

ODREĐIVANJE REDUKCIONOG FAKTORA 110 kV KABLOVSKOG VODA “BEOGRAD 17-OBILIĆ”

Momčilo Petrović, Mladen Šupić
Elektrotehnički institut “Nikola Tesla”, Beograd

Sadržaj: U radu je, na osnovu rezultata merenja, prikazano određivanje vrednosti redukcionog faktora 110 kV kablovskog voda koji je izveden od tri jednožilna kabla tipa XHE 49-A 1000 mm² položena u snopu. To je vod kojim se napaja distributivna TS 110kV/10 kV “Obilić” iz TS 220kV/110 kV “Beograd 17”.

Ključne reči: redukциони faktor, kabl, metalni plašt.

1. UVOD

Redukcioni faktor kablovskog voda predstavlja odnos dela struje zemljospoja, koja se preko uzemljivačkog sistema napajane transformatorske stanice (TS) i zemlje vraća izvoru napajanja, i ukupne struje zemljospoja. Preostali deo struje zemljospoja se vraća izvoru napajanja preko metalnih plašteva kablova, i posledica je induktivne sprege faznog provodnika koji je u zemljospoju i metalnih plašteva napojnog kablovskog voda. Ukoliko je deo struje zemljospoja, koji se vraća kroz metalne plašteve veći, vrednost redukcionog faktora voda, odnosno, vrednost struje zemljospoja, koja se preko uzemljivačkog sistema napajane TS i zemlje vraća izvoru napajanja, je manja.

Kako je stvaranje potencijala na uzemljivačkom sistemu napajane TS posledica dela struje zemljospoja koja protiče kroz zemlju, proizilazi da je korektno određivanje vrednosti redukcionog faktora od značaja za pravilno dimenzionisanje uzemljivačkog sistema TS, odnosno ispunjavanja uslova bezopasnosti u napajanoj TS.

Ukoliko se pri projektovanju uzemljivačkog sistema TS koristi vrednost redukcionog faktora koja je veća od stvarne vrednosti, kriterijumi za ispunjenje uslova bezopasnosti biće strožiji što dovodi do povećanja troškova za njihovo ispunjavanje.

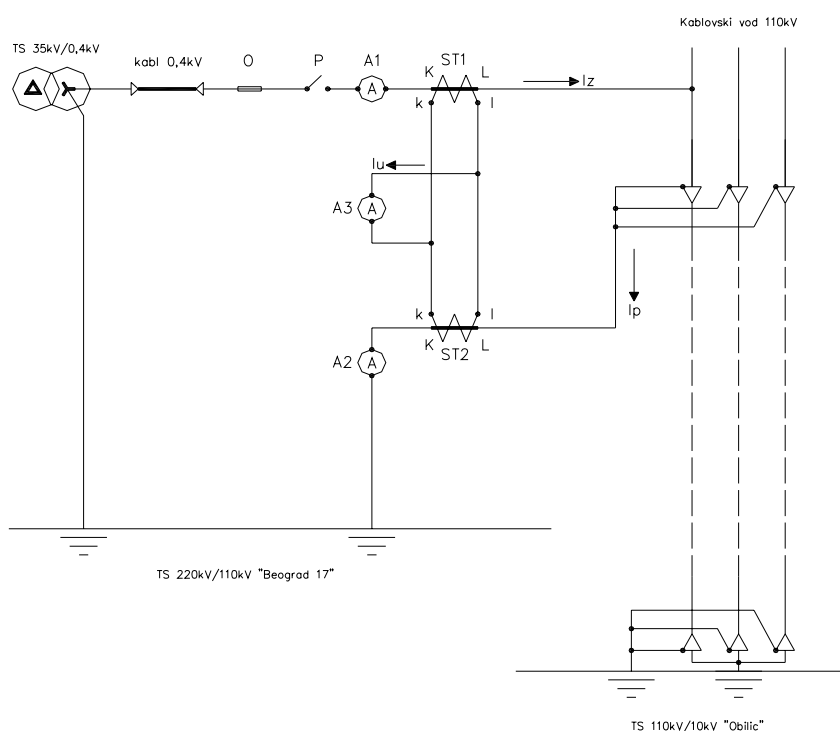
S druge strane, ako se koristi vrednost redukcionog faktora koja je manja od stvarne vrednosti, kriterijumi za ispunjavanje uslova bezopasnosti biće blaži, odnosno smatraće se da su oni ispunjeni i ako to nije slučaj.

Vrednost redukcionog faktora kabla se dobija od proizvođača i taj podatak se koristi prilikom projektovanja uzemljivačkih sistema TS. Ovo se može prihvatiti za trožilne kablove koji imaju zajednički plašt, gde induktivna sprega između faznog provodnika u zemljospoju i plašta zavisi samo od konstruktivnih karakteristika kabla. Međutim, kada su u pitanju kablovski vodovi izvedeni od tri jednožilna kabla, vrednost redukcionog faktora ne zavisi samo od karakteristika jednog kabla, nego i od načina njihovog polaganja u zajedničkom rovu, odnosno da li se jednožilni kablovi polažu u ravni ili u trouglu i na kolikom međusobnom rastojanju.

U ovom radu je na osnovu rezultata merenja prezentirano određivanje intenziteta redukcionog faktora jednog 110 kV kablovskog voda izvedenog od tri jednožilna kabla položena tako da formiraju trougao i da se međusobno dodiruju (tzv. snop).

2. METODA MERENJA

Merenje redukcionog faktora kablovskog voda izvedenog od tri jednožilna kabla izvršeno je na 110 kV vodu "Obilić-Beograd 17". Šema merenja je data na slici 1. Za izvođenje ovog merenja korišćen je transformator 35 kV/0,4 kV u TS 220 kV/110 kV "Beograd 17". Jedna faza namotaja 0,4 kV transformatora 35 kV/0,4 kV se povezuje preko prekidača P, otpornika R i strujnog transformatora ST1 sa provodnikom jednog 110 kV jednožilnog kabla "Obilić-Beograd 17" koji je kratko spojen sa uzemljivačem TS 110 kV/10 kV "Obilić". Zvezdište namotaja 0,4 kV transformatora 35 kV/0,4 kV je spojeno sa uzemljivačem TS 220 kV/110 kV "Beograd 17". Plaštevski sva tri kabla u TS 220 kV/110 kV "Beograd 17" se odzemljavaju, zatim kratko spajaju i preko strujnog transformatora ST2 i ampermetra A2 vezuju za uzemljivač.



Slika 1 Šema merenja za određivanje redukcionog faktora kablovskog voda 110 kV

Zatvaranjem prekidača P uspostavlja se struja zemljospoja (I_z) koja se meri preko ampermetra A1. Koristeći strujne transformatore ST1 i ST2, meri se preko ampermetra A3, struja I_u (I_u – razlika između struje zemljospoja i struje kroz plaštevne tri jednožilna kabla) koja se odvodi u zemlju preko uzemljivača TS 110 kV/10 kV "Obilić". Ampermetar A2 meri struju plaštevski kablovskog voda "Beograd 17-Obilić". U kolu je priključen otpornik $R=0,7\Omega$ da bi ograničio struju u ispitnom kolu na vrednost ispod 200A.

3. REZULTATI MERENJA I ANALIZA

Zatvaranjem prekidača P u šemi na slici 1 uspostavljena je struja zemljospoja i izmerene su struje I_z , I_p i I_u . Njihove vrednosti su bile sledeće:

$I_z=185 \text{ A}$,
 $I_p=174,3 \text{ A}$,
 $I_u=30,56 \text{ A}$;

Na osnovu rezultata merenja vrednost redukcionog faktora 110 kV kablovskog voda "Obilić-Beograd 17" se dobija iz sledećeg izraza:

$$r = \frac{I_u}{I_z} = \frac{30,56 \text{ A}}{185 \text{ A}} = 0,165$$

Prilikom izračunavanja redukcionog faktora korišćene su efektivne vrednosti struja I_u i I_z tako da dobijena vrednost predstavlja intenzitet redukcionog faktora.

Prema katalogu proizvođača vrednost redukcionog faktora jednožilnog kabla 110 kV je $r=0,3$. Ovo ukazuje da su potencijali i razlike potencijala na uzemljivačkom sistemu TS 110 kV/10 kV "Obilić" skoro dva puta manje od onih koje su dobijaju računskim putem, korišćenjem vrednosti redukcionog faktora za jednožilni kabl, pošto je deo struje zemljospoja koji se preko uzemljivačkog sistema TS odvodi u zemlju, duplo manji od vrednosti koja bi se javila kada bi se TS napajala samo jednim jednožilnim kablom.

Prethodna analiza, a i sam proračun uslova bezopasnosti u TS 110 kV/10 kV "Obilić", se zasniva na pretpostavci da na metalnim plaštevima kablovskog voda "Obilić-Beograd 17" neće doći do prekida tokom dugogodišnje eksploatacije i da će aktivno učestvovati u uzemljivačkom sistemu TS 110 kV/10 kV "Obilić".

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu izmerene vrednosti redukcionog faktora 110 kV kablovskog voda, koji je izveden od tri jednožilna kabla, i poređenja sa podatkom za vrednost redukcionog faktora jednožilnog 110 kV kabla, dobijenim od proizvođača, može se konstatovati da induktivna sprega između metalnih plašteva jednožilnih kablova koji nisu u zemljospoju i kabla u zemljospoju, kao i prostorni raspored polaganja jednožilnih kablova značajno utiče na vrednost redukcionog faktora napojnog voda. Redukcioni faktor kablovskog voda koji napaja TS je jedan od faktora koji utiče na adekvatno dimenzionisanje uzemljivačkog sistema te TS. Njegova tačna procena, kao u ovom slučaju (dvostruko manja vrednost u odnosu na podatak dobijen od proizvođača), pomogla bi projektantima da optimizuju uzemljivački sistem TS, odnosno da smanje izdatke za njegovo izvođenje.

LITERATURA:

- [1] Lj. Popović, "Izbor metalnog plašta jednožilnih kablova srednjeg i visokog napona", *IEEE Seminar "Dimenzionisanje električne zaštite srednje i visoko naponskih kablova jednožilne konstrukcije"*, novembar 2003.;
- [2] J. Nahman, *Uzemljenje neutralne tačke distributivne mreže*, "Naučna knjiga", Beograd 1980.;

Abstract: The paper presents determination of the reduction factor for 110 kV feeding cable line consisting of three single-core cables, type XHE 49-A 1000mm² buried in trefoil formation. This cable line is feeding the distribution transformer station 110 kV/10 kV "Obilić".

Key words: *reduction factor, cable, metal sheath*

**DETERMINATION OF THE REDUCTION FACTOR FOR 110 KV CABLE
FEEDING LINE**

Momcilo Petrovic, Mladen Supic