

IMPLEMENTACIJA UNAPREĐENOG SISTEMA ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA U METALOM OKLOPLJENA POSTROJENJA

IMPLEMENTATION OF IMPROVED GROUNDING SWITCH SYSTEM IN METAL-CLADED FACILITIES

Vidoje MIJATOVIĆ-Elektrodistribucija Srbije doo Beograd Ogranak Sombor
Predrag BAJČETIĆ-Elektrodistribucija Srbije doo Beograd Ogranak Sombor
Dario ĐANIĆ-Elektrodistribucija Srbije doo Beograd Ogranak Sombor

KRATAK SADRŽAJ

Na području Ogranaka Sombor je u tri TS 110/20kV izvršena ugradnja unapređenog sistema zemljospojnog prekidača. Unapređenje se ogleda u tome što smo na red sa tri pola zemljospojnog prekidača dodali četvrti pol, između polova i zajedničkog uzemljenja. Na taj način se sprečavaju ispadi trafo polja 20kV koji se dešavaju usled kvara na jednom od polova zemljospojnog prekidača. Naime, pri kvaru pola zemljospojnog prekidača, kroz četvrti pol koji je trajno uključen prolazi struja zemljospoja duže od zadatog vremena. Ta se struja detektuje dodatnim strujnim mernim transformatorom, a zaštitni uređaj isključuje četvrti pol uz odgovarajuću signalizaciju o kvaru jednog od 3 pola. Implementacija ovog rešenja je bila relativno jednostavna jer je ono izvedeno u TS koje imaju razvod srednjeg napona otvorenog tipa, sa ćelijama dovoljno širokim za ugradnju dodatnog pola i ostale opreme. Međutim, želeli smo da ovo rešenje implementiramo u TS 110/20 kV Sombor 1 čiji je 20 kV razvod izveden u metalom oklopljenim ćelijama. Zbog ograničenog prostora i konstrukcijskih ograničenja koja ova koncepcija postrojenja diktira suočili smo se sa nizom problema. U ovom radu je prezentovano naše rešenje kao i izazovi sa kojima smo se suočavali prilikom njegove implementacije.

Ključne reči: zemljospojni prekidač, metalom oklopljeno postrojenje, četvrti pol

ABSTRACT

In the area of the Sombor Branch, in 3 TS 110/20kV, an improved earthing switch system was installed. The improvement is reflected in the fact that we have added a fourth pole to the row with three poles of the earthing switch, between the poles and the ground. In this way, outages of the 20kV transformer field, which occur due to a fault on one of the poles of the earthing switch, are prevented. Namely, when a pole of the earth-fault switch fails, the earth fault current passes through the fourth pole, which is permanently switched on, for longer than the specified time. This current is detected by an additional current measuring transformer, and the protective device turns off the fourth pole with the corresponding signal about the failure of one of the 3 poles. The implementation of this solution was relatively simple because it was carried out in TSs that have an open-type medium voltage distribution, with cells wide enough to install an additional pole and other equipment. However, we wanted to implement this solution in TS 110/20 kV Sombor 1, whose 20 kV distribution was carried out in metal-clad cells. Due to the limited space and structural limitations dictated by this plant concept, we faced a number of problems. This paper presents our solution as well as the challenges we faced during its implementation.

Keywords: grounding switch, metalclad, fourth pole

1. UVOD

Sistem zemljospojnog prekidača (ZP) predstavlja lokalnu automatiku koji je u TS 110/20 kV povezan na glavne sabirnice srednjeg napona (SN) preko sabirničkog rastavljača, a služi za eliminaciju prolaznih zemljospojeva u SN mreži uzemljenoj preko niskoomske otpornosti. Njegov zadatak je da kratkotrajno, u trajanju od 120 do 150ms, uzemlji fazu pogođenu kvarom. Napon te faze prema zemlji je, usled kvara, već smanjen, a uzemljenjem sabirnice te faze njegova vrednost pada na nulu. Tada se luk na mestu kvara ugasi. Pri tome na SN dolazi do promene faznih napona prema zemlji, tako da napon faze sa kvarom bude nula, a „zdravih“ faza poraste na linijsku vrednost, dok međufazni naponi ostanu nepromenjeni. Zahvaljujući tome, kao i sprezi primara distributivnih transformatora, potrošači na niskom naponu (NN) ne ostaju bez napajanja električnom energijom i ne primećuju da je na SN postojao dozemni kvar.[1].

Tokom eksploatacije sistema ZP susreli smo se sa dva osnovna problema. Prvi problem je mehaničko zaglavljivanje pola ZP koje se dešavalo kod prvog tipa ZP. Naime, prilikom uključanja pola ZP, dolazi do preskoka na nekoj od „zdravih“ faza u mreži i prerastanja jednofaznog zemljospoja u dvofazni kratak spoj sa zemljom. Usled velike struje kratkog spoja koja protiče kroz pol ZP dolazilo je do zavarivanja kontakata unutar same komore pola ZP u vidu mikro varova, a mehanizam za isključenje pola nije dovoljno snažan da raskine tu vezu. Razlog tome je što je elektromehanički sistem ZP dimenzionisan da prekida struju zemljospoja koja je ograničena na 300A, a ne za struju kratkog spoja. Drugi problem se javio kod novijeg tipa ZP, i on se ogledao u tome da je posle izvesnog vremena vakuumska komora izgubila svoja izolaciona svojstva, i dolazilo je do njenog proboja.

Kako su polovi ZP sa jedne strane povezani na SN sabirnice, a sa druge na uzemljenje, kvar pola i kod prvog i kod drugog tipa ZP, predstavlja zemljospoj sabirnice usled koga dolazi do ispada TP 20 kV. Detekcija ovog kvara je složena jer je, naizgled, sve u redu. Prilikom probnog uključanja prekidača TP 20 kV, automatika ZP detektuje zemljospoj u fazi na kojoj je pol koji je u kvaru i uključuje ga. Pol se korektno uključi i isključi, a TP ponovo biva isključeno od zemljospojne zaštite. Dakle, pol pokušava da otkloni kvar kome je upravo on uzrok. Tek dolaskom dežurne službe na objekat i isključenjem i rastavljanjem svih ćelija na toj sabirničkoj sekciji može se detektovati da je ZP uzrok ispada. Ova detekcija dugo traje, i po pravilu je praćena sa još nekoliko ispada TP i značajnim trajanjem prekida napajanja.

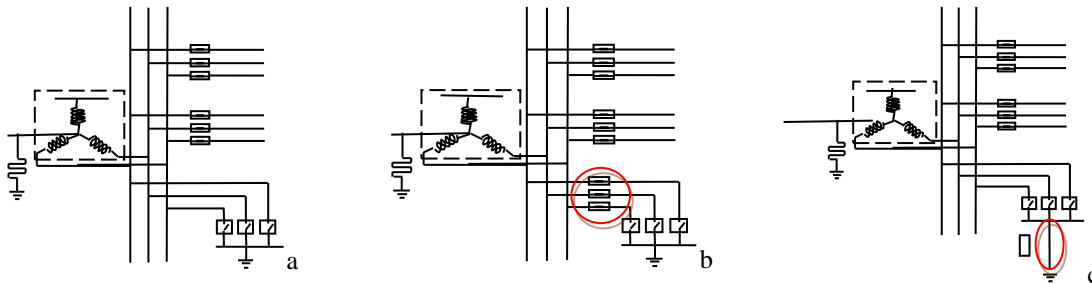
2. EVOLUCIJA UNAPREĐENJA SISTEMA ZP

Ispadi TP 20kV uzrokovani kvarom na polovima ZP prinudili su nas da hitno pristupimo nalaženju rešenja. Prvobitno rešenje nije naše, već je iskorišćeno rešenje koje je implementirano u Elektroprivredi Slovenije (ELES). Zasniva se na tome da se priključenje sistema ZP na sabirnice 20kV izvrši preko kompletno opremljene izvodne ćelije. Sistem ZP je premešten u kablovski prostor naspram te izvodne ćelije. Zaštita izvodne ćelije ZP je podešena tako da isključi svoj prekidač u slučaju da struja kroz pol ZP traje duže od 0,2 s. Ispad ovog prekidača ujedno blokira automatiku ZP, ne dozvoljavajući uključanje još jednog od preostala dva pola i nedvosmisleno šalje signal da je pol ZP u kvaru. Ovim rešenjem smo postigli da prilikom zaglavljivanja pola ZP ne dolazi do ispada TP 20 kV, a kvar ZP je iz kategorije sabirničkih kvarova prešao u rang kvarova na izvodu. [1] Otklanjanju kvara na polu ZP bi se umesto po hitnom postupku, pristupilo planski, uz sve potrebne pripremne radnje. Ovo rešenje problema je najkompletnije, jer u potpunosti izoluje celokupan sistem ZP, bilo da se radi o kvaru jednog pola ili više polova i sistema sabirnice. Međutim, najveće mane ovog rešenja su upitna ekonomska isplativost i zauzimanje prostora jednom izvodu.

Sa ekonomskog stanovišta upitna je isplativost opremanja kompletnog izvoda čiji je zadatak samo da štiti ZP. Od opreme je neophodno ugraditi: prekidač, dva rastavljača, tri strujna merna transformatora (SMT) i zaštitni uređaj sa svim energetskim vezama i ožičenjem. Mišljenja smo da je, na duge staze, ovo rešenje ekonomski opravdano, pogotovu u uslovima kada se bude plaćalo za neisporučenu električnu energiju usled dugotrajnog ispada TP 20kV.

Druga mana ovog rešenja je zauzimanje mesta jednom izvodu. Naime, usled sve većeg broja zahteva za priključenje elektrana iz obnovljivih izvora energije, kao i zahteva za priključenje novih potrošača na srednjem naponu suočavamo se sa nedostatkom slobodnih izvoda u TS 110/20 kV na koje ih možemo priključiti.

Našim novim, unapređenim rešenjem prevazišli smo oba ova problema. Naime, u postojeću ćeliju ZP koja ima tri pola, povezali smo četvrti pol između mesta združenja tri pola i uzemljenja. [1]



Slika 1 - Evolucija sistema ZP: a) standardni način, b) preko izvodne ćelije, c) preko četvrtog pola

Četvrti pol je trajno uključen i preko jednog SMT povezan na uzemljenje otpornika i cele TS. Sekundarni strujni krug ovog SMT je uvezan u postojeću automatiku ZP koja je u osnovi mikroprocesorski zaštitni uređaj (MPZU). Sa samim polom je moguće upravljati kako lokalno tako i daljinski. Princip rada je sledeći: u slučaju proboja vakuuma ili zglavljenja jednog pola ZP, struja kroz četvrti pol traje duže od 120-150ms koliko je podešeno trajanje uključenosti pola. Ukoliko struja traje i nakon zadatog vremena od 200ms zaštita isključuje četvrti pol, šalje daljinski i lokalno signal „KVAR POLA ZP“ i blokira dalji rad automatike. Ovim se sprečava uključanje još jednog pola, a time i karatak spoj na sabirnicama. Sve vreme TS ostaje u redovnom pogonu.[1]

U poređenju sa rešenjem koje podrazumeva napajanje sistema ZP preko komplet opremljenog izvoda ovo rešenje je značajno isplativije, a podjednako je pouzdano. Kod prvobitnog rešenja imamo izvodni prekidač, sabirnički i izlazni rastavljač, tri SMT, mikroprocesorski zaštitni uređaj, energetske veze, ožičenje merenja, komande i signalizacije. Kod rešenja sa četvrtim polom imamo ulaganje za jedan pol ZP sa svojim komandnim modulom i jedan SMT koji može biti obuhvatni, te stoga jeftiniji. Merenje, komandu i signalizaciju ovog pola preuzima postojeći MPZU koji ima ulogu automatike ZP, a ulaganje u energetske i komandno signalizacione veze je zanemarljivo u odnosu na rešenje sa izvodom za ZP. Takođe, nema potrebe za dodatnim rastavljačima. Grubom računom rešenje sa četvrtim polom je skoro četiri puta ekonomski isplativije od prethodnog rešenja, a jednako su pouzdani. U ovu ekonomsku analizu nije ušla ni, u zadnje vreme sve značajnija stavka, a to je slobodan izvod u TS. Sve je veća potreba za slobodnim izvodima za priključenje kako novih potrošača, tako i proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora. Uzimajući u obzir i ovu činjenicu, ovo rešenje je neuporedivo povoljnije.

3. UGRADNJA UNAPREĐENOG SISTEMA ZP U METALOM OKLOPLJENA POSTROJENJA

U implementaciji ovog rešenja nismo se ograničili samo na TS u kojima je razvod SN otvorenog tipa. Poseban izazov bio nam je da ovaj sistem implementiramo u metalom oklopljenim (metal clad) ćelijama sa izvlačivim prekidačima koje imamo u TS Sombor 1.



Slika 2 - Izgled kolica sa polovima ZP, kablovski prostor ćelije ZP i NN odeljak -pre ugradnje četvrtog pola

Osnovna razlika u odnosu na otvoreni sistem razvoda je što u otvorenom razvodu imamo dosta prostora za dogradnju potrebne opreme, dok je kod metalom oklopljenih postrojenja prostor skučen. Posebnu pažnju bilo je potrebno obratiti na sigurnosno rastojanje dela opreme koji su pod naponom u odnosu na metalne delovove. Ono iznosi 22cm za naponski nivo 20kV.

Četvrti pol smo uspeli montirati u kablovski prostor u kome se nalaze tri lutke „dummy“ koje su po konstrukciji i spoljnim merama iste kao SMT, ali ne poseduju namotaje, sabirnica koja spaja izlaznu stranu polova ZP i veza ka uzemljnju otpornika. Razvezali smo sabirnicu i pomerili je na mesto u kome postoje izolacione ploče montirane na bokovima metalnog dela postrojenja. Na taj način smo u potpunosti ispunili zahtev koji se odnosi

na sigurnosno rastojanje. Četvrti pol je montiran na dno kablovskog dela. Na njegove energetske priključke je povezano uzemljenje otpornika sa jedne strane, a sa druge sabirnica koja spaja polove ZP. Montiran je i obuhvatni SMT kroz koji je provučena veza ka uzemljenju otpornika. Komandni, signalizacioni i merni provodnici položeni su u fabrički ugrađenim kanalima koji su za to predviđeni. U NN odeljak smo dodali strujne i komandne stezaljke i uspešno montirali još jedan komandni modul (CM) za četvrti pol sa automatom za njegovu zaštitu, tako što smo grejač premestili sa bočne strane na plafon NN odeljka.



Slika 3 - Izgled kablovskog prostor ćelije ZP i NN odeljak posle ugradnje četvrtog pola

4. VERIFIKACIJA UNAPREĐENOG SISTEMA ZP U REALNOM POGONU

Prototip ovog rešenja je montiran i pušten u pogon u TS 110/20 kV Apatin i od decembra 2022. godine je u pogonu. U međuvremenu smo ovaj sistem ugradili u još dve TS od kojih je jedna sa metalom oklopljenim ćelijama koja je predmet ovog rada.

Kao ilustracija opravdanosti uvođenja ovog sistema navešćemo primere iz prakse. U TS Bačka Topola 2, 30.07.2023.g. dolazi do kvara jednog pola i njegove havarije, usled čega dolazi do razvijanja kvara i preskoka na druga dva pola i njihovog oštećenja. U TS Kovin 15.08.2023. g. dolazi do kvara pola L3, a tri dana kasnije i pola L2 ZP. U oba slučaja dolazi do ispada TP 20kV, a svaki od ovih ispada je praćen dugotrajnim nestankom napajanja velikog broja korisnika. S druge strane, u TS 110/20 kV Apatin 19.07.2023.g. dolazi do kvara na fazi L3 pola ZP. Sistem je kvar detektovao i nakon isteka 0,2s isključio četvrti pol. Na taj način je izolovao uređaj koji je u kvaru, blokirao automatiku ZP i poslao signalizaciju posredstvom SCADA sistema, bez ikakvih daljih ispada i nestanka napajanja. Na ovaj način je ovo rešenje uspešno verifikovano u praksi.

5. ZAKLJUČAK

Opravdanost ugradnje sistema ZP u TS na čijem konzumu ima veliki broj prolaznih kvarova po nama nije upitna. Statistika koja pokazuje da je oko 76% kvarova [3] uspešno otklonjeno ovim sistemom je samo jedna od stavki koja mu govore u prilog. Druga je broj odrada koja se kreće oko 2000 po TS što znači oko 1500 sprečenih kratkotrajnih prekida napajanja. Kako je unapređeni sistem ZP ugrađen u dva najčešća sistema razvoda SN tj. u razvod otvorenog tipa, kao i u metalom oklopljenim ćelijama, predlažem da se ovaj, unapređeni sistem ZP sa četvrtim polom usvoji kao standardna konfiguracija za svaku novu TS u kojoj je predviđena ugradnja ZP. Takođe, predlažemo da se izvrši nadogradnja ovog sistema na sve postojeće sisteme ZP. Ovim sistemom nedvosmisleno lociramo i izolujemo element koji je u kvaru, a utičemo i na poboljšanje pokazatelja pouzdanosti SAIDI.

LITERATURA

- [1] V. Mijatović-2023 „Unapređenje sistema zemljospog prekidača“, CIGRE, Zbornik radova,
- [2] B. Mitrović-2012 „Analiza rada tehnike zemljospojnog prekidača i predlozi za unapređenje funkcionisanja“, CIGRE, Zbornik radova,
- [3] M. Radunović, V. Mijatović-2005 „Analiza rada zemljospojnih prekidača i TS 110/20 kV na području ED Sombor sa predlozima za dalje unapređenje”– JUKO CIGRE, Zbornik radova.