

LOKALNA AUTOMATIKA U REALNOM VREMENU U DALJINSKI UPRAVLJANIM TRAFIO STANICAMA

B.Petrović Elektrodistribucija Niš, Srbija i Crna Gora
A.Vučković SRC SOFT Niš, Srbija i Crna Gora
I.Vučković SRC SOFT Niš, Srbija i Crna Gora

1. UVOD

Tokom pripreme i izvođenja prilagođenja za daljinsko upravljanje u starim trafo stanicama nameće se neizbežno pitanje šta preduzeti u pogledu poboljšanja pouzdanosti klasične relejne zaštite, sa zastarelim komponentama i tehničkim rešenjima. Mišljenja o tome šta i u kom obimu treba menjati kako bi se postiglo pouzdanije i savremenije tehničko rešenje su podeljena. Rešenja su mnogobrojna, ali svako podrazumeva određenu cenu radova i opreme i potrebno vreme prekida u napajanju potrošača da bi se potrebni radovi izveli. Potrebno je naglasiti da se radi o objektima koji su u eksploataciji, pa prekidi u napajanju potrošača moraju trajati što kraće. Praktično rešenje treba da bude kompromis koji će usaglasiti zahteve da cena radova i opreme bude prihvatljiva, trajanje prekida napajanja potrošača minimalno, a da istovremeno obezbedi sigurnost, makro lokalizaciju kvara i precizne informacije o vrsti kvara koje se mogu iskoristiti za brzo nalaženje mesta kvara i otklanjanje istog.

Analizirajući tehničke izveštaje o kvarovima nastalim u trafo stanicama i na dalekovodima 35 kV i 10 kV, u slučajevima kada relejna zaštita nije reagovala na adekvatan način kako bi sprečila neželjena razaranja i prekide u napajanju, kao najcesce razloge izostanka delovanja zaštite možemo izdvojiti:

1. kvar na izvršnom sklopu zaštitnih relea,
2. kvar na samom prekidaču snage,
3. kvar na kontaktima pomoćnih relea za isključenje prekidača snage,
4. nestanak jednosmernog napona.

Na osnovu zaključaka pomenute analize i iskustava iz dugogodišnje prakse može se smatrati da je merni član najpouzdaniji sklop zaštitnih relea jer je broj otkaza relejne zaštite usled otkaza mernog člana zanemarljiv i može se svesti na retke slučajeve u kojima pri nastanku kvara strada strujni merni transformator. Ovaj zaključak je iskorišćen kao osnova koncepcije lokalne automatike u trafo stanici.

Pošto smo utvrdili da će, u dovoljnoj većini slučajeva, svaki kvar biti registrovan od strane mernog člana zaštitnog relea, odlučili smo da zadržimo postojeće zaštitne releje koji se nalaze u eksploataciji i da njihove merne članove iskoristimo za utvrđivanje prisutnosti nastalog kvara. Signal sa mernog člana dovodio bi se na pojedinačne mikroracunarske uređaje koji se postavljaju na mestima koja se štite (izvodne ćelije, trafo polja, relejni stalci) i predstavljaju sastavni deo prilagođenja trafo stanice. Ovi uređaji će pratiti rad i obezbediti prevazilaženje tehničkih nedostataka pojedinih zaštitnih relea i relejnih kombinacija. Uređaji funkcionišu dvojako: lokalno, na nivou pojedinačnih ćelija, i u sadejstvu,

prosleđivanjem informacije o kvaru nadređenom uređaju sve do nivoa dovodne ćelije, čime se obezbeđuje funkcija lokalne automatike na nivou cele trafo stanice.

Ovakva koncepcija prilagođenja objekta daljinskom režimu rada, u objektima sa elektromehaničkim i statičkim releima, omogućava zadržavanje postojećih relejnih kombinacija uz obezbeđivanje veće sigurnosti rada i prikupljanje tačnih informacija iz nadgledanog objekta, uz minimalna ulaganja i brzu realizaciju uvođenja objekta u daljinski režim rada.

2. OPŠTE NAPOMENE

U daljem tekstu ćemo, ilustracije radi, posmatrati tipski objekat, trafo stanicu 35/10kV sa statičkom relejnom zaštitom.

Prilikom izvođenja radova na prilagođenju objekta, radi uvođenja trafo stanice u daljinski režim rada, potrebno je izvršiti razdvajanje isključnog kruga prekidača snage i pratećih signala koji se javljaju nakon delovanja zaštitnog relea, na svim mestima u objektu. Prilagođenje takođe podrazumeva i formiranje novog strujnog kruga za upravljanje prekidačima snage. Ovaj dodatni strujni krug se može iskoristiti kao rezervni put za isključenje prekidača snage u slučaju otkaza izvršnog sklopa zaštitnog relea.

Ovakvo pripremljeni objekat, sa ugrađenim mikroračunarskim uređajima u kabinama ćelija i relejnim stalcima, omogućiće nadgledanje postojeće relejne zaštite uz mogućnost komandovanja prekidačem snage. Pri tome se funkcija postojećih zaštitnih relea ne menja. U slučaju kvara zaštitni relei prepoznaju kvar i daju nalog za isključenje prekidača snage. Po isključenju prekidača, signal sa mernog člana se vraća u neaktivno stanje što znači i kraj stanja kvara. Funkcionisanje lokalne automatike dolazi do izražaja u slučaju da ne dođe do isključenja prekidača.

3. PRINCIP FUNKCIONISANJA

Mikroračunarski uređaji u pojedinačnim ćelijama su sastavni deo sistema za daljinski nadzor i upravljanje. Osnovna namena im je prikupljanje lokalnih signala položaja i alarmne signalizacije i upravljanje prekidačem snage. Uređaji su povezani serijskim interfejsom RS485, kako međusobno, tako i sa centralnim mikroračunarskim uređajem trafo stanice. Ovakav, distribuirani, koncept zahteva mnogo manje intervencije u samoj daljinskoj stanici i neuporedivo manje radova i materijala (provodnika) potrebnih za ožičenje signala u odnosu na standardnu, centralizovanu, varijantu prilagođenja. Pored toga, ovakva koncepcija obezbeđuje da se signali detektuju na mestu nastanka, bez nepotrebnih posrednika, kao što su dugački provodnici i relejne kombinacije, koji uvećavaju nepouzdanost. Konačno, lokalno smeštanje uređaja omogućuje uvođenje dodatnih funkcija kao što je lokalna automatika za nadzor funkcionisanja relejne zaštite. U daljem tekstu ćemo detaljnije objasniti ovu funkciju.

Pojedinačni uređaji u ćelijama vrše nadzor signala sa mernog člana relejne zaštite. U slučaju pojave kvara, odnosno aktiviranja signala sa mernog člana, uređaj očekuje da se signal deaktivira po isteku određenog (programiranog) vremena - vremena delovanja zaštite. Ukoliko u zadatom vremenu ne dođe do deaktiviranja signala smatra se da prekidač snage nije isključen. Greška se može javiti usled jednog od dva osnovna uzroka: kvar na izvršnom sklopu zaštitnog relea ili kvar na prekidaču snage. Rešavanje nastale situacije obavlja se u dva koraka.

Prvi korak predstavlja pokušaj lokalizacije nastalog zastoja. Pošto detektuje zastoj, lokalni uređaj, po isteku programiranog vremena zadržke, zadaje novi nalog za isključenje prekidača snage. Tako zadato, ponovno isključenje, je pokušaj eliminisanja zastoja na izvršnom delu zaštitnog relea ili pomoćnom releju koji je najčešće sastavni deo isključnog kruga zaštitnog releja. Uspešno ponovno isključenje prekidača snage bi eliminisalo nastali zastoj, uređaj bi registrovao kvar na isključnom krugu prekidača u ćeliji i poslao informaciju dispečerskom centru. Međutim, ako do isključenja prekidača snage i deaktiviranja mernog člana ne dođe, smatra se da je zastoj na prekidaču snage. U tom slučaju, uređaj registruje kvar na prekidaču snage i trenutno signalizira dispečerskom centru da je uzrok zastoja kvar na prekidaču snage. U prvom koraku se prepoznati kvar na prekidaču samo signalizira i prati.

U drugom koraku se registrovana informacija o kvaru na prekidaču snage, u zavisnosti od mesta i tipa mernog člana koji je nastali kvar prepoznao, prosleđuje nadređenom uređaju, višem hijerarhijskom nivou. Nadređeni uređaj koji dobije poslatu informaciju, dobijenu informaciju upoređuje sa

informacijama koje on prati i, po zadatoj logici, sa mesta na kome sa nalazi zadaje odgovarajuće izvršne naloge. Izvršni nalog je nalog za isključenje drugog prekidača koji bi eliminisao nastali složeni problem. Informacija o izvršenoj akciji se, po završetku, prosleđuje dispečerskom centru. Složenost zadatah rešenja lokalne automatike zavisi od prorade odgovarajućeg mernog člana zaštitnog relea, kao i od tehničkog rešenja trafo stanice koja se uvodi u daljinski režim rada.

4. DELOVANJE U KONKRETNIM SITUACIJAMA

Zavisno od mesta na kome se ugrađuju i zahtevanog nivoa lokalne automatike uređaje možemo podeliti na četiri osnovna tipa:

1. Izvodna ćelija 10kV
2. Trafo ćelija 10kV
3. Trafo ćelija 35kV
4. Izvodna ćelija 35kV

Razmotrićemo delovanje svakog pojedinačnog tipa uređaja u konkretnim situacijama.

4.1. Izvodna ćelija 10 kV

Uređaji u kabinama izvodnih ćelija 10 kV prate rad prekostrujne, kratkospojne i zemljospojne zaštite izvoda. Informacije o prisustvu kvara se prikupljaju sa mernih članova. Opisaćemo delovanje uređaja za svaki pojedinačni tip zaštite.

Prekostrujna zaštita - ako u zadatom vremenu (programirano vreme delovanja zaštite) ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj aktivira čekanje u trajanju od 0.2s i, po isteku ovog vremena, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja izvoda uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju u ćeliji i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage i prosleđuje signal kvara do uređaja na trafo polju 35 kV.

Kratkospojna zaštita - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja u trajanju od 0.05s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja izvoda uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju u ćeliji i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, a u trafo stanici nije izvedena kratkospojna zaštita sabirnica i zaštita od otkaza prekidača, daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na trafo polju 10 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage.

Zemljospojna zaštita - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja u trajanju od 0.2s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja izvoda uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju u ćeliji i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača, uređaj, po isteku vremena koje je za 0.2s duže od zadatog vremena rezervne zemljospojne zaštite, daje nalog za isključenje prekidača uređaju na trafo polju 10 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage.

Ukoliko na posmatranom izvodu postoji signal bilo koje zaštite (prekostrujna, zemljospojna i kratkospojna), a dodatno se pojavi signal nestanka jednosmernog napona na tom izvodu, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na trafo polju 10 kV.

4.2. Trafo ćelija 10 kV

Uređaji u kabinama trafo ćelija 10 kV prate rad kratkospojne zaštite sabirnica, zaštite od otkaza prekidača i reaguju na naloge za isključenje prekidača upućene od strane uređaja na izvodnim ćelijama 10kV.

Kratkospojna zaštita sabirnica - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja u trajanju od 0.03s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja trafo polja 10 kV uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom delu releja trafo ćelije i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na trafo ćeliji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage.

Zaštita od otkaza prekidača - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.03s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja trafo polja 10 kV uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom delu zaštite od otkaza prekidača trafo celije i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na trafo celiji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage.

Ako na posmatranom trafo polju postoji signal kratkospojne zaštite, a dodatno se pojavi signal nestanka jednosmernog napona na trafo polju, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na trafo celiji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar u trafo celiji i nestanak jednosmernog napona.

Na nalog za isključenje prekidača upućen od strane uređaja sa nižeg hijerarhijskog nivoa (izvodne celije 10kV), uređaj na trafo polju 10kV izvršava isključenje prekidača snage i izveštava dispečerski centar o obavljenom isključenju.

4.3. Trafo celija 35 kV

Uređaji u kabinama trafo celija 35 kV prate rad prekostrujne zaštite izvoda 10 kV, rezervne prekostrujne zaštite transformatora, zemljospojne zaštite transformatora, buholc zaštite, kontakti termometar, diferencijalne zaštite.

Ako uređaj na trafo polju 35kV registruje prosleđeni signal kvara prekidača snage i neodrađivanje prekostrujne zaštite na izvodnoj celiji 10kV, a nakon toga proradi zaštita od preopterećenja transformatora, uređaj izdaje nalog za isključenje određenog izvoda 10 kV (izvod određuje korisnik), kako bi se izvršilo rasterećenje transformatora. O obavljenom isključenju izveštava dispečerski centar. Uporedo, uređaj prati temperaturu transformatora. Ako ne dođe do rasterećenja transformatora, uređaj čeka izvršenje zaštite od preopterećenja. Po isteku vremena predviđenog za reagovanje zaštite, uređaj čeka dodatnih 0.2s, a zatim daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja transformatora, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju trafo celije i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.3s, daje nalog za isključenje prekidača uređaju na dovodnoj celiji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage u trafo celiji 35kV.

Rezervna prekostrujna zaštita - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.2s, daje nalog za ponovno isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja prekidača, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na dovodnoj celiji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage u trafo celiji.

Zemljospojna zaštita - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.2s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja transformatora, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju trafo celije i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na dovodnoj celiji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage u trafo celiji.

Buholc zaštita - ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.02s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja transformatora, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na isključnom krugu trafo celije i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na dovodnoj celiji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage u trafo celiji.

Kontakti termometar - ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.02s, daje nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja transformatora, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na isključnom krugu trafo celije i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača uređaju na dovodnoj celiji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage u trafo celiji.

Diferencijalna zaštita - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.02s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog

isključenja transformatora, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju trafo ćelije i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača snage uređaju na dovodnoj ćeliji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage u trafo ćeliji.

Ako na posmatranom trafo polju postoji signal bilo koje od navedenih zaštita, a dodatno se pojavi signal nestanka jednosmernog napona na trafo polju, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača snage uređaju na dovodnoj ćeliji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar u trafo ćeliji i nestanak jednosmernog napona.

4.4. Izvodna ćelija 35 kV

Uređaji u kabinama izvodnih ćelija 35 kV prate rad prekostrujne, kratkospojne i zemljospojne zaštite.

Prekostrujna zaštita - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.2s, daje nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja izvoda, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage.

Zemljospojna zaštita - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.1s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja izvoda, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača snage uređaju na dovodnoj ćeliji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage. Aktiviranje ovakvog naloga za isključenje dovodne ćelije zavisiće i od položaja trafo stanice na napojnom vodu 35 kV.

Kratkospojna zaštita - ako u zadatom vremenu ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj, posle dodatnog čekanja od 0.05s, daje ponovni nalog za isključenje prekidača. U slučaju uspešnog isključenja izvoda, uređaj signalizira dispečerskom centru kvar na izvršnom releju i izveštava o izvršenom isključenju. Ako ne dođe do isključenja prekidača snage, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača snage uređaju na dovodnoj ćeliji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar na prekidaču snage.

Ako na posmatranom izvodu postoji signal bilo koje zaštite (prekostrujna, zemljospojna i kratkospojna), a dodatno se pojavi signal nestanka jednosmernog napona na tom izvodu, uređaj daje trenutni nalog za isključenje prekidača snage uređaju na dovodnoj ćeliji 35 kV i signalizira dispečerskom centru kvar u izvodnoj ćeliji i nestanak jednosmernog napona.

5. ZAKLJUČAK

Postavljena koncepcija omogućuje prevazilaženje problema koji se javljaju usled kvarova na relejnoj zaštiti i prekidaču snage. Opisani uređaji, povezani u sistem na nivou trafo stanice, obezbeđuju signaliziranje kvarova na zaštitnim relejima, tačnu lokalizaciju kvara na relejnoj zaštiti odnosno prekidaču snage, sprečavaju nepoželjne ispade unutar trafo stanice i proradu zaštite u napojnim trafo stanicama koje nisu pogođene kvarom. Na ovaj način se dispečeru olakšava donošenje odluka i ubrzava proces normalizacije nastale situacije.