

REKONSTRUKCIJA RAZVODNOG POSTROJENJA 35 KV U TERMOELEKTRANI KOSTOLAC A

RECONSTRUCTION OF 35 KV SWITCHGEAR IN THERMAL POWERPLANT KOSTOLAC A

Zlatko SIMEUNOVIĆ, JP EPS, TE-KO "Kostolac", Srbija

Jelena NIKOLIĆ, JP EPS, TE-KO "Kostolac", Srbija

Dejan ŽUKOVSKI, JP EPS, TE-KO "Kostolac", Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Razvodno postrojenje 35 kV u TE Kostolac A u funkciji je više od 50 godina i doskoro jedini izvor napajanja električnom energijom mnogih potrošača na površinskom kopu Kostolac, a jedini izvor napajanja obližnjem industrijskom potrošaču PRIM i elektrodistributivnom preduzeću za grad Kostolac. Do rekonstrukcije, oprema koja je bila u funkciji bila je originalno ugrađena prilikom izgradnje postrojenja za koju odavno više nije bilo rezervnih delova, a ni raspoloživih servisera. U trenutku rekonstrukcije veći deo opreme u razvodnom postrojenju bio je star više od 40 godina. Održavanje i eksploatacija su se zasnivali na iskustvu osoblja. Zastarelim elektromehaničkim relejima je istekao životni vek i bila je neophodna njihova zamena. Stari malouljni prekidači sa oštećenim kontaktima i dotrajalim motorno-opružnim pogonima zamenjeni su novim SF6 prekidačima koji imaju kraće vreme delovanja, veću struju isključenja, manje potrebe za održavanjem. Stare elektromehaničke zaštite zamenjene su novim mikroprocesorskim koje su pouzdanije, brže, preglednije, efikasnije, pogodnije za naknadnu analizu arhiviranih podataka i sa više funkcija. Izvedeno je i potpuno opremljeno rezervno polje koje je bilo potpuno neupotrebljivo. Zamenjena je kompletna elektroenergetska oprema i u razvodnom postrojenju i na elektrokomandi uključujući i kablove u kablovskim kanalima koji su bili mehanički oštećeni, sabirnice dotrajale od brojnih toplih mesta, lokalne ormariće oštećene korozijom, napukle izolatore. Instaliran je sistem upravljanja i integrisan u postojeći SCADA sistem i uvedena je potpuna daljinska upravljivost postrojenja. Posle pola veka obnovljeno je i u pogon stavljeno potpuno novo razvodno postrojenje sa novom opremom čime je podignut nivo pouzdanosti napajanja navedenih potrošača.

Ključne reči: razvodno postrojenje 35 kV, SF6 prekidač, mikroprocesorska zaštita, SCADA sistem

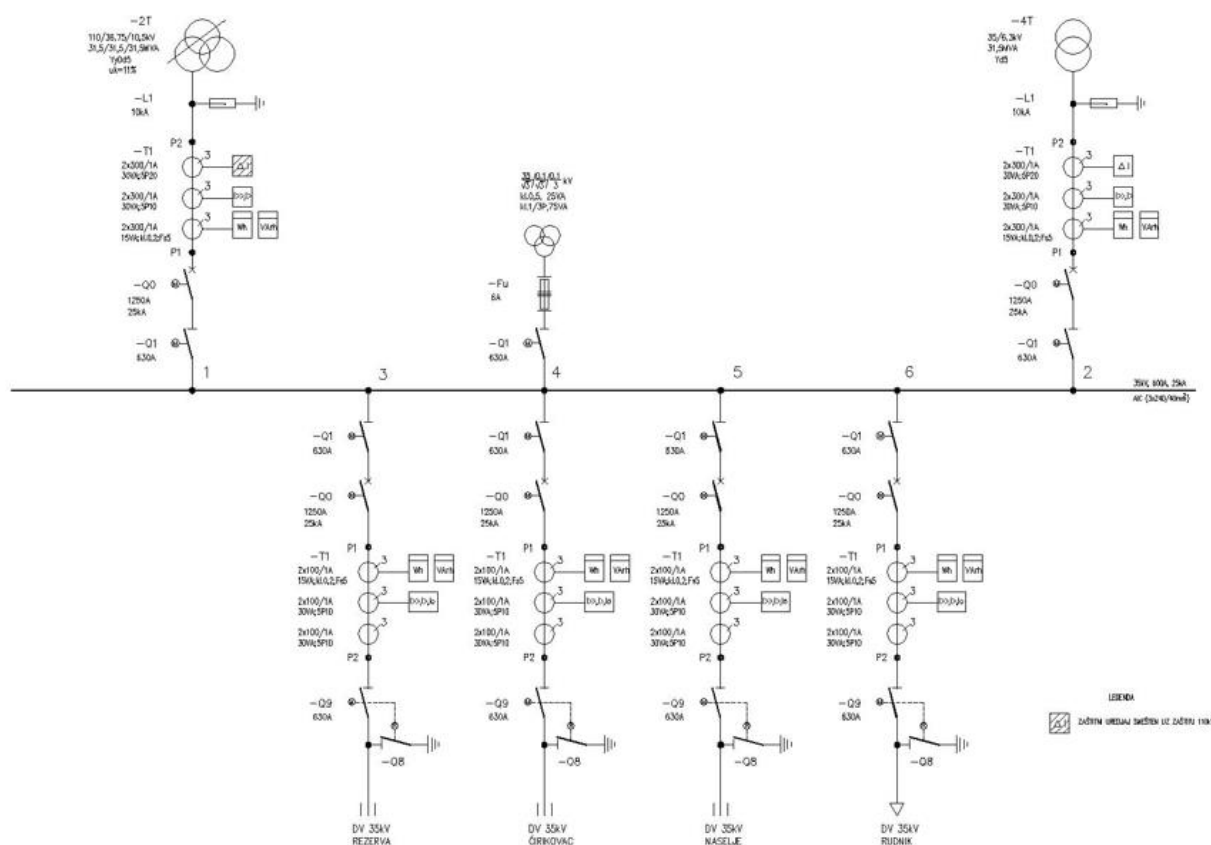
ABSTRACT

The 35 kV switchgear in TPP Kostolac A has been in operation for more than 50 years and until recently the only source of electricity for many consumers in the open pit mine Kostolac, and the only source of power supply for the nearby industrial consumer PRIM and the electricity distribution company for the town of Kostolac. Until the reconstruction, the equipment that was in operation was originally installed during the construction of the switchgear. There were no longer spare parts for it and no available service companies. At the time of reconstruction, most of the equipment in switchgear was more than 40 years old. Maintenance and operation were based on staff experience. Outdated electromechanical relays have reached the end of their service life and their replacement was necessary. Old low-oiled circuit breakers with damaged contacts and worn out motor-spring drives were replaced with new SF6 circuit breakers with shorter operation time, higher tripping current, less maintenance needs. The old electromechanical relays were replaced with new microprocessor ones which are more reliable, faster, clearer, more efficient and more suitable for subsequent analysis of archived data and with more functions. A fully equipped reserve switchyard was constructed, which was completely unusable. The complete electrical equipment was replaced both in the switchgear and at the electrical control room including cables in cable trenches that was mechanically damaged, busbars deteriorated by numerous hot spots, local cabinets damaged by corrosion, cracked insulators. The control system has been installed and integrated into the existing SCADA system and fully remote control of switchgear has been introduced. After half a century, the completely new switchgear was installed and put into operation with new equipment, that raised the reliability level of the power supply to mentioned consumers.

Key words: 35 kV switchgear, SF6 circuit braker, microprocessor relay protection, SCADA system

1. UVOD

TE Kostolac A čine dva bloka, A1 snage 100 MW i A2 snage 210 MW koji su preko razvodnog postrojenja priključeni na EES. Blok A1 je izgrađen 1967. a blok A2 1980.godine. Srednjenaponsko razvodno postrojenje 35 kV je sastavni deo visokonaponskog razvodnog postrojenja 110 kV u sklopu TE Kostolac A. To je klasično postrojenje za spoljnu montažu. Dispozicija ovog postrojenja je koncipirana i orijentisana tako da se nesmetano razvedu dalekovodi kako u samom postrojenju tako i prema trasama kako je to prikazano na jednopolnoj šemi RP 35 kV na *Slici 1*.



SLIKA 1 – JEDNOLINISKA ŠEMA POSTROJENJA

Kompletno razvodno postrojenje 35 kV je klasične izvedbe sa jednim sistemom sabirnica. Sabirnice su izvedene aluminijsko-čeličnim užetom AlČ 3x240/40 mm² za ukupno sedam polja (od H0 do H6).

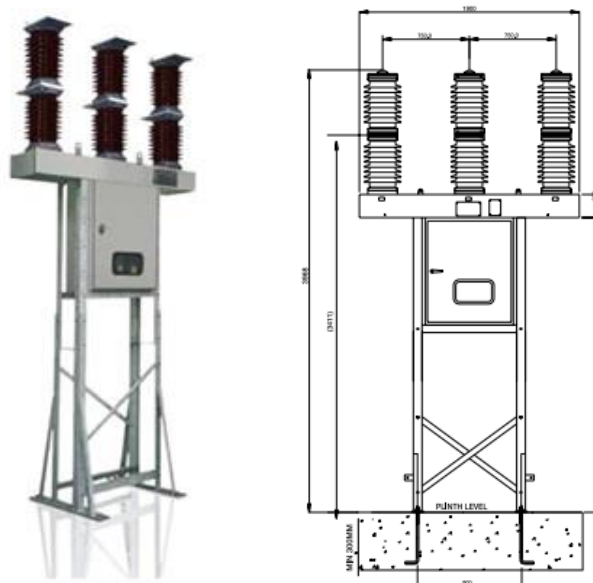
Postrojenje 35 kV ima sedam aktivnih polja od kojih su četiri dalekovodna, dva transformatorska i jedno merno polje.

Jedno od četiri dalekovodna 35 kV polja (polje H6 koje napaja PK Rudnik) je mešovito kablovsko i nadzemno dalekovodno polje. Energetski i komandno-signalni kablovi iz razvodnog postrojenja 35 kV (odnosno od razvodnog ormara u svakom polju postrojenja) položeni su u postojeće kablovske kanale do elektrokomande. Od elektroopreme u poljima postrojenja do razvodnog ormara u poljima kablovi su položeni direktno u zemlju.

2. OPIS SREDNENAPONSKE 35 kV OPREME

Elektrooprema koja je ugrađena u rekonstrukciji, dimenzionisana je tako da zadovolji tehničke uslove s obzirom na perspektivne struje kratkog spoja [1] u RP TE Kostolac A. Odabrana elektrooprema je savremenijih konstruktivnih i tehnoloških rešenja.

U RP 35 kV ugrađeni su novi trolezni SF6 prekidači za spoljnu montažu [2], za nazivnu struju 1250 A i struju kratkog spoja 25 kA (slika 2). U sklopu rekonstrukcije izvršena je i zamena noseće konstrukcije sa ormarom za smeštaj motornog pogona prekidača. Motorno-opružni pogon prekidača predviđen je za pomoćno napajanje 230 V, 50 Hz.



SLIKA 2 – SF6 PREKIDAČ

Sredjenaponski sabirnički rastavljači su trolezni rastavljači za spoljnu montažu [3], za nazivnu struju 630 A i struju kratkog spoja 25 kA. Sabirnički rastavljači su opremljeni motornim pogonom 230 V, 50 Hz. Sredjenaponski izlazni rastavljači sa noževima za uzemljenje su trolezni rastavljači za spoljnu montažu, istog tipa, proizvođača i tehničkih parametara, dodatno opremljeni noževima za uzemljenje sa ručnim pogonom. U mernom polju je trolezni rastavljač sa ručnim pogonom i visokonaponskim osiguračem od 6 A [3].

Novi strujni merni transformatori postavljeni su u sve tri faze, za spoljnu su montažu, sa tri jezgra u dovodnim transformatorskim poljima i sa dva jezgra u izlaznim dalekovodnim poljima 35 kV postrojenja. U transformatorskim poljima strujni merni transformatori su prenosnog odnosa $2 \times 300/1/1/1$ A, a u dalekovodnim poljima su prenosnog odnosa $2 \times 100/1/1$ A, za nazivnu dinamičku struju $2,5 \times I_{th}$ i nazivnu kratkotrajnu termičku struju $100 \times I_n$ [4].

Novi naponski merni transformatori u RP 35 kV su za spoljnu montažu [4], i montirani su u mernom polju postrojenja u sve tri faze. U svakom polju 35 kV postrojenja je po jedan razvodni ormar za lokalno upravljanje elektro uređajima. Ovaj ormar je za spoljnu montažu, dimenzija 600x400x800 mm, sa stepenom zaštite IP54. Orman je opremljen tasterima za komandovanje uređajima, rednim stezaljkama, kablovskim uvodnicama sa donje strane i vratima sa prednje strane. Za merno polje razvodnog postrojenja 35 kV postavljen je ormar u samom postrojenju u kome su montirani automatski zaštitni prekidači za naponske krugove sa naponskih mernih transformatora.

3. UPRAVLJANJE I NADZOR RP 35 kV

U okviru rekonstrukcije RP 35 kV i ugradnjom savremenih mikroprocesorskih zaštitno-upravljačkih uređaja stvoreni su uslovi za implementiranje upravljačko-nadzornog sistema ovog postrojenja u već postojeći centralni upravljačko nadzorni sistem (UNS) RP 110 kV. UNS predstavlja savremeni distribuirani informacioni sistem za nadzor i upravljanje procesima. Osnovne komponente ovog sistema su:

- dva SCADA servera u redundantnoj konfiguraciji;
- RTL daljinska stanica zasnovana na Real Time Linux platformi.

SCADA serveri prikupljaju informacije sa RTL uređaja, obrađuju sakupljene podatke i arhiviraju događaje i merenja. RTL predstavlja višefunkcijski procesni računar za nadzor i upravljanje u elektroenergetskom postrojenju i ima mogućnost prikupljanja podataka i upravljanja podređenim uređajima, čime se ostvaruje mogućnost kompletnog nadzora svih zaštita i ostalih delova elektroenergetskog sistema uz potpunu podršku nadređenom SCADA sistemu. Proširenje SCADA sistema uređajima 35 kV polja izvedeno je preko FO kabla posredstvom switch-a (mrežni preklopnik).

Upravljanje visokonaponskom opremom u RP 35 kV ostvareno je u više nivoa.

Prvi, najniži nivo je ručno upravljanje na samim visokonaponskim aparatima u razvodnom postrojenju, zatim sa razvodnog ormana u polju. Sledeći nivo upravljanja je sa lokalno upravljačke jedinice sa grafičkim displejom koja se nalazi u ormanu +R2 na elektrokomandi. Sa ove upravljačke jedinice moguće je upravljati opremom u lokalnom modu, a kada se prebaci u daljinski mod prelazi se na najviši nivo, nivo UNS. Lokalna upravljačka jedinica povezana je sa RTL putem optičke lokalne mreže (LAN) na bazi protokola IEC 61850. Sve informacije o stanju prekidača, rastavljača, merenja, stanja zaštita, pobuda i prorada zaštita prikuplja RTL i prosleđuje SCADA serverima na dalju obradu.

3.1. Upravljanje i nadzor preko zaštitno-upravljačke jedinice

U elektrokomandi su ugrađene zaštitno-upravljačke jedinice po jedna za svako polje 35 kV [5]. Za kompletno 35 kV postrojenje ugrađena su dva ormana (+R1 i +R2) za smeštaj zaštitno-upravljačke opreme 35 kV postrojenja. U jednom ormanu je smeštena oprema za dva transformatorska polja i merno polje a u drugom je oprema za četiri dalekovodna polja.

Funkcije upravljanja obezbeđene zaštitno-upravljačkim uređajem su sledeće:

- upravljanje prekidačem i rastavljačima sa indikacijom stanja uređaja;
- softverske blokade upravljanja uređajima u jednom polju;
- merenja struje, napona, snage, frekvencije i energije;
- prikupljanje, prikazivanje, registracija i indikacija alarma i kvarova u realnom vremenu;
- prikupljanje i obrada mernih veličina i procesnih informacija;
- komunikacija između zaštitno-upravljačkih jedinica.

Uređaj ima grafički displej za prikaz jednopolne šeme polja, merenja, signalizacije, zatim alfanumeričku tastaturu s tasterima za upravljanje aparatima.

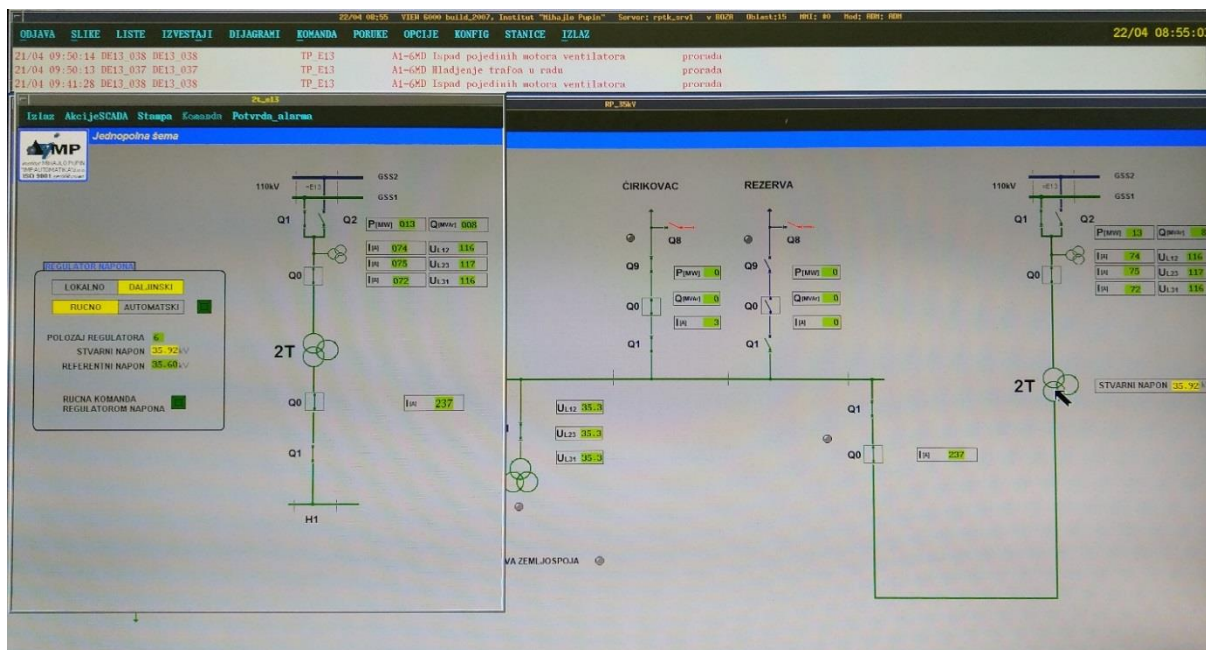
Sistemska komunikacija uređaja sa sistemom upravljanja i zaštite je izvedena zadnjim portom na bazi protokola IEC 61850.

Svi događaji u postrojenju se memorišu hronološkim redom. Postoji mogućnost iščitavanja liste događaja i isključenja na displeju upravljačko-zaštitne jedinice.

3.2. Upravljanje i nadzor preko operatorske stanice

Upravljanje i nadzor preko operatorske stanice u elektrokomandi kompletnog postrojenja 35 kV predviđeno je kao sledeći nivo upravljanja. Ovaj način treba da bude osnovni način upravljanja i nadzora postrojenjem 35 kV. Sve informacije o stanju prekidača, rastavljača, merenja, stanja zaštita, pobuda i prorada zaštita prikuplja RTL i prosleđuje SCADA serverima na dalju obradu.

Ovaj savremeni UNS ima više grafičkih dinamičkih prikaza koji ilustruju šta se dešava na sistemu koji se nadzire. Oni omogućavaju pregled aktuelnih stanja i vrednosti merenja, aktuelnih vrednosti signala prekidača i rastavljača, alarmnih stanja i naponskih stanja vodova. Na slikama 3 i 4 vidimo delove postrojenja u vidu šema sa elementima koji prate proces i prilagođavaju svoje stanje onome šta se dešava u njemu.



SLIKA 3 - DINAMIČKA SLIKA KOMPLETNOG 35 KV POSTROJENJA

Operatorska stanica za upravljanje i nadzor RP 35 kV ima sledeće funkcije:

- uključenje/isključenje prekidača i rastavljača;
- signalizaciju stanja elemenata postrojenja;
- indikaciju mernih veličina;
- prikaz alarma;
- registraciju i arhiviranje događaja i prikaz trenutnih vrednosti merenih veličina;
- analiza procesa rada korišćenjem arhiviranih podataka.

Podaci o postrojenju (procesni podaci) koji su prikupljeni u upravljačkim jedinicama po poljima, ciklično se skeniraju, odnosno prenose u centralnu upravljačku jedinicu.

Time	Event ID	Description	Status
14/04 06:30:04	DE14_78A DE14_78A	KOMUNIKACIJE	Status komunikacionih linija - E14 78A
14/04 06:30:03	DE14_78A DE14_78A	KOMUNIKACIJE	Status komunikacionih linija - E14 78A
14/04 06:26:17	KE13_004 KE13_004	TP_E13	F4-TAPOŠ Regulator napona - Vice/size
14/04 06:25:55	DE13_042 DE13_042	TP_E13	A1-GSD Motor regulatora napona u rade
14/04 06:25:54	AE13_014 AE13_014	TP_E13	F4-TAPOŠ Regulator napona - Polovaj regulatora
14/04 06:25:53	AE13_014 AE13_014	TP_E13	F4-TAPOŠ Regulator napona - Polovaj regulatora
14/04 06:25:50	DE13_042 DE13_042	TP_E13	A1-GSD Motor regulatora napona u rade
14/04 06:25:46	KE13_004 KE13_004	TP_E13	F4-TAPOŠ Regulator napona - Vice/size
14/04 05:56:04	DE14_78A DE14_78A	KOMUNIKACIJE	Status komunikacionih linija - E14 78A
14/04 05:56:03	DE14_78A DE14_78A	KOMUNIKACIJE	Status komunikacionih linija - E14 78A
14/04 05:09:48	DE5_3_05 DE5_3_05	Trufa_polje_E5	Motor regulatora napona
14/04 04:59:25	DE14_78A DE14_78A	KOMUNIKACIJE	Status komunikacionih linija - E14 78A
14/04 04:59:23	DE14_78A DE14_78A	KOMUNIKACIJE	Status komunikacionih linija - E14 78A
14/04 04:37:01	DE14_78A DE14_78A	KOMUNIKACIJE	Status komunikacionih linija - E14 78A
14/04 04:36:56	DE14_78A DE14_78A	KOMUNIKACIJE	Status komunikacionih linija - E14 78A
14/04 00:48:33	KE13_004 KE13_004	TP_E13	F4-TAPOŠ Regulator napona - Vice/size
14/04 00:48:12	DE13_042 DE13_042	TP_E13	A1-GSD Motor regulatora napona u rade
14/04 00:48:11	AE13_014 AE13_014	TP_E13	F4-TAPOŠ Regulator napona - Polovaj regulatora

SLIKA 4 - LISTA DOGAĐAJA RP 35 KV

Havarijsko isključenje u prostoriji elektrokomande uvedeno je kao mogućnost isključenja prekidača u poljima 35 kV postrojenja sa komandne ploče i to samo u slučaju otkaza svih nivoa upravljanja.

4. ZAŠTITA RAZVODNOG POSTROJENJA 35 kV

Rekonstrukcijom je izvršena modernizacija električnih zaštita u postrojenju 35 kV. Mikroprocesorski zaštitni uređaji povezani su direktno fiksnožičnim vezama sa elektroenergetskom opremom (merni transformatori,

kalemovi za uključenje i isključenje prekidača i rastavljača), dok su sa nadređenim upravljačkim sistemom povezani optičkom vezom. Zaštitni uređaji se podešavaju i testiraju lokalno, mada se mogu i daljinski zadavati parametri, vršiti simulacija i analiza. Isključenje od zaštite ide direktno na kalemove prekidača, a informacije o delovanju i svi ostali podaci idu u zaštitno-upravljačku jedinicu po polju, a zatim se prosleđuju dalje na sledeći nivo upravljanja i nadzora.

Upravljačko-zaštitna jedinica koristi optičku vezu sa centralnom upravljačkom jedinicom i to preko serijskog interfejsa. Nепrekidna samokontrola uređaja kao i indikacija i registracija sopstvenog kvara je takođe jedna od važnih karakteristika uređaja. Signal sopstvenog kvara prenosi se u centralnu upravljačku jedinicu fiksnožičnom vezom.

Postavljena su dva komandno-zaštitna ormara za postrojenje 35 kV, i to jedan (+R1) za smeštaj komandno-zaštitne opreme za dva transformatorska polja i merno polje, a drugi (+R2) za smeštaj komandno-zaštitne opreme za četiri dalekovodna polja 35 kV. Komandno-zaštitni ormari za razvodno postrojenje 35 kV smešteni su u relejnom prostoru iza komandne table u elektrokomandi.

U zavisnosti od namene 35 kV polja predviđeni su odgovarajući zaštitni releji.

Dalekovodna polja 35 kV su opremljena:

- kratkospojnom zaštitom;
- prekostrujnom zaštitom;
- zemljospojnom zaštitom;
- automatskim ponovnim uključanjem;
- kontrolom isključnih krugova prekidača (za svaki kalem).

U dalekovodnim poljima je primenjena zaštita [5].

Transformatorsko polje 35 kV energetskog transformatora 2T 110/35/6 kV je opremljeno:

- kratkospojnom zaštitom;
- prekostrujnom zaštitom;
- kontrolom isključnih krugova prekidača (za svaki kalem);

Diferencijalna zaštita ovog transformatora je obuhvaćena zaštitom na 110 kV strani transformatora i smeštena je u komandno-zaštitni orman transformatorskog polja 110 kV (+E13). Bilo koje neregularno stanje ovog transformatora (prorada diferencijalne zaštite, Buholc zaštite suda i regulacione sklopke, kontaktni termometar) sa 110 kV strane treba da isključi i prekidač na 35 kV strani.

Na 35 kV strani transformatora 2T je primenjena zaštita [6].

Transformatorsko polje 35 kV energetskog transformatora 4T 35/6 kV je opremljeno:

- diferencijalnom zaštitom;
- kratkospojnom zaštitom;
- prekostrujnom zaštitom;
- kontrolom isključnih krugova prekidača (za svaki kalem).

Primenjena je diferencijalna zaštita [6]. Primenjena je prekostrujna zaštita [6]. Svi predviđeni zaštitni releji imaju i funkciju samonadzora.

Sve poruke i signali prikazuju se preko LCD ili preko LE dioda na samom zaštitnom uređaju. Releji su opremljeni na prednjem delu servisnim komunikacijskim portom kao i sistemskim komunikacijskim portom sa zadnje strane.

Diferencijalna brza, veoma osetljiva (vreme reagovanja manje od 25 ms) i selektivna zaštita dvonamotajnog transformatora uključuje u sebi više funkcija, npr.:

- prilagođavanje sprezi transformatora i prenosnom odnosu strujih transformatora je softversko, bez potrebe za ugradnjom međutransformatora;
- prekostrujnu i kratkospojnu zaštitu;
- zaštitu od termičkog preopterećenja transformatora na 35 kV;
- registraciju događaja;
- registraciju poremećaja;
- komunikacijski port.

Zaštita je neosetljiva na struju magnećenja pri uključanju (drugi harmonik), kao i na struju magnećenja prilikom povećanja napona (peti harmonik).

Kratkospojna, prekostrujna i zemljospojna zaštita predviđene su u svim poljima 35 kV postrojenja i obuhvaćene su jednim zaštitnim relejem koji takođe ima i ulogu upravljanja i nadzora odgovarajućim poljem postrojenja.

Ovaj zaštitno-komandni uređaj za svako 35 kV polje ima i sledeće funkcije:

- signalizaciju neregularnih stanja;
- nadzor ispada automatskih zaštitnih prekidača (MCB-a);
- HMI displej sa signalizacijom.

Sistem upravljanja i zaštite je veoma fleksibilan u pogledu svih promena na objektu kojim se upravlja, tj. u pogledu proširenja, naknadnih zahteva, podešavanja parametara zaštite, obrade procesnih informacija i slično.

Takođe, sistem upravljanja i zaštite mora biti otvoren i za sve softverske promene, tj. treba da omogući povezivanje standardnim protokolima sa drugim sistemima.

5. TOK I DINAMIKA REKONSTRUKCIJE

Rekonstruisano 35 kV razvodno postrojenje je jedini izvor električne energije za grad Kostolac, fabriku PRIM, a delimično i za površinski kop Kostolac, što znači da je moralo da bude u funkciji tokom celog perioda rekonstrukcije. Ova činjenica je uslovljala izvođenje radova posebno za svako polje bez mogućnosti da se oni obavljaju na više polja istovremeno. Na ova ograničenja se naročito obraćala pažnja, naročito za grad Kostolac kako bi što manje vremena ostajao bez električne energije. Iz tog razloga prvo je rekonstruisano rezervno polje koje je realizovano tako da može da bude rezerva bilo kom izvodnom polju. Celokupna rekonstrukcija nakon izgradnje rezervnog polja oslanjala se na to polje čime se smanjio pritisak prilikom izvođenja radova na svim ostalim poljima. Ovo se, naravno, nije odnosilo na sabirnice koje su jednostruke i nisu sekcionisane, tako da je najveći problem bio isključiti celo postrojenje na 8 sati kako bi se i one zamenile. Sva ostala isključenja nisu trajala duže od 1 sata.

6. UNAPREĐENJA

Novina u odnosu na postrojenje pre rekonstrukcije je potpuno opremljeno rezervno polje koje se u roku od 1 sata može uključiti umesto bilo kog izvodnog polja. Rešenje je pronađeno u 35 kV kablju dovoljne dužine koji je sa strane rezervnog polja već povezan i pripremljen za povezivanje na bilo koji od odvoda. Sve operacije koje je potrebno izvesti (isključenja, razvezivanja, uzemljavanja, povezivanja, razemljavanja i dr.) traju maksimalno 1 sat.

U okviru rekonstrukcije 35 kV postrojenja izvršena je zamena starih indukcionih brojila na izvodima novim digitalnim brojilima klase 0,2S, dok je na dovodu transformatora 4T (35/6 kV) ugrađeno novo digitalno brojilo koje do sada nije postojalo. Energetski transformator 4T je rezervno napajanje 35 kV postrojenja i 6 kV postrojenja startne grupe. Podatak o količini električne energije transformatora 4T koristi se za izračunavanje sopstvene potrošnje oba bloka termoelektre. Ugradnjom novih i zamenom starih brojila, omogućeno je tačnije izračunavanje i praćenje svih parametara kao i stvaranje ušteda u sklopu energetske efikasnosti.

Nova oprema omogućava bolje praćenje procesa proizvodnje, stanja primarne i sekundarne opreme. Posebno treba istaći analize snimaka sa mikroprocesorskih uređaja koji nam daju pravu sliku događanja.

Uvedena je i usmerena zemljospojna zaštita koja do sada nije postojala.

7. ZAKLJUČAK

Ugradnjom nove srednjenaponske opreme u razvodnom postrojenju 35 kV završena je realizacija projekta rekonstrukcije i modernizacije ovog postrojenja. Za duži period rešen je problem nabavke rezervnih delova i troškova održavanja. Postignut je visok stepen pouzdanosti ugradnjom mikroprocesorskih zaštita.

LITERATURA

1. ENERGOPROJEKT ENTEL a.d. Sveska 1: Glavni elektroprojekat rekonstrukcije razvodnog postrojenja 35 kV TEKO-A
2. ABB Outdoor life tank SF₆ circuit breaker; Type OHB for 36 kV applications
3. DRIESCHER, Air – insulated medium voltage switchgear
4. Katalog – Fabrika mernih transformatora Zaječar a.d.
5. SIPROTEC 5, Devices, Protection, Automation and Monitoring, Catalog SIPROTEC 5.01 Edition 4, SIEMENS
6. SIPROTEC, Numerical Protection Relays, SIEMENS