

Základní principy instalace ochrany proti bleskovým proudům a přepětím

Ing. Milan Hubálek, Ph.D., Eaton Elektrotechnika, s. r. o.

Důležitou kapitolou při návrhu elektroinstalace je ochrana před bleskovými proudy a atmosférickým i spínacím přepětím. Zasahuje všechny druhy instalací, ať již rodinný dům, administrativní centrum či obráběcí stroj osazený citlivou elektronikou.

Přechodové přepětové jevy, tj. jevy s délkou trvání desítek až stovek mikrosekund, lze podle fyzikálního původu rozdělit do dvou základních skupin. První jsou děje vznikající v zemské atmosféře (blesky). Jejich přímý nebo blízký úder znamená v první řadě zavlacení proudového impulsu o velké špičkové hodnotě a obrovské energii. Podružným jevem, byť z pohledu elektroinstalace i připojených spotřebičů zásadním, je vznik přepětí v postižených vodičových částech. Zde je důležitá skutečnost, že i na vodičové části izolované od zasaženého místa může vzniknout velké přepětí, přenesené elektromagnetickým polem. Atmosférické děje, přenášené instalací jako bleskové proudy, mají z pohledu návrhu ochrany charakter podélného přepětí. Druhou skupinou jsou přepětí způsobená rychlými spínacími procesy. U nich je velikost přepětové vlny dána strmostí (časovou derivací) proudu násobenou indukčností vedení. Rychlé spínací procesy mohou být různého původu, od sepnutí či vypnutí stykače, přes vybavení jističe až po činnost nedokonalé odfiltrované spínacího zdroje. Spínací přepětí jsou v porovnání s atmosférickými daleko rozmanitější. Podle jejich původu mohou být v podstatě náhodná a z hlediska výskytu výjimečná (např. při vybavení jističe při zkratu), ale také deterministická s velmi krátkou periodou opakování (typicky periodické spínání např. u spínacích zdrojů či tyristorové regulace). Při navrhování ochrany proti spínacím přepětím je důležité, že mají zpravidla příčný charakter.

Základním principem přepětových ochrany je vytvoření nové vodičové dráhy, obvykle zkratu, pro přepětovou vlnu po dobu jejího působení. Elektrotechnické prvky disponující požadovanou funkčností jsou svodiče přepětí.

Podélná a příčná přepětí

Charakter přepětí má zásadní význam pro správný návrh účinných opatření pro jeho potlačení. U podélných dějů je zásadou omezení délky dráhy v pracovních vodičích, po které se šíří proudová vlna. Ochrana tedy spočívá v umístění svodiče přepětí příslušných para-

metrů mezi pracovní a ochranný vodič (PE či PEN). Podle počtu vodičů jsou tato zapojení označována $n+0$, kde n je počet pracovních vodičů L a N v dané síti. V klasické třífázové soustavě TN-C se hovoří o zapojení $3+0$. To znamená, že jsou použity tři identické svodiče, kdy jedna strana je připojena na příslušný fázový vodič a druhá strana všech tří na vodič PEN. Ve třífázové síti TN-S se použije zapojení $4+0$. Společný uzel čtyř svodičů je připojen na vodič PE, druhá svorka na vodiče L1, L2, L3 a N.

Omezení délky vedení, po kterém se šíří vlna bleskového proudu, má pozitivní dopad na redukci přepětí i z dalšího důvodu. Vodič protékající proudem okolo sebe vytváří elektromagnetické pole. Chová se tedy jako vysílací anténa a šíří přepětí i do částí, které vůbec nemusí být s přímo zasaženou částí vodičů spojeny. Redukcí délky je tudíž omezoována vyžádaná energie.

Příčná přepětí vznikají mezi dvěma, zpravidla pracovními, vodiči. To je pochopitelné z principu vzniku těchto přepětí. Spínací proces obvykle, s výjimkou poruchových stavů, vzniká sepnutím, a tím rychlou změnou proudu mezi dvěma či více pracovními vodiči. Z toho plyne i základní způsob efektivní ochrany proti přepětím, tj. umístění svodiče mezi pracovní vodiče. Hovoří se pak o zapojení $n+1$, kde n je nyní počet pouze fázových vodičů. Z této definice je zřejmé, že zapojení se nijak neliší od zapojení $n+0$ v případě, kdy se pracuje se soustavou TN-C. V síti TN-S se zapojují identické svodiče mezi fázové vodiče a vodič N. Mezi N a ochranným PE vodičem je umístěn další svodič, obvykle nazývaný sčítací jiskřiště. Jeho úkolem je omezit případná přepětí mezi těmito vodiči. Při žádoucích spínacích procesech je tento prvek zpravidla neaktivní. Zejména v délkově rozsáhlých soustavách TN-S či náročných průmyslových procesech je nezbytné, aby svodič zapojený mezi vodič N a vodič PE v sobě skutečně obsahoval jiskřiště; tím je omezojena nežádoucí aktivace tohoto prvku v porovnání s čistě varistorovým řešením. To je důležité i pro omezení nežádoucích vybavení případných předřazených proudových chráničů.



Obr. 1. Svodič bleskových proudů SPI-35/440

Ochrana proti bleskovým proudům

Prvním stupněm v ochranném řetězci svodičů přepětí jsou svodiče bleskových proudů, tj. třída T1, I podle ČSN EN 61643-11 či třída B podle DIN VDE 0675. Smyslem těchto přístrojů je odvést obrovskou energii bleskového proudu. Redukce přepětí je z tohoto pohledu spíše doprovodným jevem, nicméně vlastní přepětí vyvolané bleskovým proudem je inicializačním faktorem činnosti svodiče bleskových proudů.

Podle ČSN EN 62305 je nutné svodiče bleskových proudů instalovat na rozhraní zón LPZ0 a LPZ1. Přeloženo do běžného jazyka, všude tam, kde daná část elektroinstalace přechází



Obr. 2. Kombinovaný svodič SPB-12/280

z prostoru nechráněného proti účinkům blesku (z hlediska přepětových úrovní) do prostoru, kde může přepětí nabývat maximálně pouze stanovených hodnot a zejména nehrozí přímé účinky bleskových proudů. Z pohledu elektroinstalace se tedy toto rozhraní nachází např. právě v místě vstupu napájecího kabelu do budovy.

Osazení svodičů přepětí pouze na vstup napájení budovy je velkou, avšak poměrně častou chybou. Rozhraní LPZ0 a LPZ1 má obvykle více vodičových přechodů, které je nutné náležitě upravit. V idealizovaném modelu rodinného domku lze pro jednoduchost předpokládat, že vnější zdivo domu a jeho střecha tvoří právě toto zmíněné rozhraní. Potom všechny vodičové části, jež tímto vnějším pláštěm budovy procházejí, jsou možnými cestami pro zavlacení bleskových proudů. Jako typické příklady lze jmenovat napájení i vlastní signálový svod anténních systémů, kabel určený k vytápění kovových okapních žlabů, napájení zahradního osvětlení atd. Všechny tyto trasy je nutné řádně vybavit svodiči přepětí příslušných tříd. Je-li ochráněn pouze přívodní kabel elektroinstalace, je budova vystavena značné-

mu riziku a danou ochranu lze považovat za velmi neefektivní, jak z pohledu vlastní ochrany, tak i z pohledu vynaložených prostředků. Z uvedeného ovšem jednoznačně vyplývá, že v případě novostaveb je nutné systém ochrany navrhnout ještě před započítáním vlastní stavby, aby byly vyloučeny nepříjemné zásahy do zdíva a omítek.

Z hlediska výkonnosti ochranného systému lze danou soustavu dělit v souladu s ČSN EN 62305 do čtyř úrovní: LPL I až LPL IV. LPL I předpokládá bleskové proudy o špičkové hodnotě až 200 kA, LPL IV 100 kA. Z hlediska statistik má asi 98 až 99 % u nás se vyskytujících blesků špičkovou hodnotu proudu právě do 200 kA, 90 % blesků do 100 kA. Volbou LPL je tedy vlastně dáno, pro jaké procento blesků je ten který systém dostatečně účinný, či obráceně, pro jaké procento blesků není navržena dostatečná ochrana.

Dimenzování svodičů třídy I je dáno v podstatě třemi parametry. Prvním je maximální předpokládaný proud, tedy LPL. Druhým a třetím je počet proudovodných drah, resp. jejich impedanční poměry. V jednoduchém případě lze vyjít z předpokladu, že přes společný zemnič hromosvodu a elektroinstalace se do elektroinstalace budovy zavleče 50 % bleskového proudu. V případě LPL I to tedy znamená, že systém svodičů bleskových proudů musí být schopen odvést 100 kA. Bere-li se v úvahu nejběžnější čtyřvodičová soustava TN-C, připadá na jeden dílčí vodič, a tím obvykle i na instalovaný svodič, 25 kA.

Pro ochranu splňující s rezervou požadavky LPL I až LPL IV lze doporučit svodiče Eaton řady Moeller SPI (obr. 1). Základní fázový svodič SPI-35/440 je schopen odvést 35 kA bleskového proudu, je zde tedy i dostatečná rezerva pro ta dvě procenta blesků, jež nejsou zachycena v LPL I. Pro ochranu podle LPL III a LPL IV je vhodným prvkem kombinovaný svodič SPB-12/280 (obr. 2). Jeho značnou výhodou je kompaktní provedení. V jednom přístrojovém modulu se nachází dva stupně svodičů. V třífázové síti TN-S se využije zapojení 4+0 z důvodu podélného charakteru přepětí vyvolaného zavlečeným bleskovým proudem.

Základní ochrana proti přepětím

Druhý stupeň ochrany proti atmosférickým bleskům jevům a první stupeň ochrany proti spínacím přepětím představují svodiče třídy T2, II (C). Při přípravě návrhu tohoto i následujícího stupně ochrany je nutné mít na paměti jednu důležitou skutečnost, a to, že přepětí se nešíří pouze po vodičích, ale též vzduchem v podobě elektromagnetického pole. Z hlediska přechodu mezi jednotlivými zónami ochrany (zde obvykle LPZ 1 a LPZ 2) tedy nestačí zajistit pouze vodivé dráhy, ale je nutné analyzovat i případné vzdušné cesty. Například svod jímací soustavy hromosvodu umístěný pod omítkou může způsobit spoustu nepříjemností.

Volba vhodného svodiče třídy II je z pohledu komponent Eaton snadná. Stačí zvolit,

zda je požadováno pevné provedení, a použít řadu SPC-E, nebo je požadováno provedení s výměnnými moduly, kdy lze použít řadu SPC-S (obr. 3). Obě verze poskytují dostatečně výkonné řešení pro všechny úlohy. Odpadá tak zdlouhavý výběr z mnoha typů, jež mají velmi podobné parametry a jejich rozdílné použití a význam nedokáže většinou věrohodně vysvětlit ani sám výrobce.

Ochrana citlivé elektroniky

K ochraně citlivé elektroniky jsou určeny svodiče třídy III (T3, D). Pravidla pro jejich návrh jsou obdobná jako u předchozího stupně. Hlavním rozdílem je nižší ochranná úroveň. Tím se zkracuje účinný dosah takové ochrany, v praxi obvykle na 5 m. Zařízení instalovaná dále od svodiče než na tuto vzdálenost (podle délky napájecího kabelu) je



Obr. 3. Svodič přepětí třídy II (T2, C), řada SPC-S

nutné považovat za zařízení nechráněná. Proto je v nabídce Eaton několik různých verzí, např. pro montáž do rozváděčů či zásuvek.

Dále je třeba mít na zřeteli energetickou výkonnost jednotlivých stupňů ochrany. Přestože třída III poskytuje z pohledu přepětových hladin nejlepší ochranu, nemůže řádně fungovat bez předřazených stupňů v podobě tříd I a II. Velmi často se stává, že nedostatečně poučený uživatel podlehe tvrzení v reklamním letáku a instaluje ochranu pouze třetího stupně v domnění, že jde o komplexní ochranu. Následně se po bouřce diví, že jeho elektronika, a dokonce i zařízení s integrovaným svodičem třídy III, jsou poškozeny. Svodič třídy III není schopen odvést velkou energii atmosférických přepětí, potřebuje, aby hlavní část této energie odvedly předřazené svodiče tříd I a II. Vlastní třída III se na závěr postará o to, aby byla co nejvíce omezena zbytková přepětová vlna (s relativně malým proudem, a tím malou energií). Na tom nic nemění ani skutečnost, o jaké provedení svodiče třídy III jde. Stejně se bude chovat takovýto prvek v pouzdře instalačního přístroje, stejně zásuvkový adaptér, ale taktéž např. svodič třídy III instalovaný v záložním zdroji UPS. Žádný z nich není schopen sám čelit přepětím atmosférického původu.

<http://www.eatonelektrotechnika.cz>

www.eaton.cz

Inteligentní přístup v elektrotechnice



Každý den proudí elektrina do tisíců domácností, továren, dílen a veřejných budov. Naším posláním je pomoci tuto energii efektivně ovládat a řídit ve Váš prospěch.
Eaton Elektrotechnika

EATON
Powering Business Worldwide