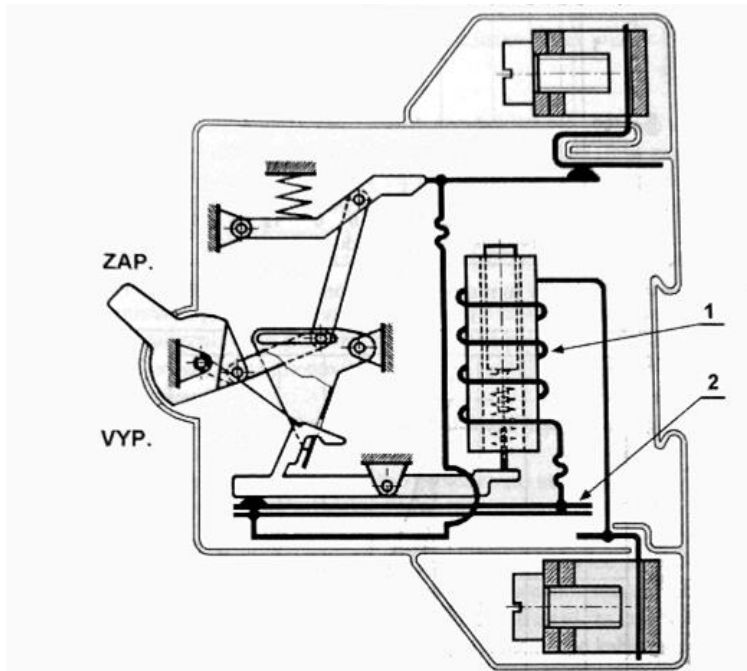
**Poistka** je istiaci prístroj na istenie elektrických zariadení pred nadprúdom. Predstavuje zoslabené miesto vodiča, tvorené tavným drôtikom, ktorý sa pri nadprúde pretaví a tým rozpojí obvod poruchového prúdu skôr, než by došlo k škodám, ktoré by nadprúd mohol spôsobiť. Pretavením tavného vodiča uloženom v kremičitom piesku vznikne oblúk, ktorý je rýchlo uhasený. Táto zmena je nevratná, poistky je potrebné vymeniť za nové. **Nie je dovolené poistkové vložky opravovať!**



## Technické prostriedky automatizovaného riadenia

### Prednáška 4

**Istič** je istiaci prvok samočinne *reagujúci na zvýšený prúd - nadprúd* (preťaženie, skrat) odpojením. Úlohou ističa je istiť elektrické zariadenie (vedenie, motory a iné spotrebiče) pred nadprúdom. Konštrukčne sú vyhotovené tak, že v prúdovej dráhe majú dve spúšte. Prvá, elektromagnetická č. 1, pôsobí pri skratoch, druhá, tepelná spúšť č. 2, vypína pri preťažení. Úlohou spúští je vyhodnotiť veľkosť prúdu a pri dosiahnutí určitej hodnoty dať povelenie mechanizmu na vypnutie. Tepelná spúšť je tvorená dvojkovom (bimetalom) s rôznou tepelnou rozťažnosťou. Prechodom nadprúdu pri preťažení sa kovy ohrievajú a výsledkom je priehyb dvojkovu, ktorý sa využíva na vybavenie mechanizmu ističa. Elektromagnetickú skratovú spúšť tvorí elektromagnet, ktorý reaguje pri skratoch.



## Technické prostriedky automatizovaného riadenia

### Prednáška 4

**Tepelné nadprúdové relé** vypínajú nepriamo, stýkačmi, preto tento prvok tvorí spolu so stýkačom jeden celok. Nadprúdové relé sú spravidla bimetalové členy sledujúce preťaženie a po zapôsobení nadprúdovej bimetalovej spúšte je pomocou kontaktov rozpojený obvod cievky elektromagnetického stýkača a ten svojimi hlavnými kontaktmi preruší istený obvod. Tieto prvky istia obyčajne len proti dlhodobému preťaženiu. Tepelné relé neistia zariadenia pred skratom, preto treba pred zariadenie predradiť poistky alebo použiť ističe. Na tepelnom relé je možné z daného rozsahu hodnôt nastaviť požadovanú hodnotu prúdu tak, aby daný spotrebič nebol preťažený nadprúdom.

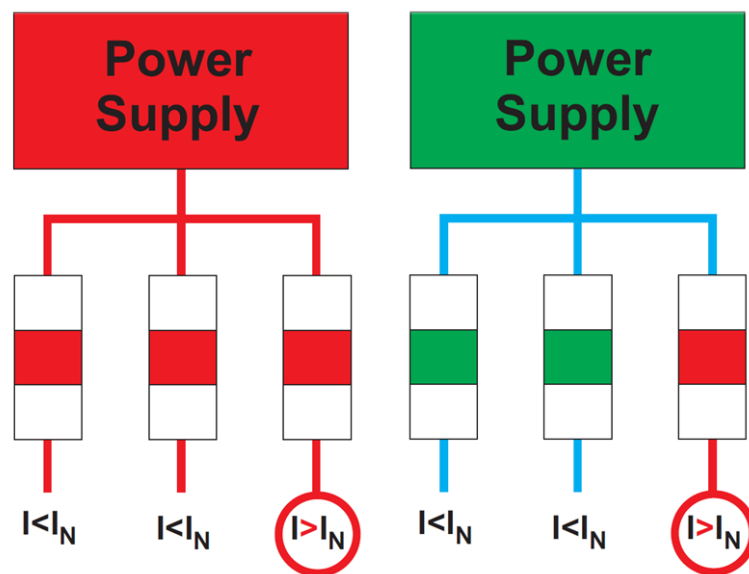


**Motorový spúšťáč** je ochranný prístroj, ktorý chráni motor pred preťažením aj pred skratom. Jeho výhodou je možnosť priameho spúšťania motorov. Obsahuje dve spúšte, skratovú a tepelnú, ktoré pôsobia na spínací mechanizmus oddelene. Zapínanie a vypínanie môže byť otočnou rukoväťou alebo dvomi tlačidlami ZAP a VYP. Zapínanie sa vykonáva manuálne na vlastnom spúšťáči, vypínanie môže byť manuálne na spúšťáči alebo pri vybavení podpäťovou spúšťou aj diaľkovo. Motorový spúšťáč má nastaviteľnú nadprúdovú spúšť.





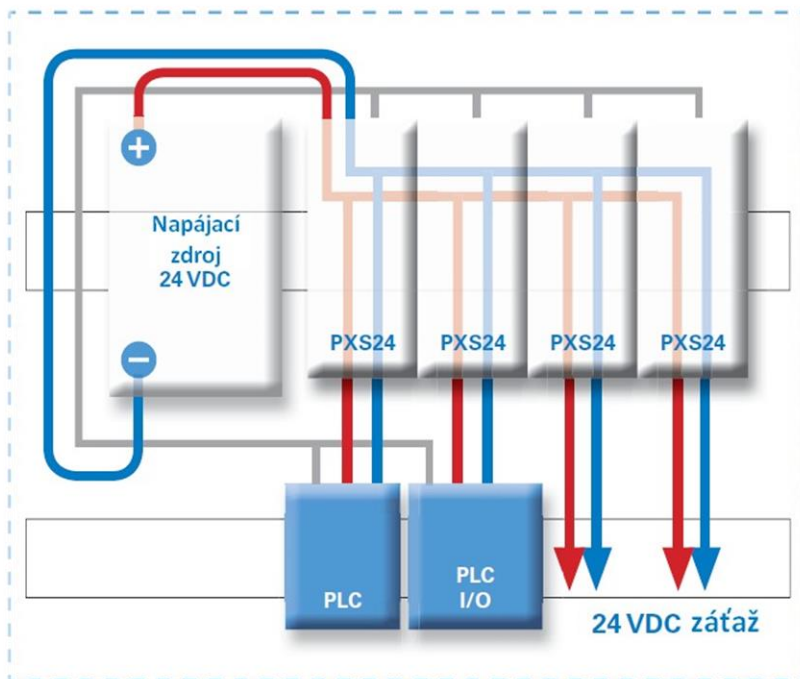
**Elektronický istič** - Využitie elektromechanických ističov má aj isté nevýhody. Pri vzniku poruchy na obrázku vľavo, dochádza pri poruche k odpojeniu celého obvodu pripojeného na výstup ističa. V prípade použitia elektronických napájacích zdrojov nie sú elektromechanické ističe vhodné. V prípade zvýšeného odberu prúdu na niektorom z pripojených zariadení nemusí bežný istiaci prvok zareagovať dostatočne rýchlo, ale elektronický zdroj poruchu deteguje a prepne sa do režimu ochrany, ktorý zostane zachovaný až do odstránenia poruchy. V režime ochrany zdroja sa na jeho výstupe zníži napätie, ktoré je potom nedostatočné pre prácu pripojených zariadení. Vhodným riešením ktoré tieto nevýhody do istej miery rieši je elektronický istič, čo je zariadenie určené priamo pre prostredie priemyselnej automatizácie. Pri vzniku poruchy na obrázku vpravo, elektronický istič odpojí iba napájaciu vetvu s poruchou, pričom ostatné napájacie vetvy zostanú v prevádzke.



## Technické prostriedky automatizovaného riadenia

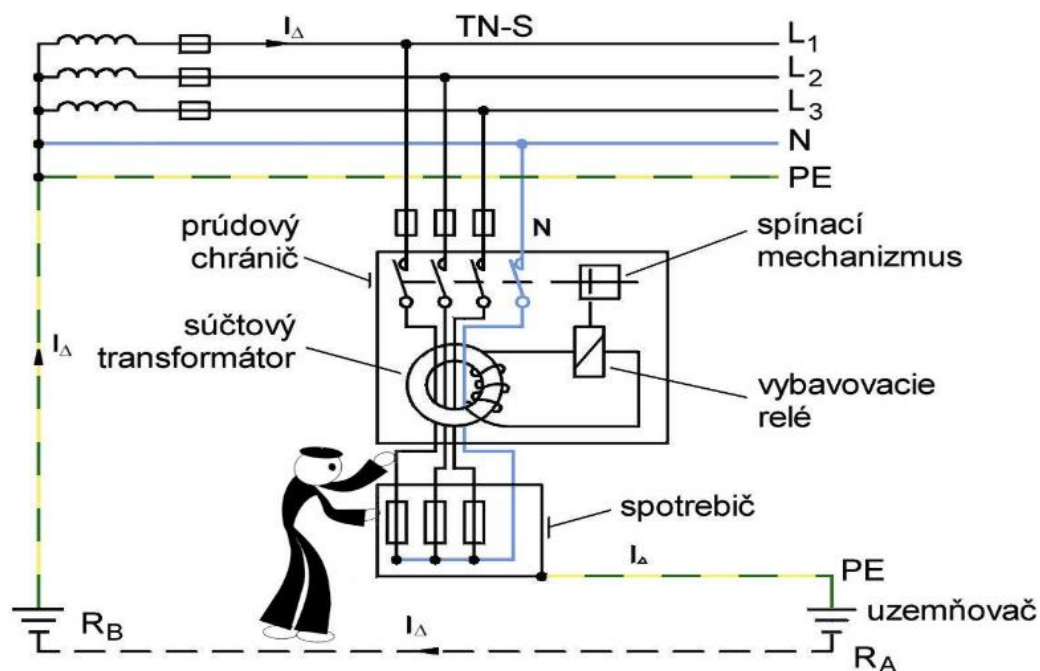
### Prednáška 4

Na obrázku je zobrazená bloková schéma zapojenia elektronického ističa s pripojeným elektronickým napájacím zdrojom. Na vstup elektronického ističa je privedené napájanie z elektronického zdroja a následne je privádzané do jednotlivých zariadení prostredníctvom individuálnych napájacích kanálov. V prípade poruchy je tak odpojený iba kanál s poruchou a ostatné kanály zostávajú pripojené k napájaciemu zdroju. Nedochádza tak k ovplyvneniu funkčnosti zostávajúcich pripojených zariadení a stroj zostáva kontrolovateľný a môže byť vypnutý kontrolovaným spôsobom. O poruche môže elektronický istič informovať riadiaci systém prostredníctvom komunikačného rozhrania.

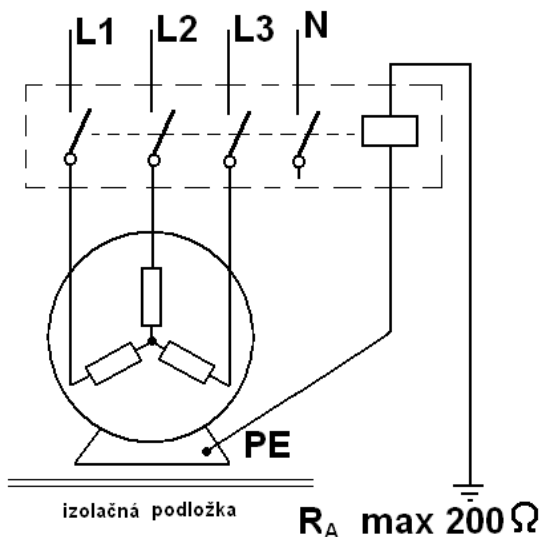


## Ochranné prístroje

**Prúdový chránič** je ochranný prístroj, ktorý samočinne odpojí elektrický spotrebič od siete, ak v tomto spotrebiči v dôsledku porušenia izolácie poruchový prúd unikajúci mimo pracovných vodičov na kostru, alebo do zeme prekročí dovolenú hranicu. Základom prúdového chrániča je súčtový prúdový transformátor vo forme kruhového magnetického jadra, ktorým prechádzajú všetky pracovné vodiče ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $N$ ). Pri normálnej prevádzke je súčet pretekajúcich prúdov (do spotrebiča a zo spotrebiča) rovnaký, teda vektorový súčet prúdov chráneného obvodu spotrebiča a tým aj výsledný magnetický tok sa rovná nule. Ak však dôjde k porušeniu tejto rovnováhy dôsledkom poruchového prúdu, magnetický tok v sekundárnom vinutí súčtového transformátora indukuje napätie, ktoré rozdielovým vypínacím prúdom cez vybavovacie relé spôsobí rozpojenie kontaktov (vybavenie) prúdového chrániča a to v čase kratšom ako 200 ms. Prúdovým chráničom nesmie v žiadnom prípade prechádzať vodič PEN siete TN-C! Vodič PEN musí byť pred chráničom rozdelený na samostatný neutrálny ( $N$ ) vodič a samostatný ochranný vodič ( $PE$ ). Menovité vypínacie rozdielové prúdy sa u prúdových chráničov pohybujú v rozsahu 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA. Prúdový chránič je jediný prístroj, ktorý chráni človeka aj pred priamym dotykom živej časti. Pomocou testovacieho tlačidla na prúdovom chrániči treba pravidelne preskúšavať v prevádzke jeho mechanické vypnutie.



**Napät'ový chránič** je ochranný prístroj, ktorý samočinne odpojí elektrický spotrebič od siete, ak sa na tomto spotrebiči objaví na neživej vodivej časti napätie, ktoré prekročí



dovolenú hodnotu. Základom napät'ového chrániča je cievka ochrannej spúšte, ktorá sa pripája jedným pólom na kovové neživé časti chráneného spotrebiča a druhým na pomocný uzemňovač. Dôležitou podmienkou je, aby chránený spotrebič nemal žiadne spojenie so zemou, v tom prípade by cievka chrániča nemala na čo reagovať, lebo by bola premostená (skratovaná). Rovnako, ako prúdový chránič má aj napät'ový chránič skúšobné tlačidlo, ktorým sa pravidelne overuje v prevádzke jeho funkčnosť.

**Zvodič prepätia** patrí medzi ochranné prístroje, ktoré chránia citlivé elektronické zariadenia pred prepätím, ktoré môže mať charakter atmosférický alebo spínací. Nebezpečenstvo prepätia pre elektronické zariadenia hrozí zo strany napájacej siete nízkeho napätia (zvodič na obr. 12.2.4 a), zo strany dátovej telekomunikačnej siete (zvodič na obr.12.2.4 b) a zo strany prívodu z terestriálnej antény (zvodič na obr.12.2.4 c). Aby bola ochrana proti prepätiu účinná, musia byť jednotlivé prvky ochrany proti prepätiu radené za sebou v niekoľkých stupňoch na postupné odvedenie prúdu blesku.

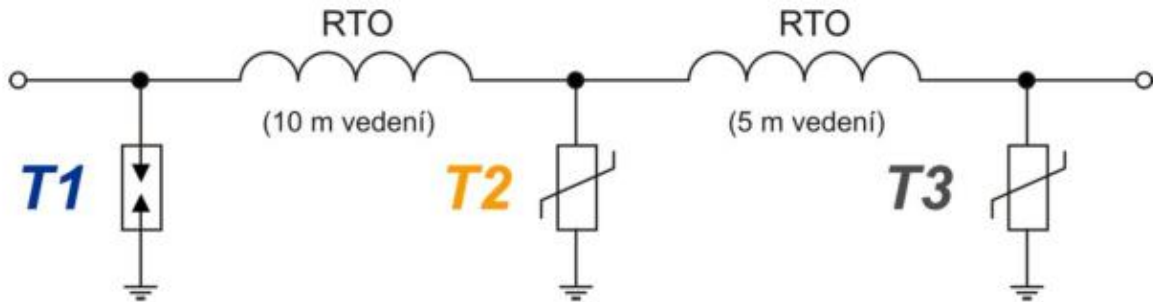


Rozdelenie prepät'ových ochrán do stupňov – vid' obr.12.2.5

**1. Stupeň Typ I (B)** zvodiče bleskového prúdu (iskrište, bleskoistky)

2. Stupeň Typ II (C) zvodnice prepätia (varistory, bleskoistky)

3. Stupeň Typ III (D) zvodnice prepätia (varistory)



RTO – oddeľ. tlmivka nahradzuje indukčnosť vedenia pri nedodržaní vzdialenosti

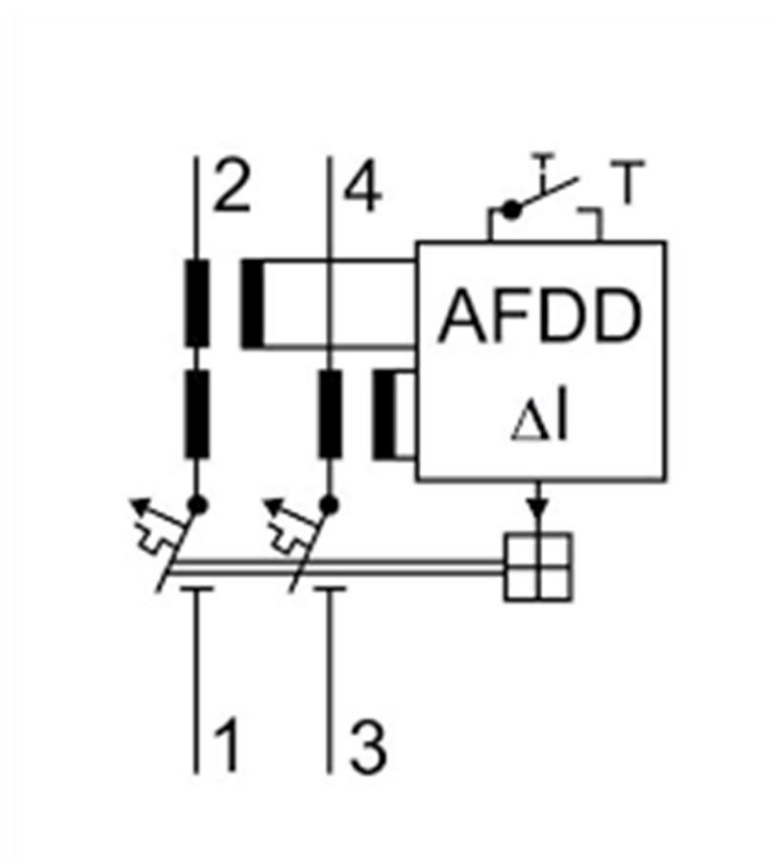
Zvodnice na zvod nižších hladín bleskových prúdov tvoria varistory. Varistor je napäťovo závislý odpor, ktorý pri určitom napäťovom impulze (cca nad 280V) veľmi prudko zmení svoj odpor z niekoľko M $\Omega$  na niekoľko ohmov a zvedie toto prepätie do zeme. Zvodník prepätia sa pripája medzi všetky fázové (krajné) vodiče a ochranný vodič v sieti TN-C, v sieti TN-S je treba pridať zvodník aj na oddelený neutrálny vodič.

Pre ochranu elektronických prvkov sa používajú tzv. supersonové diódy, ktoré sú 100 krát rýchlejšie než varistory, sú však použiteľné len pre malé napätia. Používajú sa do anténnych zvodov a telefónnych prístrojov. Ide o uni alebo bipolárne diódy, ktoré pracujú ako veľmi presné obmedzujúce diódy v závernom smere. Po dosiahnutí prierazného napätia, tečie cez P-N prechod značný prúd.

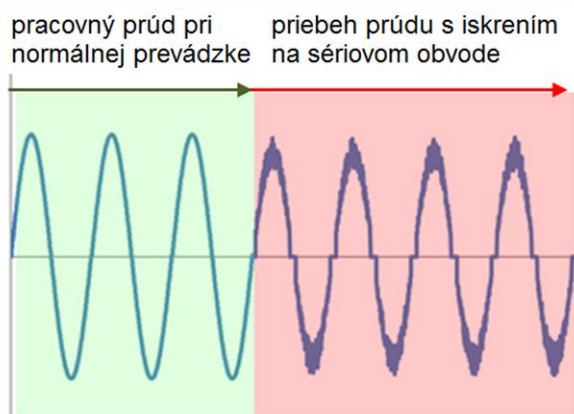
**Strážca izolačného stavu** izolovanej zdravotníckej siete IT slúži na monitorovanie stavu za účelom stráženia izolačného stavu živých častí celej inštalácie siete. Sieť IT neobsahuje neutrálny vodič, len vodiče krajné, teda pri zvide (znížení izolačného odporu pod 50 k $\Omega$ ) medzi krajným a ochranným vodičom (prvá porucha), prevádzka siete pokračuje ďalej, strážca izolačného stavu hlási opticky i akusticky túto chybu. Prvá porucha musí byť čo najskôr odstránená, lebo druhá porucha v inom krajnom vodiči by spôsobila už odpojenie ističom. Vnútorňý odpor strážcu izolačného stavu pritom obmedzuje maximálny prúd, ktorý pri zemnom spojení jedného krajného vodiča môže prechádzať, na bezpečnú hodnotu.



**Oblúková ochrana AFDD** - zariadenie má využitie v miestach, kde je riziko vznietenia vplyvom vzniku elektrického oblúka vysoké.

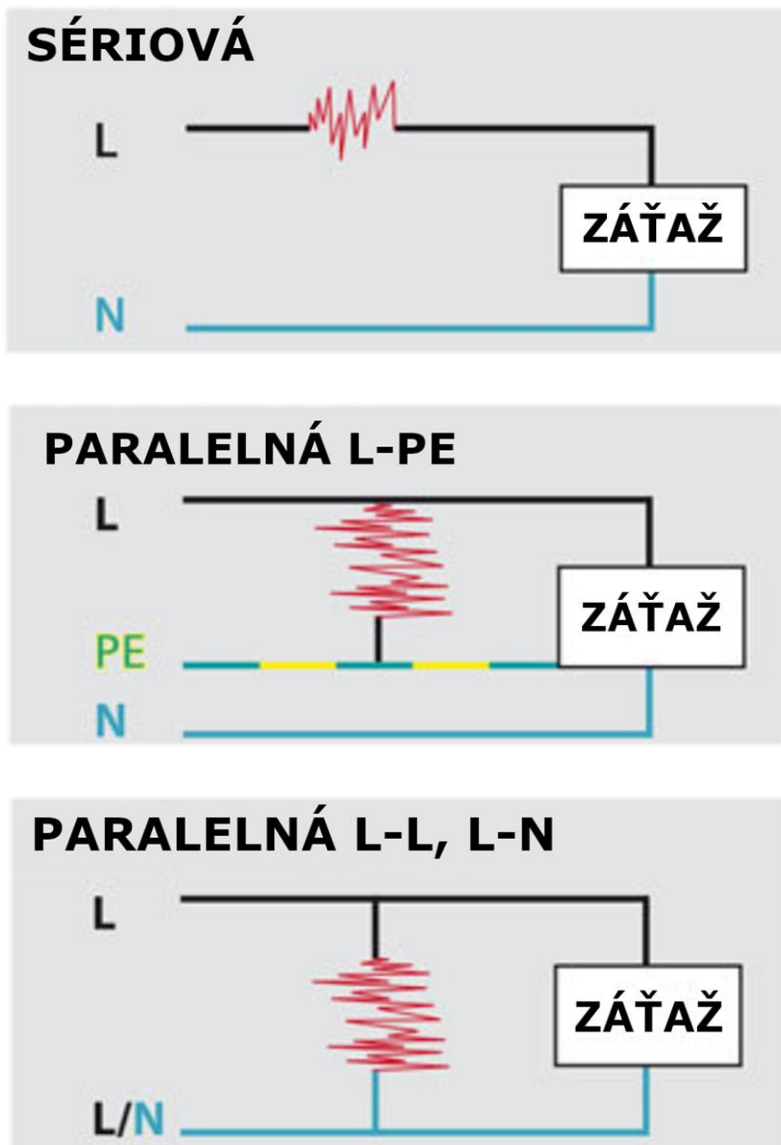


Poruchový elektrický oblúk často vzniká vplyvom zníženia izolačných vlastností použitej kabeláže a je možné ho charakterizovať ako nebezpečný neúmyselný oblúk medzi vodičmi – výboj elektriny naprieč izolačným prostredím obvykle sprevádzaný čiastočným odparením materiálov kontaktov. Predradený istič alebo poistka takéto odbery nedokážu odlíšiť a preto na takú poruchu nedokážu reagovať. Prúd v obvode, ktorý by aktivoval istič alebo poistku, je v takomto prípade na bežnej prevádzkovej úrovni, nakoľko ku skratu ani preťaženiu nedošlo. Oblúková ochrana AFDD, na rozdiel od ističov, poistiek či chráničov, takéto prúdy dokáže detegovať, a obvod odpojiť. Na obrázku je znázornený priebeh pracovného prúdu pri normálnej prevádzke a jeho skreslenie pri poruche v sériovom obvode.





Poruchový elektrický oblúk často vzniká vplyvom zníženia izolačných vlastností použitej kabeláže a je možné ho charakterizovať ako nebezpečný neúmyselný oblúk medzi vodičmi – výboj elektriny naprieč izolačným prostredím obvykle sprevádzaný čiastočným odparením materiálov kontaktov. Predradený istič alebo poistka takéto odbery nedokážu odlíšiť a preto na takú poruchu nedokážu reagovať. Prúd v obvode, ktorý by aktivoval istič alebo poistku, je v takomto prípade na bežnej prevádzkovej úrovni, nakoľko ku skratu ani preťaženiu nedošlo. Oblúčová ochrana AFDD, na rozdiel od ističov, poistiek či chráničov, takéto prúdy dokáže detegovať, a obvod odpojiť. Na obrázku je znázornený priebeh pracovného prúdu pri normálnej prevádzke a jeho skreslenie pri poruche v sériovom obvode.



Použitá literatúra:

Ing Ján Meravý – Elektrotechnická spôsobilosť pre elektrikárov (5. vydanie)

Ing. Gabriel Gašpar, PhD. - Technické prostriedky automatizovaného riadenia - Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom v priemyselnom prostredí

Ing. Gabriel Gašpar, PhD. - Technické prostriedky automatizovaného riadenia - Istiace a ochranné prístroje v priemyselných elektroinštaláciách

### **PodĎakovanie**

Ďakujem pánovi Ing. Jánovi Meravému za láskavé umožnenie použiť časti ilustrácií a textov v učebnom procese. Publikáciu Elektrotechnická spôsobilosť pre elektrikárov (5. vydanie a novšie) odporúčam všetkým záujemcom o získanie vedomostí v oblasti elektrotechnickej spôsobilosti.