

Poglavlje 10

Šeme za proračun atmosferskih prenapona

10.1 Proračun ugroženosti transformatorske stanice

10.1.1 Proračun ugroženosti visokonaponske transformatorske stanice

Napajanje transformatorskih stanica u mrežama nazivnog napona iznad 35 kV po pravilu se vrše vodovima sa zaštitnim užadima. Prilikom atmosferskih pražnjenja u zaštitno uže, ukoliko su impedanse stubova dovoljno velike, a struja pražnjenja dovoljnog intenziteta, dolazi do povratnog preskoka. Zamenska šema za proračun ugroženosti visokonaponske transformatorske stanice prikazana je na slici 10.1. Šema prikazuje postrojenje sa dva transformatorska polja. Drugo transformatorsko polje je prikazano umanjenih dimenzija radi bolje preglednosti crteža.

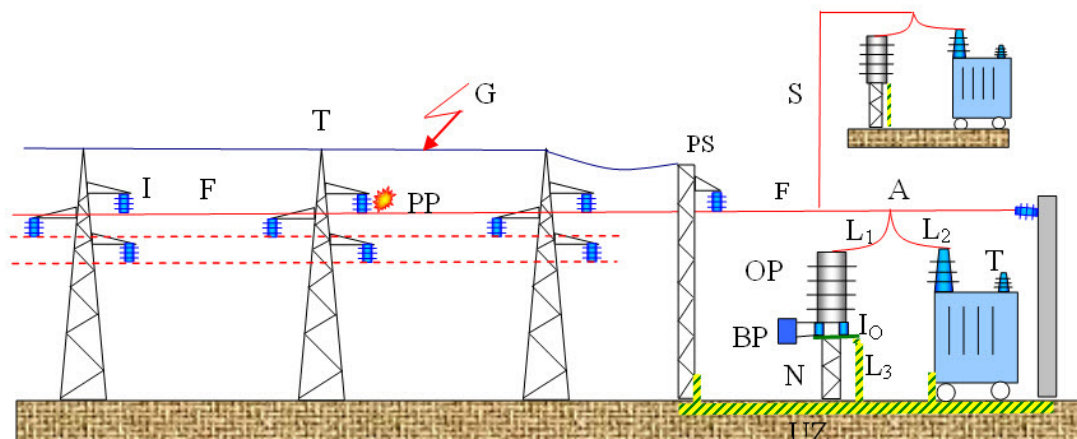
Na slici 10.1 tačkastim linijama su označeni fazni provodnici koji se ne uključuju u šemu, jer samo faza **F** ulazi u ekvivalentnu šemu. Oznake na slici 10.1 imaju sledeće značenje:

I izolator, koji se modeluje iskrištem na kome se događa preskok,

F - najviši fazni provodnik ili fazni provodnik najbliži metalnom stubu kod horizontalnog rasporeda provodnika,

T - metalni stub, čija se samo gonja konzola uzima u obzir pri kreiranju zamenske šeme,

PP - povratni preskok,



Slika 10.1: Zamenska šema za proračun ugroženosti visokonaponske transformatorske stanice od povratnog preskoka na vodu

G - model atmosferskog pražnjenja, po pravilu izvor trougaonog talasa koji nailazi po vodu karakteristične impedanse 300-400 Ω koja simulira kanal pražnjenja,

PS - ulazni stub u postrojenje, po pravilu portalni stub,

L₁ - dužina veze od čvorne tačke **A** do gornjeg priključka odvodnika prenapona,

L₂ - dužina veze od čvorne tačke **A** do priključka energetskog transformatora,

OP - odvodnik prenapona,

BP - brojač pražnjenja koji se u savremenim postrojenjima često koristi, koji nema nikakvu ulogu u samoj ekvivalentnoj šemi,

I_o - izolacioni odstoynici koji odvajaju podnožje odvodnika prenapona od metalnog nosača odvodnika, sa svrhom da sva struja pražnjenja kroz odvodnik prolazi kroz brojač,

L₃ - dužina veze od podnožja odvodnika prenapona do spojnice za uzemljivač,

N - metalni nosač odvodnika prenapona,

T - energetski transformator,

UZ - uzemljivač postrojenja, koji je spojen sa ulaznim portalom **PS**, spustom od odvodnika prenapona do uzemljivača i uzemljivačkom vezom za transformator,

S - sabirnice postrojenja.

Napomene:

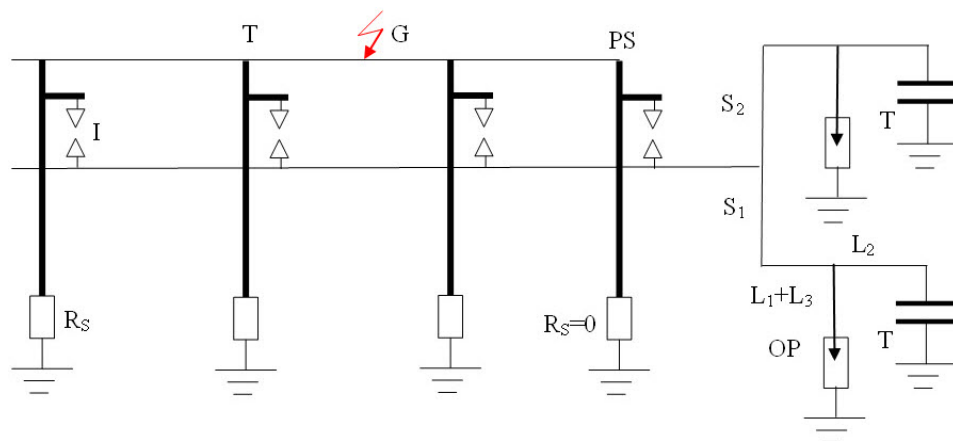
1. Nekada se odvodnik prenapona direktno uzemljavao od donjeg priključka za uzemljenje do stezaljke na samom uzemljivaču. Danas se donji priključak odvodnika vodi na brojač pražnjenja **BP**, a drugi priključak brojača pražnjenja se vodi do uzemljivača. Da bi brojač mogao da registruje impulsne struje pražnjenja koje prolaze kroz njega, mora da postoji izolacija između donjeg kraja odvodnika i postolja za odvodnik **N**.
2. Smatra se da je uzemljivačka traka **UZ** ekvipotencijalna celom dužinom, jer nije razvijen adekvatan model delova uzemljivača koji povezuju odvodnik i transformator ispod zemlje, za analizu brzih prelaznih režima.
3. Metalni nosač odvodnika prenapona se nikada ne koristi kao veza sa uzemljivačem, već mora da se koristi poseban zemljovodni provodnik.
4. Radi pojednostavljenja proračuna, dužina veze između čvorne tačke **A** i gornjeg priključka odvodnika prenapona se ekvivalentira zajedničkom dužinom $L_e = L_1 + L_2$, a donji kraj odvodnika prenapona je direktno uzemljen.
5. Energetski transformatori se pri proračunu atmosferskih prenapona zamenjuju ulaznim kapacitivnostima.
6. Broj raspona ispred ulaska u transformatorsku stanicu koji može da ima uticaja zavisi od impedansi uzemljenja stubova, naponskog nivoa i dužine raspona. Za visokonaponske mreže 110 kV i više broj raspona je 3 do 4, a za srednjenaponske mreže može biti i više od 6.
7. Broj transformatorskih polja značajno utiče na ugroženost transformatora od prenapona. Najkritičniji slučaj je kada je samo jedan transformator uključen, tako da se preporučuje ta šema za proračun. Ukoliko je takva konfiguracija jako retka, tada se modeluju i sabirnice i više transformatorskih polja.

Zamenska šema koja se koristi u proračunu ima oblik kao na slici 10.2. Razlika je u odnosu na predhodnu šemu je što su izbačeni svi nepotrebni elementi koji su služili samo za tumačenje.

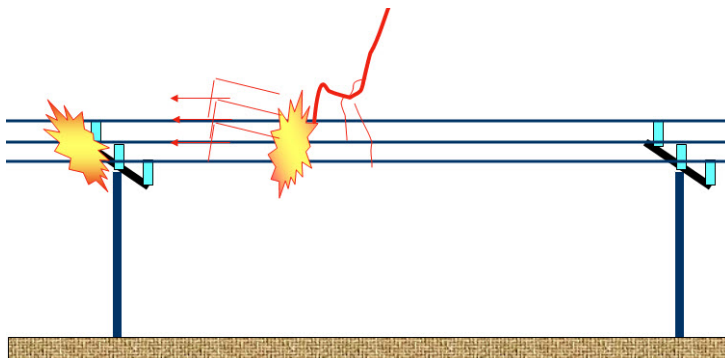
10.1.2 Analiza stubne transformatorske stanice

Napajanje transformatorskih stanica u mrežama između 10 kV i 20 kV po pravilu se vrše vodovima bez zaštitnih užadi. Smatra se da se svaki udar u jednu fazu prenese na sve 3 faze usled malog rastojanja, kao na slici 10.3.

Na slici 10.4 prikazana je fotografija dve tipične stubne transformatorske stanice. Na slici (a) prikazana je 10 kV stubna transformatorska stanica sa rasporedom elemenata rastavljač i osigurač ispred transformatora, a sa suprotne strane stuba najudaljenije



Slika 10.2: Ekvivalentna šema za proračun atmosferskih prenapona na transformatoru usled povratnog preskoka



Slika 10.3: Objašnjenje nastanka preskoka između faza kod srednjenaponskih vodova

od transformatora je odvodnik prenapona. Na slici (b) prikazan je povoljniji raspored elemenata. Odvodnik prenapona je najbliži transformatoru kao šticeom objektu, a udaljeniji elementi su topljivi osigurači i iznad njih rastavljač. Kod stubnih transformatorskih stanica je veoma važno odabrati povoljan raspored elemenata sa stanovišta prenaponske zaštite. Na slici (a) napajanje se vrši golim provodnicima. Na slici (b) napajanje transformatorske stanice se vrši samonosivim kablovskim snopom u koga atmosferski udar dovodi do proboja i prostiranja talasa po sve 3 faze.

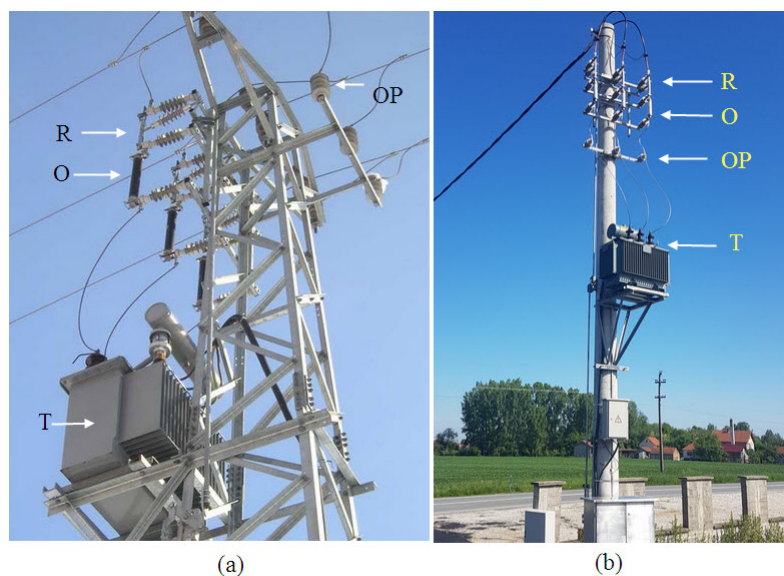
Oznake na slici 10.4 imaju sledeće značenje:

R - rastavljač,

O - osigurač,

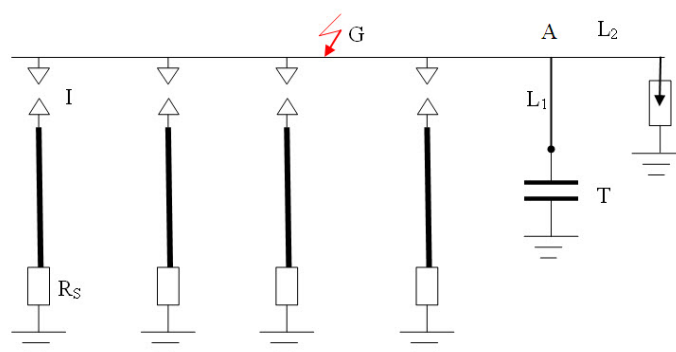
OP - odvodnik prenapona,

T - transformator.



Slika 10.4: Fotografija 2 stubne transformatorske stanice: (a) Neispravno postavljene odvodnici, (b) ispravno postavljene odvodnici prenapona

Zamenska šema za proračun ugroženosti visokonaponske transformatorske stanice za slučaj srednjenaponske mreže prema slici 10.4 prikazana je na slici 10.5 za slučaj (a).



Slika 10.5: Zamenska šema za proračun ugroženosti stubne transformatorske stanice kada je odvodnik udaljen od transformatora

Oznake na slici 10.5 imaju sledeće značenje:

L_1 - rastojanje od vrha stuba do štice transformatora,

L_2 - rastojanje od vrha stuba do odvodnika prenapona.