

## **KONTROLA POMOĆNOG NAPAJANJA U SREDNJE NAPONSKIM POSTROJENJIMA**

Ž. Kuvač, Kvazar, Srbija  
M. Ristić, Kvazar, Srbija

### **1. Uvod**

Svaki uređaj za svoj rad zahteva pomoćno napajanje. U većini slučajeva napajanje uređaja se obezbeđuje iz mreže. Ali, tamo gde je potrebno izvršiti kontrolu i zaštitu mrežnog signala koristi se zasebno pomoćno napajanje. Najčešće je to jednosmerni napon (akumulatorska baterija koja se dopunjava iz ispravljača), iako su negde prisutna i drugačija rešenja. Napon koji se dobija iz baterije je stabilan, čist i kvalitetan – što nije slučaj s "ispravljenim" naponom. Dešavalo se da neki uređaji za zaštitu ili upravljanje neispravno deluju jer je njihovo pomoćno napajanje ostvareno iz ispravljača.

Danas se uređajima za zaštitu i upravljanje postavljaju strožiji zahtevi i daje im se složenija uloga. Zbog toga se mora izvršiti kompletnija kontrola njihovog napajanja. I pored posedovanja najsavremenije zaštite, a bez pomoćnog napajanja postrojenje je nezaštićeno. Još teža situacija je ako u istom trenutku ostanemo bez komandi i informacija o stanju postrojenja.

### **2. Kontrola pomoćnog napajanja**

Pošto se kao najčešće rešenje pomoćnog napajanja postrojenja koristi jednosmerni napon iz akumulatorske baterije ovaj koncept će u daljem delu rada biti razmatran. Slični zaključci se mogu izvesti ako se za pomoćno napajanje korišćen naizmenični napon, pa ova analiza nije ni vršena.

## 2.1 Razdvajanje jednosmernog napona osiguračima

Na sabirnice jednosmernog napona paralelno se priključuju potrošači. Nepovoljno je što kratak spoj u bilo kom uređaju uzrokuje pad (sлом) pomoćnog napajanja. Zbog ovoga je potrebno da svaki uređaj koji se priključuje na jednosmerni napon bude priključe preko osigurača. Realizacija može biti sa osiguračem u okviru uređaja ili posebno. Obavezno je da se signal o ispadu osigurača ( $S_{On}$ ) odvede u centar upravljanja postrojenjem.

Različite grupe uređaja u postrojenju se napojaju jednosmernim naponom. Prema njihovoj funkciji posebno se razvodi komandni, pomoćni i signalni jednosmerni napon. Danas su uređaji multifunkcionalni, pa nije uvek moguće ispoštovati datu podelu. Ipak, savetujemo da se gde god je to moguće osiguračima razdvoje ovi naponi. Signale ispada osigurača sa komandnog napona ( $S_K$ ), pomoćnog napona ( $S_P$ ) i napona za signalizaciju ( $S_S$ ) treba odvesti u centar upravljanja.

## 2.2 Merenje jednosmernog napona i struje iz akumulatorske baterije

Pored nenormirane (prisutan ili ne) kontrole jednosmernog napona treba izvršiti i kvantitativnu kontrolu. Pre svega treba imati informaciju o intezitetu napona ( $U_p$ ). Obično se instrument, koji pokazuje napon akumulatorske baterije, nalazi na ispravljaču, ali je informaciju o  $U_p$  poželjno odvesti i u centar upravljanja. Ako jednosmerni napon nije u propisanim granicama treba poduzeti odgovarajuće akcije. Dešava se da neki uređaji ne deluju ili se ne mogu "podići" ako je intezitet jednosmernog napona ispod predviđene granice (npr. 10%  $U_p$ ). Povišen pomoćni napon dovodi do stradanja elementa u sistemu zaštite i upravljanja. Dakle, jednosmerni napon treba održavati u granicama:

$$U_{pmin} < U_p < U_{pmax} \quad (1)$$

Značajna informacija je intezitet jednosmerne struje iz akumulatorske baterije  $I_B$ . Poželjno je ovu informaciju proslediti u centar upravljanja da bi se u slučaju potrebe sprovela propisana akcija.

## 2.3 Kontrola zemljospoja u kolima JSS

U sredjenaponskim postrojenjima vrši se kontrola zemljospoja u krugovima jednosmernog napona. Poznata je metoda ravnoteže dva instrumenta. U dobro izolovanom postrojenju napon  $U_{p+}$  (plus pol – uzemljenje) jednak je naponu  $U_{p-}$ . Ako dođe do slabljenja izolacije (zemljospoj preko nekog otpora) ravnoteža se narušava. Ako dođe do zemljospoja npr. pola plus onda intezitet  $U_{p+}$  padne za određenu vrednost, a  $U_{p-}$  poraste za istu tu vrednost. Signale da u kolima JSS postoji zemljospoj pola plus Z+ ili zemljospoj pola minus Z- treba odvesti u centar upravljanja.

Zemljospoj u kolima jednosmernog napona može se otkriti i merenjem struja koje teku između polova i uzemljenja. Koristeći jedan ili drugi metodu ne može se odrediti mesto gde se desio zemljospoj. Zna se samo da on postoji. Lociranje zemljospoja može se izvršiti propustanjem naizmeničnog signal niskog inteziteta (npr. 10 Hz) kroz razvod jednosmernog napona. Deonica pod zemljospojem određuje se merenjem na odvodima struja koje generiše naizmenični (10Hz) signal. U retkim situacijama uređaj za detekciju deonice u kvaru je stalno prisutan u postrojenju. Obično se kontroliše zemljospoj jednom od dve pomenute metode, a uređaj za detekciju se priključuje kada se konstatuje zemljospoj.

## 2.4 Druge karakteristike jednosmernog napona

Savremeni uređaji zahtevaju pomoćni napon određenog kvaliteta, pa se npr. traži da talasnost jednosmernog napona bude u propisanim granicama. Ova karakteristika, kao i neke druge, se ne menja u izvoru jednosmernog napona ako nije došlo do nekog kvara. Zbog ovoga nije potrebno da se one stalno mere.

## 2.5 Kontrola isključnih krugova

U slučaju havarije može se desiti da su svi zaštitni elementi ispravni i da su ispravno i pravovremeno odreagovali, a da nije izvršeno isključenje prekidača i time sprečeno dalje širenje kvara. Razlog je prekid u isključnom krugu. Da do ovakve situacije ne bi došlo potrebno je vršiti kontrolu isključnih krugova prekidača (Kik). Pod kontrolom se podrazumeva:

- kontrola prisutnosti pomoćnog napona za isključenje
- detektovanje prekida kabela ili voda za isključenje u uključenom ili isključenom stanju prekidača
- detektovanje kvara u isključnom mehanizmu ili pomoćnim kontaktima prekidača

Pomenuti zahtevi se realizuje uređajem koji kroz isključni krug propušta struju niskog inteziteta. Značajno je naglasiti da se ovo radi i kad je prekidač uključen i kad je isključen. Ako negde dođe do prekida u isključnom kolu ne detekuje se ispitna struja. Problem prelaznog stanja rešava se vremenskim zatezanjem. Informaciju o prekida u isključnim krugovima treba proslediti u centar upravljanja.

## 3. Nestanak jednosmernog napona

Do sada smo govorili o kontroli jednosmernog napona. Problem nastaje kada u postupku kontrole utvrdimo da je zbog nekih razloga postrojenje ostalo bez jednosmernog napajanja (kratak spoj na izvodima, prekid veze, prazne baterije i sl.). Rešenje za prevazilaženje ovog problema mogu biti različiti:

- a) rezervno napajanje koje omogućava isključenje prekidača u slučaju sloma Up
- b) opremanje postrojenja dodatnom rezervnom zaštitom
- c) ugradnja redundantne akumulatorske baterije

### 3.1. Redudantna akumulatorska baterija

Ako se koristi redudantna akumulatorska baterija onda treba poštovati sledeće:

- treba razdvojiti zaštite koje su priključene na jednu ili na drugu bateriju
- treba razdvojiti delove sistema upravljanja
- koristiti dve špulne za isključenje glavnog prekidača ili nekoliko prekidača (jednu špulnu vezati na jednu bateriju, drugu na drugu)

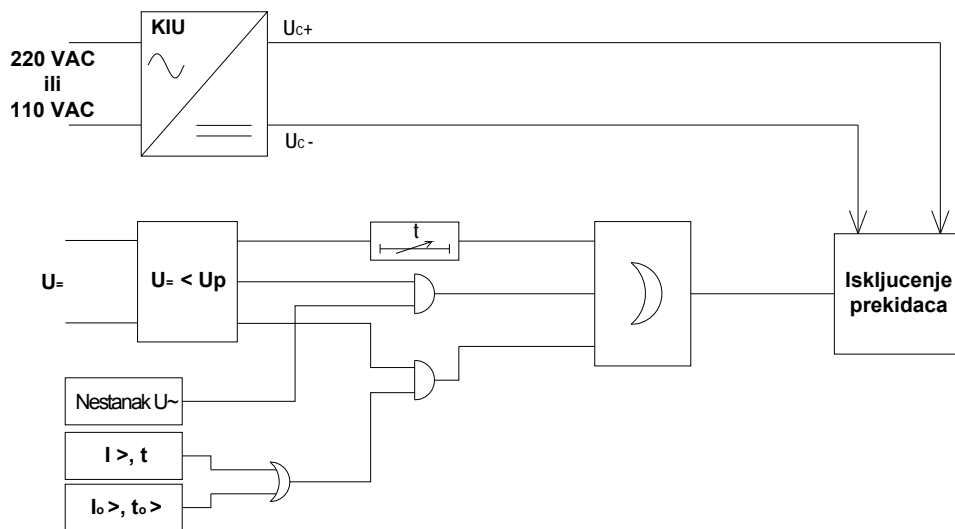
Do sloma glavnog napajanja može da dođe zbog kratkog spoja na nekom delu sistema, pa se preporučuje razdvajanje. Ovo rešenje je relativno skupo i ne koristi se u sredjenaponskim postrojenjima.

### 3.2. Rezervno napajanje

Ovo rešenje je najjednostavnije. Postrojenje se opremi još jednim slabijim naponskim izvorom (kondenzatorskom baterijom) koje služi samo da isključi glavni prekidač u slučaju nestanka Up. Ovo je najjednostavnije, ali ne najrentabilnije rešenje, jer se isključuje celo postrojenje iako nema kvara. Ovim predupređujemo moguću havariju, ali ostavljamo potrošače bez električne energije.

### 3.3. Dodatna rezervna zaštita

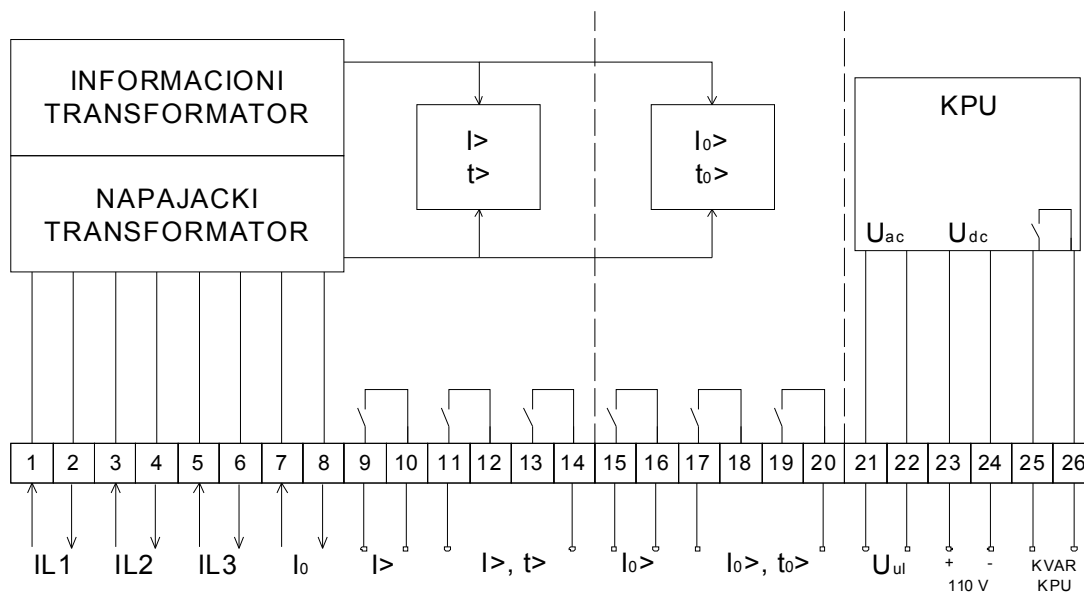
Dodatna rezervna zaštita ima u sebi neke elemente koji su ranije pomenuti. Ovo rešenje nudi signalizaciju nestanak jednosmernog napona i ostvaruje rad postrojenja na nekoliko sati. Ako se u međuvremenu desi neki kvar u energetskom delu postrojenja rezervna zaštita deluje na glavni (transformatorski) prekidač. Slika 1. prikazuje način rada automatike za dodatnu rezervnu zaštitu.



Slika 1. Princip rada automatike za dodatnu rezervnu zaštitu

U normalnom pogonu kondenzatorski pomoćni uređaji (KIU) su priključeni na naizmenični napon i pune se. Na svom izlazu daju jednosmerni napon potreban za aktiviranje rezervnog kalema prekidača. Kontrolnik jednosmernog napona kontroliše intezitet jednosmernog napona  $U =$ . U slučaju pada ovog napona ispod podešenog nivoa pobuđuje se vremenski relej. Posle isteka podešenog vremena (obično oko 3 sata) ako jednosmerni napon nije vraćen u predviđene granice daje se nalog glavnom (transformatorskom) prekidaču da isključi postrojenje. U slučaju da je jednosmerni napon ispod predviđenog nivo, a registruje se i nestanak naizmeničnog (mrežnog) napona odmah se daje komanda za isključenje.

Na slici 2. dat je šematski prikaz zaštita uvedenih u automatiku (sl.1).



Slika 2.

Zaštite koje se koriste u sklopu dodatne rezervne zaštite moraju biti autonomne (napajaju se iz struje kvara). Ako je postrojenje transformatorska stanica onda se prekostrujna zaštita  $I >$  priključuje na primarnu

stranu transformatora ( podešava se na  $1,8I_n$  i  $t > = 0s$ ). Zemljospojna zaštita  $I_0 >$  se priključuje na sekundarnu stranu transformatora. U slučaju da se aktivira bilo koja od ove dve zaštite daje se nalog automatici (sl.1) koja isključuje glavni prekidač.

#### 4. Sistem za kontrolu jednosmernog napajanja

Ranije je objašnjeno koje sve kontrole jednosmernog napona treba vršiti i šta činiti kad trafostanica ostane bez jednosmernog napona. Danas uređaji u postrojenju komuniciraju međusobno, pa je logično da ako neki od elemenata ne može izvršiti propisanu operaciju da se ta uloga dodeli drugom. Tabela 1. prikazuje signale i akciju koja se provodi ako signal postane aktivan.

Naziv signala	Radnja koja se preduzima	Napomena
Ispad osigurača na uređaju $S_{O1}, S_{O2}, \dots, S_{On}$	Signalizira se i po potrebi dodeli uloga drugom uređaju	Ponekad uređaj višeg nivoa odradi u drugom stepenu
Ispad komandnog napona $S_K$	Aktivira se dodatna rezervna zaštita	
Ispad pomoćnog napajanja $S_P$	Aktivira se dodatna rezervna zaštita	
Ispad signalnog napona $S_S$	Signalizira se drugim naponom	Npr. naizmeničnim
Merenje jednosmernog napona $U_P$	Kontinuirano merenje	
Napon manji od potrebnog $U_{PMIN}$	Aktivira se dodatna rezervna zaštita	
Napon veći od predviđenog $U_{PMAX}$	Signalizira se	
Struja iz akumulatorske baterije $I_B$	Kontinuirano merenje	Ako je struja veća od uobičajene proveriti
Zemljospoj "pola plus" $Z+$	Locirati mesto i eliminisati ga	
Zemljospoj "pola minus" $Z-$	Locirati mesto i eliminisati ga	
Prekid isključivih krugova $Kik1, Kik2, \dots, Kikn$	Signalizira se i po potrebi dodeli uloga drugom uređaju	Ponekad uređaj višeg nivoa odradi u drugom stepenu

Tabela 1. Pregled veličina, kvarova i radnji za kontrolu jednosmernog napona

Sve signale treba voditi do kontrolne jedinice koja komunicira sa drugim uređajima u sistemu. Zbog unifikacije komunikaciju je potrebno ostvariti protokolom IEC 61850.

#### 5. Zaključak

Pošto pouzdanost rada transformatorske stanice u značajnoj meri zavisi od kontinuiranosti napajanja uređaja i opreme jednosmernim naponom pokušali smo da damo sistematizaciju problema koji se javljaju u kolima pomoćnog napajanja. Preduzimanje adekvatnih radnji u okviru projektovanja razvođa jednosmernog napona, njegovom podelom na pomoćni, komandni i signalni napom može se postići efikasna selektivnost i olakšati lociranje kvara. Parametri o kvalitetu napona trebaju se stalno pratiti i

prosleđivati. Razervno napajanje u trafostanici mora biti realizovano barem sa minimalnim kapacitetom. Na kraju rada smo dali predlog radnji koje se trebaju obavljati u zavisnosti od situacije koja se desila u kolim pomoćnog napajanja.

## **6. Literatura**

1. Franjo Božuta, 1980, "Automatski zaštitni uređaji", Sarajevo.
2. Ž.Petrović, S.Rebrić, V.Đikić, M.Jonović: Analiza i mogućnosti postizanje selektivnosti zaštitnih elemenata u kolima sopstvene potrošnje postrojenja, CIGRE Srbija 2011.
3. Zoran Ristanović: Dodatna rezervna zaštita u TS 110/X, JUKO CIGRE 2001.
4. Kvazar Beograd: Automatika dodatne rezervne zaštite, fabrički katalog
5. IED Breograd: DRZ-01, fabrički katalog