

Inštalacija prenapetostne zaščite v NN sistemih

Denis Imširović, dipl.ing.el.

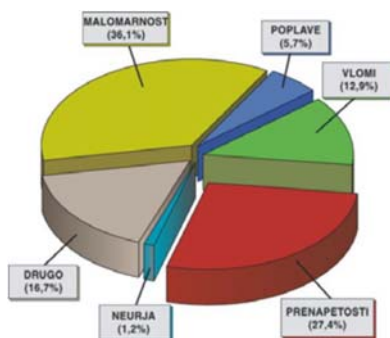
Človeka je že v davni preteklosti vedno znova očaral naravni pojav "strela", ampak si ga ni znal razložiti. V današnjih časih, eri računalništva in občutljivih naprav, pa je postala nuja razviti tehnično možnost za uspešno oziroma celovito zaščito proti prenapetosti.

1. UVOD

Tehnologija stopa v prihodnost z velikimi koraki in vzporedno s tem so vpeljali naprave tudi tja, kjer si jih do pred kratkim ne bi mogli niti zamisliti. Svet razpolaga z ogromno količino podatkov, ki jih je treba znati med seboj pravilno povezati, čim hitreje prenašati in varovati. To je v današnjem, vse bolj ekonomsko in tehnično razvitem svetu priznana zahteva, ki se ji ne moremo odreči. Na prenapetostno zaščito je treba gledati kot na trden oklep, ki varuje naprave in ljudi tudi pred tako močnimi zunanjimi vplivi, kot je udar strele, in tako prepreči tehnološko in ekonomsko škodo. Prenapetosti nastanejo zaradi:

- atmosferskih praznitev, ki povzročijo direkten udar v nek sistem ali pa kot posledica indukcije, prenesene v bližnje objekte (indirekten udar);
- stikalnih prenapetosti (posledica vklopov in izklopov porabnikov).

Spodnji graf (Slika 1) nazorno prikazuje statistiko vzrokov škode na električnih napravah. Največji delež škode na električnih napravah je prav zaradi prenapetosti, in sicer se giblje med 27% in 35%.



Slika 1: Razmerje med različnimi vzroki škode

2. INŠTALACIJA PRENAPETOSTNE ZAŠČITE

Proizvajalec lahko izdelava zelo kakovosten produkt, vendar če pride do nepravilne vgradnje prenapetostnega odvodnika v sistem bo njegovo delovanje nepravilno. Glede na različne energetske sisteme se razlikuje tudi montaža in izbira odvodnikov. Če želimo imeti zaščito na najvišjem nivoju, je treba točno upoštevati vsako izmed naštetih točk:

- pravilna izbira odvodnika glede na sistem,
- kreirati več nivojev zaščite,
- upoštevanje razdalj vodnikov proti zemlji,
- določitev stopnje zaščite U_p .

2.1. Različne vrste impulzov in tokov

Preden smo lahko karkoli zapisali, definirali in se o tem pogovarjali, smo potrebovali določene predpostavke. Simulacija kratkotrajnih prenapetosti oziroma atmosferskih praznitev je zahtevala točno definicijo tokovnih in napetostnih impulzov. Standard IEC 61643 pozna tri vrste impulzov:

- tokovni energijski impulz 10/350,
- tokovni impulz 8/20,
- napetostni impulz 1,2/50.

Tokovni energijski impulz 10/350, I_{imp}

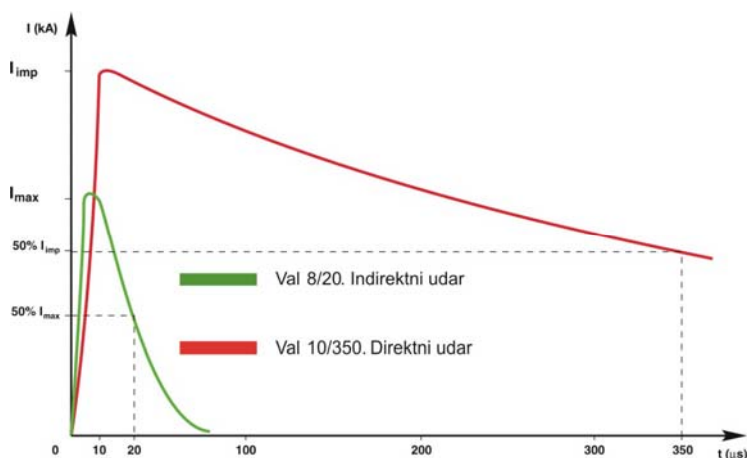
S pomočjo oblike impulza 10/350 lahko simuliramo direkten udar strele. Uporabimo ga tudi pri določanju toka I_{imp} , ki se po IEC standardu, kot tokovni energijski impulz uporablja pri testiranju odvodnikov razreda I. Po standardu je $10\mu s$ čas vzpona (rise time) tokovnega impulza iz 10% na 90% vrednosti, medtem ko je $350\mu s$ čas padca impulza (fall time) iz 90% na 50% vrednosti. Standard dovoli tudi do 20% odstopanje od teh vrednosti.

Tokovni impulz 8/20, I_n in I_{max}

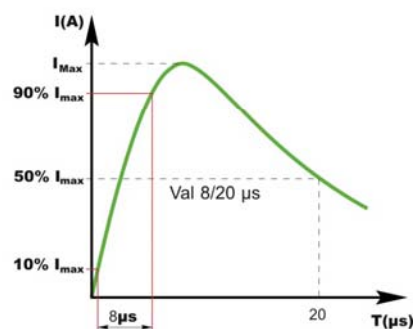
S pomočjo oblike impulza 8/20 lahko simuliramo indirekten udar strele. Uporabimo ga tudi pri deklariranju tokov I_n in I_{max} . Če proizvajalec ne deklarira drugače, potem maksimalni tok predstavlja 2x vrednost nazivnega toka in vrednost do katere je odvodnik sposoben preživeti. Oba tokova se po IEC standardu uporabljata pri testiranju odvodnikov razreda II. Po standardu je $8\mu s$ čas vzpona (rise time) tokovnega impulza iz 10% na 90% vrednosti, medtem ko je $20\mu s$ čas padca impulza (fall time) iz 90% na 50% vrednosti. Standard dovoli tudi do 20% odstopanje od teh vrednosti.

Napetostni impulz 1,2/50, U_{oc}

S pomočjo kombiniranih valov, napetostnega 1,2/50 in tokovnega vala 8/20 testiramo po IEC standardu odvodnike razreda III. Napetostni val 1,2/50 pri KS preide v tokovni val 8/20. Napetostni impulz je pri tem simboliziran kot U_{oc} , tok pri KS pa I_{sc} . Standard definira, da je $1,2\mu s$ čas vzpona tega napetostnega impulza, kjer se mu vrednost poveča iz 30% na 90%, medtem ko je $50\mu s$ čas padca vala iz 90% na 10% vrednosti. Standard dovoli tudi do 20% odstopanje od teh vrednosti.



Slika 2: Razlika med valom oblike 10/350 in 8/20



Slika 3: Val 8/20

Na zgornji sliki (Slika 2) je prikazana razlika med tokovnimi impulzoma oblike vala 10/350 in 8/20. Ploščini pod krivuljo si lahko predstavljamo tudi kot energijo udara. Po energijski enačbi ali Joulovem integralu pridemo do izračuna, da ima direktni udar veliko večjo energijo.

Izračun:

$$I^2 \cdot t$$

(1)

Direktni udar

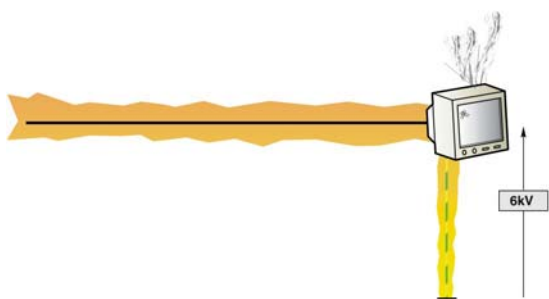
$$I^2 \cdot t = 25 \text{ kA}^2 \cdot 350 \cdot 10^{-6} \text{ s} = \\ = \underline{218 \text{ kJ}}$$

Indirektni udar

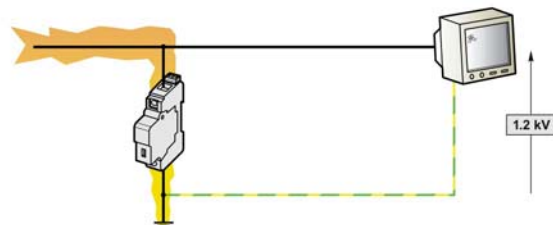
$$I^2 \cdot t = 5 \text{ kA}^2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \text{ s} = \\ = \underline{500 \text{ J}}$$

2.2. Določitev napetostnega zaščitnega nivoja U_p

U_p , preostala napetost, ki se pojavi na sponkah odvodnika ob prisotnosti impulza točno določene oblike in amplitude. Glavno pravilo pri vezavi odvodnika v sistem je, da se le ta spoji med fazo proti zaščitnemu vodniku (PE ali PEN) oziroma vzporedno proti varovani aparaturi, kot kaže spodnja slika (slika 5). Pri atmosferski praznitvi oziroma povišanju napetosti se vgrajenemu varistorju spremeni prvotna karakteristika in postane prevoden. Predstavljamo si lahko, da se navidezno stikalo sklone in odvečni tok steče v zemljo. Vgrajeni varistor je nelinearen upor, ki ima pri nazivni vrednosti omrežja zelo visoko upornost, pri povišanju napetosti oziroma atmosferski praznitvi pa se mu upornost zmanjša in postane prevoden, s tem pa odvečno energijo odvede v zemljo.



Slika 4: Prikaz nap. nivoja brez odvodnika



Slika 5: Prikaz nap. nivoja z odvodnikom

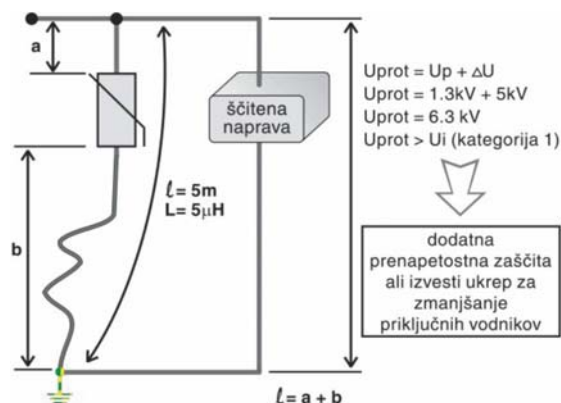
Namen prenapetostne zaščite je doseči nižji napetostni nivo na napravi, kot pa je dielektrična trdnosti opreme. Po standardu IEC 61643 so naprave razdeljene na štiri razrede. Vsak proizvajalec električne naprave pa je dolžan podati razred dielektrične trdnosti.

Vrednost dielektrične trdnosti glede na kategorijo	
<i>kategorija</i>	<i>dielektrična trdnost (kV)</i>
I	6
II	4
III	2,5
IV	1,5

Tabela 1: Dielektrična trdnost glede na kategorijo

2.3. Pravilna dolžina vodnikov proti zemlji

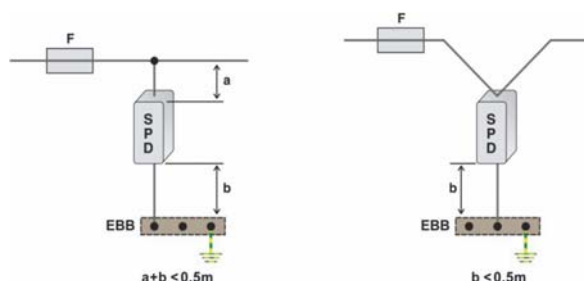
Neupoštevanje dolžine vodnikov od faznega (L) do zaščitnega vodnika (PE, PEN) je ponavadi glavni vzrok za nepravilno delovanja zaščite. Dolžina vodnikov dodatno vpliva na induktivni padec napetosti po pravilu, da ima 1m vodnika približno induktivnost $1\mu\text{H}$, kar pri strmini toka $1\text{kA}/\mu\text{s}$ ($8/20$) pomeni približno 1kV. Za pravi izračun U_p je tako treba razliko napetosti, ki nastane zaradi dolžine vodnika, prišteti k napetostnemu nivoju (U_p) posameznega odvodnika.



Slika6: Prikaz dodatne induktivne napetosti

Glede na izračun je treba odvodnike inštalirati tako, da zmanjšamo dolžino vodnikov med faznim in zaščitnim priključkom. Primer na naslednji strani (Slika 8) prikazuje način pravilnega priključevanja in maksimalno dolžino vodnika. Dodatno je treba tudi upoštevati najmanjši presek ozemljitvenega vodnika:

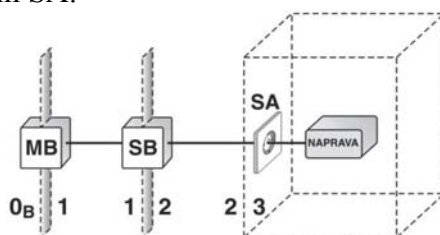
- za razred I: minimalno 16mm^2 ,
- za razred II,III: minimalno 6mm^2 .



Slika 7: Pravilno priključevanje in maksimalne dolžine vodnikov

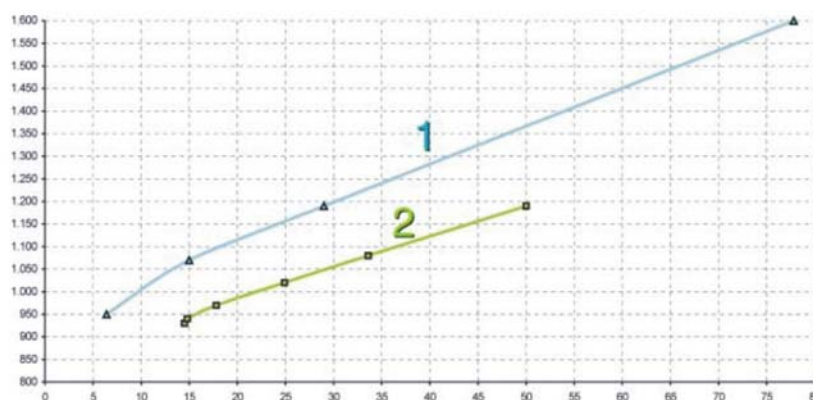
2.4. Zaščitne cone ter kreiranje večih nivojev zaščite

Proizvajalci predpisujejo in določajo zaščitne cone in točke prehoda zaščitnih con, kjer so ponavadi vgrajeni prenapetostni odvodniki. Zaščitne cone se delijo na 3 nivoje. Mesta ali točke vgradnje pa so MB, SB in SA.



Slika 8: Prikaz zaščitnih nivojev

Točka MB, ki je na prehodu $0_B/1$, je podvržena delnim direktnim udarom strele. Tu vgradimo odvodnik razreda I, ki so deklarirani za odvodne tokove po impulzu 10/350. Točka SB se nahaja na prehodu med conama 1/2 in je podvržena indirektnim udarom. Tu vgradimo odvodnik razreda II, ki so deklarirani po tokovnih valih 8/20. V točki SA vgradimo odvodnik razreda III, ki je deklariran po kombiniranem napetostnem valu 1,2/50 in tokovnem valu 8/20. Potrebe po odvodnikih razreda III se pojavijo pri ščitenju zelo občutljivih naprav z dielektrično trdnostjo razreda IV in se vedno vgrajujejo za odvodniki razreda I, II. Pri sekundarni oziroma kaskadni izbiri prenapetostnih odvodnikov je proizvajalec dolžan podati tabelo vrednosti U_p , s pomočjo katere je delo bistveno olajšano.

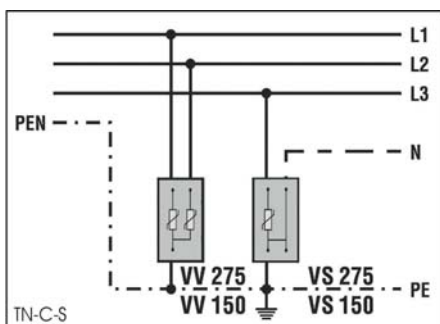


1. potek U_p pri indirektnih udarih strele (označuje ga val 8/20)
2. potek U_p pri direktnih udarih strele (označuje ga val 10/350)

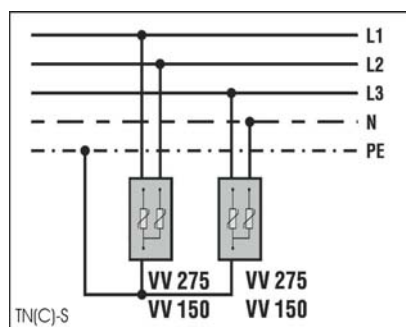
Slika 9: Diagram karakteristične vrednosti U_p v odvisnosti od toka

2.5. Pravilna umestitev zaščite glede na razdelilne sisteme

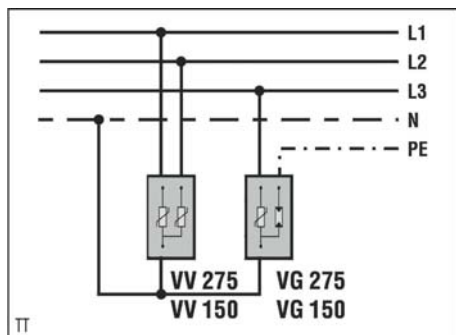
Za pravilno vgradnjo je pri vseh sistemih treba prenapetostni odvodnik umestiti med fazni vodnik (L) in zaščitni vodnik (PEN, PE). Pri TN-S in IT sistemih moramo SPD umestiti tudi med vodnikoma N in PE. Pri TT sistemih velja posebno pravilo, saj moramo med vodnikoma N in PE obvezno vstaviti plinski odvodnik. Ta odvodnik potrebujemo zaradi človekove zaščite, saj se v primeru stika med fazo in zemljo visok potencial prenese na zemljo. Življenjsko nevarno je lahko, če se oseba v tem trenutku dotakne ohišja kakšnega aparata, ki ni vezan na to zemljo. Z vgradnjo plinskega odvodnika pa dosežemo galvansko ločitev med vodnikoma in prekinitev tokokroga že v prvi polperiodi.



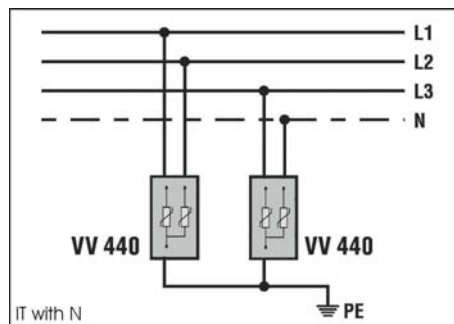
Slika 10: Primer vezave TNC sistema



Slika 11: Primer vezave TNS sistema



Slika 12: Primer vezave TT sistema



Slika 13: Primer vezave IT sistema

3.ZAKLJUČEK

Pri upoštevanju zgoraj navedenih parametrov bi morala biti zaščita proti prenapetostim maksimalno zagotovljena. Zaradi posega človeka v naravo prihaja do vedno večjega števila kratkotrajnih naravnih prenapetosti, zato se tudi sama tema vse pogosteje uporablja. Ob predpostavki, da morajo v nekaterih državah prenapetostno zaščito že nujno vgrajevati v elektro-inštalacijo, pa to predstavlja tudi velik posloven potencial.