

## Jištění vodičů v elektrickém rozvodu

Jištění elektrických obvodů je velmi důležité v rozvodu elektrické energie, protože správně navržené a realizované jištění zabrání poškození zařízení při poruchových stavech, kdy se zvětší hodnota proudu nad jmenovitou hodnotu.

Proudy nad dovolenou hodnotou (nadproudy) můžeme rozdělit do dvou kategorií :

- proudy, které vznikají přetížením, jejich hodnota je větší než hodnota dovolená, nedosahuje však hodnot zkratových,
- proudy, které vznikají při zkratu, jejich hodnota je mnohonásobně vyšší než je dovolený proud.

Hlavní zásady pro jištění v rozvodu elektrické energie se dají shrnout do následujících bodů.

- Jádro jištěného vodiče se při nadproudech způsobených přetížením nesmí zahřát tak, aby byla překročena nejvyšší dovolená teplota jádra, za dobu než je vypnuto přetížení.
- Jádro jištěného vodiče se při nadproudech způsobených zkratem nesmí zahřát tak, aby byla překročena nejvyšší dovolená teplota jádra, za dobu než vypne zkrat.
- Při normálním provozu nesmí nastat nežádoucí působení jistících prvků.
- Jistící prvky mají pokud možno odpojit jen postiženou část zařízení.

### 1.1 Jistící přístroje

Přístroje, jejichž účelem je automaticky odpojit přetěžující zařízení nebo zařízení, které způsobilo zkrat, dělíme v podstatě na tři druhy: pojistky, jističe a nadproudová relé. Všechny mají své specifické vlastnosti, předurčující je pro různé účely využití.

#### Pojistka

je ve své podstatě kusem zeslabeného vedení. Má všechny vlastnosti charakteristické pro vodič - průchodem proudu se zahřívá a předává vznikající teplo do okolí. Jestliže se toto teplo nestačí vyzářit, zvýší se teplota vodiče až na jeho tavnou teplotu. Roztavením drátu se přeruší elektrický obvod. Hasivo, jímž je tavný drát obklopen, vzniklý oblouk rychle uhasí. Vhodnou konstrukcí lze reakci pojistky na nadproud poněkud zpozdít. Vlastní přerušení nadproudu je však i u pomalých pojistek velice rychlé.

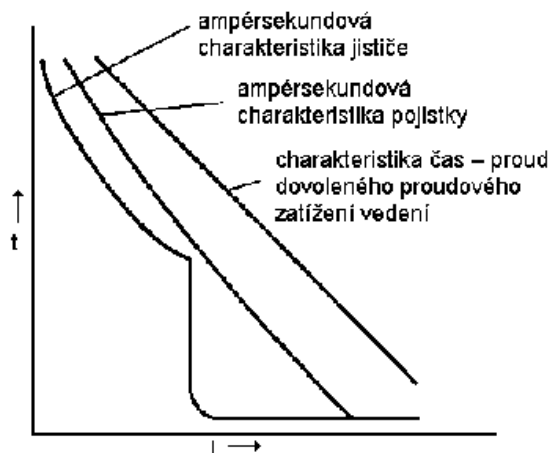
Vlastnosti pojistky jsou charakterizovány jmenovitým napětím a proudem (hodnoty, které pojistka trvale vydrží) a vypínací schopností, tj. největším proudem, který je pojistka schopna přerušit. Přehled o dobách, za něž pojistky vypínají nadproudy různých velikostí dávají tzv. vypínací charakteristiky. Vypínací

charakteristiky jsou závislosti  $t_v = f(I)$  tj. závislost vypínacího času na protékajícím proudu. Parametrem těchto křivek je jmenovitý proud pojistky.

Pojistky mají ještě jednu velmi důležitou vlastnost, dovedou vypnout zkratový proud dříve než dosáhne prvního maxima. Tím omezí hodnotu zkratového proudu. Schopnost omezit velikost zkratového proudu vyjadřují omezovací charakteristiky pojistek.

## **Jistič**

má proti pojistce výhodu opakovaného použití, nevýhodou však je vyšší cena a zdlouhavější vypínání velkých nadproudů. Jističe mívají zpravidla dva elementy, které jsou schopny způsobit jejich vypnutí: jsou to elektromagnetická a tepelná spoušť. Na vypínací charakteristice se to projevuje typickým zlomem, způsobeným funkcí zkratové spouště při velkých proudech.



## **Nadproudová relé**

vypínají nepřímo, prostřednictvím stykačů. Jejich vypínací schopnost je malá. Bezpečně vypnou asi osminásobek svého jmenovitého proudu  $I_N$ , a proto je v praxi vždy nutné předradit jim pojistky a využít jejich omezovací schopnosti.

## 1.2 Ochrana vedení proti nadproudům

Aby vodiče a kabely nemohly být dlouhodobě přetěžovány nadproudem, předepisují příslušné normy, že pracovní vodiče musí být chráněny proti přetížení a proti zkratovým proudům. Výjimkou jsou případy, kdy vzniku nadproudů (proudů větších než dovolených) je zabráněno vnitřní impedancí zdroje (např. u zvonkových transformátorů a termoelektrických článků).

Ochrana proti přetížením a zkratovým proudům se provádí jedním nebo více jisticími prvky, které musí být schopné přerušovat jakýkoliv nadproud nižší nebo rovný zkratovému proudu v místě, kde je prvek instalován. Jisticí prvek musí přerušit každé přetížení ve vodičích dříve, než by mohlo vyvolat škodlivé oteplení izolace, spojů, koncovek nebo okolí vedení a zkratový proud přerušit předtím, než by se mohl stát nebezpečným v důsledku tepelných a mechanických účinků vznikajících ve vodičích a spojích.

Jisticími prvky zajišťujícími ochranu **před přetížením i zkratem** mohou být:

- jističe s nadproudovým relé,
- jističe ve spojení s pojistkami,
- pojistky.

Jisticí prvky zajišťující **pouze ochranu proti proudovým přetížením** jsou obvykle prvky s inverzní charakteristikou. Protože ochrana před zkratem musí být zajištěna ještě jiným jisticím prvkem, může být vypínací schopnost prvků jisticích proti přetížení pod hodnotou předpokládaného zkratového proudu.

## 1.3 Ochrana proti zkratovým proudům

Jisticí prvky slouží nejen k ochraně proti účinkům nadproudů a přetížení, ale i proti zkratům. Jisticí prvky musí být schopny přerušit každý zkratový proud ve vodičích obvodu dříve, než by se takový proud mohl stát nebezpečným v důsledku tepelných nebo mechanických účinků vznikajících ve vodičích a spojích.

Aby mohla být ochrana proti zkratovým proudům zajištěna, musí být především v každém příslušném místě instalace zkratový proud zjištěn (výpočtem nebo měřením impedance smyčky příslušného obvodu).

Jisticí prvek chránící proti zkratu musí být volen a nastaven tak, aby vypínal i nejmenší zkratový proud vzniklý při zkratu na konci vedení. Přitom vypínací schopnost jisticího prvku nesmí být menší než předpokládaný zkratový proud v místě, kde je zabudován (kromě případu, kdy je před jisticím prvkem předřazen jiný jisticí prvek s touto schopností).

Zkratové proudy musí být vypnuty dříve, než dojde k oteplení vodičů nad přípustnou mez. Tato mez je různá pro různé druhy izolace. Pro běžnou PVC izolaci je to 140 až 160 °C, pro odolnější izolační směsi PVC 200 °C (výjimečně i 300 °C), pro polyetylén 130 až 150 °C, pro gumu, pryž a kaučuk 200 až 350 °C, pro

zesíťovaný polyetylén 250 °C, pro papírovou izolaci 200 °C, pro holé vodiče mechanicky nezatížené 300 °C, pro holé vodiče mechanicky zatížené 200 °C.

Pro zkratů s dobou trvání do 5 s se doba, během níž musí být zkrat vypnut, vypočítá ze vzorce:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I} \quad (4.1)$$

t ... doba trvání zkratu [s]  
S ... průřez vodiče v [mm<sup>2</sup>]  
I ... efektivní hodnota zkratového proudu [A]

k = 115 pro měděné vodiče izolované PVC  
135 pro měděné vodiče izolované pryží  
74 pro hliníkové vodiče izolované PVC  
87 pro hliníkové vodiče izolované pryží  
115 pro cínem pájené spoje u měděných vodičů, odpovídající teplotě 160 °C.

Některé jističe velkých výkonů by nevydržely maximální zkratové proudy, které mohou v chráněném obvodu vzniknout. Proto se jim předřazuje podle pokynu výrobce nebo podle omezovacích charakteristik pojistka, která nepustí větší proud, než jistič snese. (Jedna se o zkratové proudy řádově nad 15 kA.)