

DOI: [10.46793/CIGRE37.B5.02](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.B5.02)**B5.02****РЕВИТАЛИЗАЦИЈА ПОСТОЈЕЋЕГ СИСТЕМА РЕЛЕЈНЕ ЗАШТИТЕ У ОБЈЕКТИМА
ЕМС****REVITALIZATION OF THE EXISTING RELAY PROTECTION SYSTEM IN EMS
FACILITIES****Vuk Vidović, Vladan Milanović, Tamara Damljanović***

Кратак садржај: У раду укратко је приказан поједностављен процес од планирања до ревитализација постојећих система РЗЛУ (релејна заштита и локално управљање) у објектима: ТС Сремска Митровица 2, ТС Јагодина 4, ТС Сомбор 3. Кроз рад наведене су дефиниције: животног циклуса, оперативног радног века IED уређаја (енг. „Intelligent Electronic Device“) као и начин одређивања вероватноће квара на IED уређајима. Описан је процес замене застарелих система РЗЛУ у наведеним трафостаницама чији је период уградње оквирно у периоду од 2005-2006 године. Имајући у виду оперативни радни век IED уређаја, ревитализацијом у 2023 години предвиђено је задржавање постојећег система РЗЛУ (из 2005-2006 године) уз доградњу нових мултифункционалних IED уређаја релејне заштите. Након ревитализације повећана је редунданса и поузданост РЗЛУ система у наведеним трафостаницама.

Кључне речи: IED, релејна заштита, ревитализација

Abstract: The paper briefly presents a simplified process from planning to revitalization of existing relay protection and local control systems (RZLU) in substations: TS Sremska Mitrovica 2, TS Jagodina 4, TS Sombor 3. The paper presents definitions of the life cycle and operational life of IED (Intelligent Electronic Device), as well as a method for determining the probability of failure of IED. The process of replacing outdated RZLU systems with the listed substations, whose installation period is between 2005-2006 is described. Considering the operational life of the IED, the reconstruction in 2023 predicts to retaining the existing RZLU system with the addition of new multifunctional IED relay protection devices. After the revitalization, the redundancy and reliability of the RZLU system have increased.

Key words: IED, Relay protection, Revitalization

* Vuk Vidović, Elektrozapad, vuk.vidovic@elektrozapad.rs
Vladan Milanović, EMS, vladan.milanovic@ems.rs
Tamara Damljanović, tamara.damljanovic@siemens.com

1 УВОД

Оперативни радни век кључних елемената система релејне заштите и локалног управљања је око 20 до 25 година на основу искустава више ТСО (енг. Transmission system operator). У ЕМС АД на 9 објеката: ТС Сремска Митровица 2, ТС Јагодина 4, ТС Сомбор 3, ТС Београд 8, ТС Нови Сад 3, ТС Ниш 2, ТС Београд 3, ТС Београд 5, ТС Лесковац 2 испоручени су и уграђени системи РЗЛУ где је опрема производње датира између 2005 и 2007 године. Од стране произвођача IED уређаја добијено је обавештење о гашењу производње фамилије уређаја као и пружање подршке. У предметним објектима уграђено је више од 600 уређаја која припада овој фамилији. На основу анализе кварова уочено је да више од 4% уређаја предметног типа је било у квару, од којих су већином били уређаји јединица поља сабирничке заштите. Од стране испоручиоца система затражен је технички елаборат за предлоге продужења оперативног радног века система и повећања поузданости система. Испоручилац је дао две опције које предвиђају повећање постојеће поузданости и расположивости система, при чему је од стране стручних служби ЕМС АД закључено да је најприхватљивија опција она која предвиђа задржавање постојећег система заштите уз доградњу савремених заштитних уређаја у постојеће ормане заштите, чиме се повећава поузданост и добија редундантност система у погледу функција главне заштите и заштите сабирница. У елаборату се предвиђа доградња комуникационе инфраструктуре која укључује инсталацију нових оптичких влакана и switch уређаја. Постојећа оптичка влакна која су уграђена у предметне објекте за потребе система РЗЛУ имају декларисани радни век од стране произвођача од 25 година. Предложеним техничким решењем се добија редунданса у погледу заштитних функција како сета главних заштита тако и у погледу сабирничке заштите, док би се модернизацијом комуникационе инфраструктуре поред повећања поузданости стекли услови за лакша будућа проширења и интеграције савремене опреме. Опрема за управљање на станичном нивоу – SCADA сервери, радне станице, switch-еви и сл., је на предметним објектима релативно скоро замењена и у потпуности компатибилна са предложеним проширењима.

На почетку рада укратко су сагледани: животни циклус опреме, оперативни радни век микропроцесорских IED уређаја (кроз примену стандарда IEC 61850-4), принцип анализе кварова на IED уређајима и поузданост система РЗЛУ (релејна заштита и локално управљање). Такође приказан је кратак осврт на модернизацију РЗЛУ система трафостаница ТС Сремска Митровица 2, ТС Јагодина 4 и ТС Сомбор 3 током прве фазе ревитализације система .

2 ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ОПРЕМЕ И ОПЕРАТИВНИ РАДНИ ВЕК

Гледано кроз доступну литературу термин животни циклус и оперативни радни век може се дефинисати на више начина: зависно од предметне опреме, да ли се гледа из угла произвођача или корисника, да ли се узима у обзир развојни период итд. У овом поглављу сагледане су генералне дефиниције ових термина и дефиниције према IEC 61850-4 стандарду.

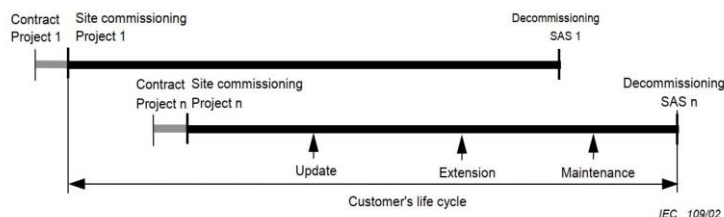
Оперативни радни век је очекивани век трајања опреме (у оквирима прописаних услова коришћења од стране произвођача) у периоду од тренутка набавке до тренутка расходања. Гледано из угла корисника подразумева период када се може сматрати да ће опрема бити „у раду“. На дужину оперативног радног века утиче (гледано из угла корисника):

- Дужина трајања техничке подршке и развоја за одређену фамилију IED уређаја. Представља период од тренутка набавке опреме до обавештења о прекиду технолошког развоја и подршке од стране произвођача. Одлука о прекиду пружања техничке подршке може бити узрокована само прекидом производње или прекидом производње ради преласка на нову генерацију уређаја.
- Подложност кваровима и „замору“ материјала IED уређаја. Већина кварова у току оперативног радног века опреме може се преписати следећим факторима: топлота, прашина, влага, вибрације и екстерни кварови. Поштовање услова уградње и експлоатације прописаних од стране произвођача и редовно одржавање знатно могу да продуже век трајања опреме.

Оперативни радни век IED уређаја на основу доступних података из литературе варира од 20 до 25 година. Овај статистички податак се односи на животни век уређаја као склоп компоненти (CPU, штампану матичну плочу, I/O, HMI, напајање уређаја,... итд.).

Животни циклус опреме генерално представља период почев од развоја опреме (одређене фамилије или типа) до прекида производње и техничке подршке од стране произвођача. Такође према IEC 61850-4 (који сагледава животни циклус целог система РЗЛУ (енг. SAS) у оквиру трафостанице) разликујемо животни циклус система РЗЛУ гледано из угла произвођача и гледано из угла корисника (купца):

- Животни циклус система РЗЛУ гледано из угла произвођача подразумева период од почетка производње фамилије уређаја до њеног повлачења из производње.
- Животни циклус система РЗЛУ гледано из угла корисника подразумева период између пуштања првог РЗЛУ система из фамилије у рад до расходања задњег РЗЛУ система из предметне фамилије.



Слика 2.1: животни циклус система РЗЛУ (гледано из угла корисника) према IEC 61850-4 стандарду.

3 ПЛАНИРАЊЕ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ РЗЛУ СИСТЕМА

У току експлоатације електроенергетских објеката један од изазова је планирање повољног тренутка за делимичну или потпуну реконструкцију трафостаница у оквиру преносног система. Примарна опрема има просечан животни век од приближно 40 година, међутим животни век опреме као што су IED уређаји, управљачки уређаји и комуникациона опрема имају знатно краћи животни век који је приближно према претходној констатацији 20 до 25 година. Сходно томе, наведена опрема у коју спада и РЗЛУ требала би бити замењена једном током животног века трафостанице.

Како би се систематизовали и дефинисали захтеви у погледу реконструкције система РЗЛУ у ЕМС је донесено техничко упутство „Критеријуми за оцењивање стања система релејне заштите и локалног управљања и одређивање приоритета за реконструкцију“. Техничко упутство дефинише критеријуме при оцењивању стања система релејне заштите и локалног управљања. На основу њих одређује се фактор стања појединачног уређаја или целог система релејне заштите и локалног управљања, меродаван приликом израде плана одржавања или плана инвестиција у преносном систему за наредни период. Техничко упутство се односи на утврђивање критеријума за оцену стања уређаја релејне заштите и система локалног управљања на основу којих се одређују приоритети за делимичну или потпуну реконструкцију система релејне заштите и локалног управљања постројења.

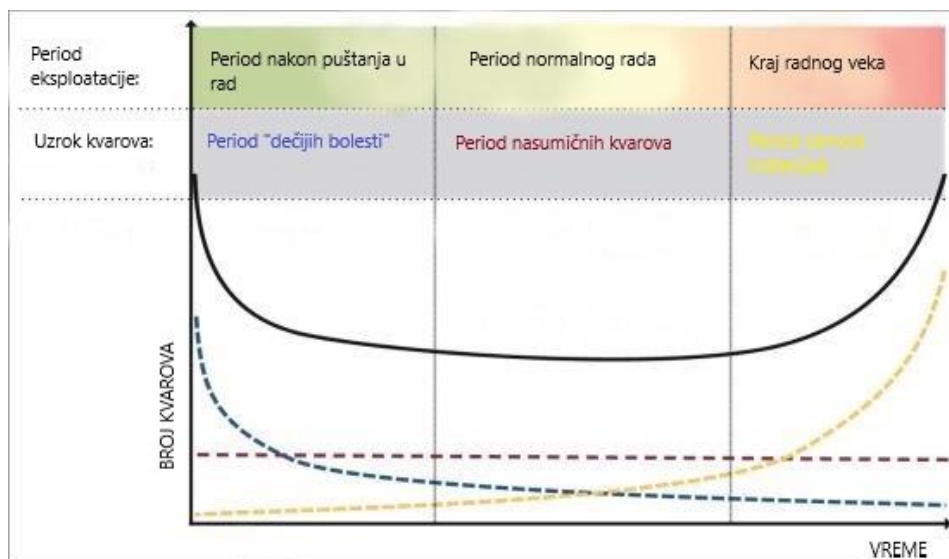
Дефинисано је 5 група оцена на основу којих се одређује укупна оцена уређаја. За IED уређаје уводи се још један додатни критеријум који дефинише поузданост електронске опреме. Уређаји се бодују према оценама приказаним у Табели 3.1.

Табела 3.1: Процена стања уређаја за релејну заштиту

	O1	O2	O3	O4	O5	OMTBF
ОЦЕНА уређаја релејне заштите – број бодова	конструкција заштитног уређај	број година у експлоатацији	техничка подршка	доступност резервних делова	софтверски критеријум - доступна верзија софтвера и фирмвера, компатибилност са ОС.	умањење на основу MTBF
0		преко 20 година	ништа од наведеног	ништа од наведеног	не	за сваки микропроцесорски уређај се на основу MTBF израчунава умањење
5	електромеханички или електростатички	16 до 20 година		демонтирана опрема	да	
10		11 до 15 година	уговор о одржавању	ВРД –доступан у магацин у РЗЛУ		
15		6 до 10 година	у гарантном року			
20	микропроцесорски	1 до 5 година				
40	IED (edition 1)					
50	IED (edition 2)					
максимум	50	20	15	10	5	

Оцена O5 се искључиво односи на микропроцесорске уређаје и одређује могућности реализације унапређења интерног софтвера у уређају (upgrade firmware) или инсталирање софтвера за конфигурисање на различитим врстама оперативног система. Оцена вероватноће квара уређаја OMTBF добија се рачунским путем. Наиме, сваки произвођач микропроцесорских уређаја за своју серију уређаја истог типа објављује параметар MTBF – (енг. Mean Time between Failures), то јест средње време између два узастопна квара. Овај број се изражава у годинама и представља средње време између два квара уређаја и односи се на просечно време за које уређај функционише исправно, пре него што дође до квара. Поузданост производа дефинише способност неке јединице да извршава своју функцију уз дате радне услове у датом временском интервалу. Функција поузданости $P(t)$ одређује вероватноћу да конкретни уређај функционише исправно у временском интервалу од 0 до T.

У разним литературама популаран је приказивање поузданости система као функције времена „Bathtub curve“ (слика 3.2) приказану кроз животи век система тј. од пуштања у рад до демонтаже.



Слика 3.1: Поузданост система као функција времена.

Крива се састоји од три периода експлоатације опреме (тј. три функције зависне од времена):

- Период након пуштања у рад карактерише повећане вероватноће кварова који експоненцијално опадају са временом. За овај период је теже предвидети кварове ако је фамилија уређаја уграђена у периоду пласирања уређаја на тржиште (након развојне фазе) у односу на серије уређаја који су проверени (фаза раста и зрела фаза). У оба случаја процењује се адекватан број резервне опреме.
- Период „нормалног рада“ са малом вероватноћом кварова који су релативно предвидљиви (приказано кроз MTBF).
- Период „крај оперативног радног века“ кварови експоненцијално расту услед „замора материјала“.

„Bathtub curve“ се користи као визуелни модел за илустрацију три кључна периода и није довољно прецизна да прикаже график очекиваног понашања кварова за одређену фамилију уређаја пошто често нема довољно улазних података за прецизно моделирање криве. Обично се упоређује са подацима на терену, након чега се усвајају корективни фактори. Према техничком упутству укупна оцена сваког појединачног уређаја се добија према формули (1):

$$O_{\text{уређаја}} = \sum_{k=1}^5 O_i - O_{MTBF}$$

Оцене O_1 до O_5 у табели 3.1. су пондерисане тако да је максималан збир ових оцена једнак 100. Након добијања коначне оцене уређаја ($O_{\text{уређаја}}$)-примењује се Табела 3.2, према којој се уређај класификује и одређује се да ли је потребна делимична реконструкција тј. његова замена.

Табела 3.2: Коначне оцене уређаја

О уређаја	
100	Потпуно нов и исправан уређај релејне заштите
70 -100	Исправни уређаји који и даље успешно функционишу
35 - 70	Уређаји исправно функционишу, али треба планирати замену
0 - 35	Уређај је потребно заменити

На основу поменутог упутства постојећи уређаји у ТС Јагодина 4, ТС Сремска Митровица 2 и ТС Сомбор 3 имају оцену у максималном распону 45, што према Табели 3.2 значи да уређаји исправно функционишу али је потребно планирати замену.

Као пример можемо узети дистантни релеј за било које далеководно поље који је уграђен у неку од трафостаница наведених у пасусу изнад. Према табели 3.1 и формули (1) оцена тог уређаја је следећа:

$$O_{\text{уређаја}} = O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5 - O_{MTBF}$$

$$O_{\text{уређаја}} = 40 + 5 + 0 + 0 + 0 - O_{MTBF}$$

$$O_{\text{уређаја}} = 45 - O_{MTBF}$$

Из ове једначине закључујемо да је максимална оцена уређаја 45, ово важи и за остале типове уређаја који су уграђени у горе наведеним трафостаницама.

4 ПРИМЕЊЕН СИСТЕМ РЗЛУ ИЗ 2005 ГОДИНЕ ЗА ТРАФОСТАНИЦЕ: ТС 400/220/110KV СРЕМСКА МИТРОВИЦА 2, ТС 400/110KV ЈАГОДИНА 4 И ТС 400/110KV СОМБОР 3

Током изградње предметних објеката (између 2005-2006 године) примењен је дистрибуиран систем релејне заштите и локалног управљања са тежњом да се искористе предности микропроцесорских уређаја. Модеран концепт стандардизоване градње релејних кућица предвиђао је засебне ормане управљања и заштите са освртом на будуће реконструкције. Систем релејне заштите и локалног управљања се састоји:

- једног или два ормана релејне заштите -R (број зависи од напонског нивоа)
- једног управљачког -S ормана.

У -S орману налази се управљачки уређај у коме су сконцентрисане контролне и функције мерења. У -R орману налазе се уређаји релејне заштите: уређај главне заштите и посебан уређај јединица поља сабирничке заштите (ANSI 87BB и 50BF) који такође има функцију резервне прекострујне заштите.

4.1 Систем релејне заштите и управљања који је коришћен у предметним објектима

- 400kV далеководна и трафо поља:
 - Један микропроцесорски IED уређај за управљање пољем.
 - Два главна микропроцесорска IED уређаја релејне заштите (различитих произвођача).
 - Један микропроцесорски уређај који је део дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница (Bay unit) и има улогу резервне заштите поља.
- 220kV и 110kV далеководна и поља:
 - Један микропроцесорски IED уређај за управљање пољем.
 - Један главни микропроцесорски IED уређаја релејне заштите.
 - Један микропроцесорски уређај који је део дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница (Bay unit) и има улогу резервне заштите поља.
- 400kV, 220kV и 110kV спојна поља:
 - Један постојећи микропроцесорски IED уређај за управљање пољем.
 - Један главни микропроцесорски IED уређаја релејне заштите.
 - Један микропроцесорски уређај који је део дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница (Bay unit) и има улогу резервне заштите поља.
 - Једна централна јединица дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница (ANIS 87BB) и отказа прекидача (ANSI 50BF).

Треба напоменути да примењени систем заштите пре свега за 110 kV далеководна поља садржи главну заштиту која по типу може бити дистантна или подужна диференцијална и резервну заштиту која је уједно јединица поља сабирничке заштите. Као функција резервне заштите користи се класична прекострујна функција. Током експлоатације уочено је да при квару или нерасположивости главне заштите, постојећа резервна заштита не може да испуни потребан ниво функционалности односно селективности. Због тога је у наредним фазама као резервна заштита коришћена усмерена земљоспојна док последњих година користи се принцип да главна и резервна заштита имају исти скуп заштитних функција и једна другој чине потпуну редундансу.

4.2 Опис комуникационих инфраструктура система за релејну заштиту и управљање из периода реконструкција 2005-2006 године

- Процесна (Station bus) мрежа (за брзину преноса података од 100Mbit/s) се састоји од оптичког прстена између релејних кућица и ормана станичних рачунара који се налази у командној згради, кратких комуникационих веза изведених Ethernet бакарним кабловима унутар релејне кућице и комуникационих switch-ева.

Комуникациони switch-еви су уграђени у свакој релејној кућици – типично 1 switch по кућици док се на станичном нивоу налазе редундантни процесни switch-еви у орману станичних рачунара.

- Специјализованом процесном мрежом (мрежа сабирничке заштите) се остварује комуникација између централне јединице сабирничке заштите, која се налази у орману заштите R1 спојног поља, и јединица поља сабирничке заштите које се налазе у орманима заштите R1 спојног, далеководних и трансформаторских поља датог напонског нивоа. Мрежа се састоји од оптичких влакана у топологији „звезда“ која се сва завршавају у централној јединици сабирничке заштите без припадајућих switch-ева.

5 ОПИС МОДЕРНИЗАЦИЈЕ СИСТЕМА РЗЛУ ИЗ 2023 ЗА ТРАФОСТАНИЦЕ: ТС 400/220/110KV СРЕМСКА МИТРОВИЦА 2, ТС 400/110KV ЈАГОДИНА 4 И ТС 400/110KV СОМБОР 3

Као што је дефинисано у претходним поглављима, корисник је од стране произвођача унапред обавештен о гашењу производње фамилије IED уређаја уграђених у оквиру изградње објеката између 2005-2006. године. Такође најављен је и престанак пружања подршке у оквиру договореног временског периода од гашења производње. Паралелно, на основу спроведене интерне анализе установљен је тренд благог пораста кварова поменуте фамилије IED уређаја. Како би се једноставније сагледала планирана реконструкција РЗЛУ система извршена је подела потребних радова на неколико засебних целина:

- Замена постојећег система релејне заштите.
- Замена постојећег система локалног управљања.
- Замена опреме управљачке опреме станичном нивоу.
- Замена локалне комуникационе инфраструктуре.
- Замена остале нисконапонске опреме чији се животни век ближи крају.

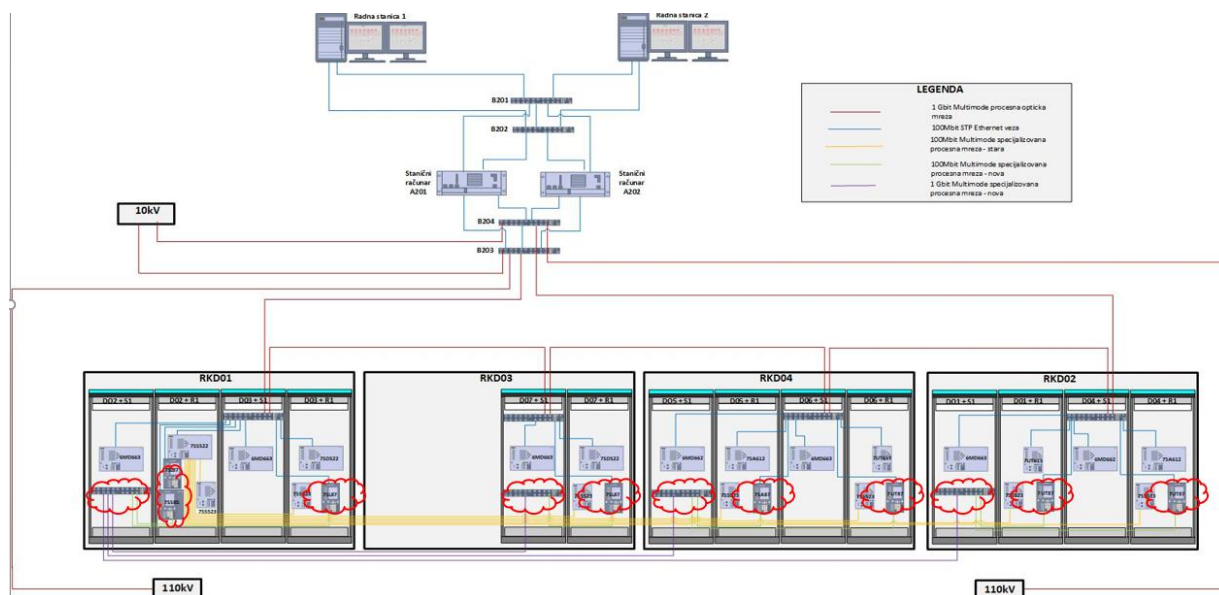
Имајући у виду важност поменутих трафостаница и време које је потребно за замену наведене опреме одлучено је да се постепено крене у реконструкцију чиме би се период искључења поља свео на минимум. Елаборатом обрађени су детаљи реконструкције.

5.1 Планирање модернизације система РЗЛУ

Елаборатом обрађено је више варијанти решења за постепену замену опреме, која укључује техничко – економске анализе и процењено време искључења појединих поља за имплементацију новог система. Након усаглашавања са инвеститором изабрана је опција која предвиђа постепени прелаз на нову генерацију IED уређаја и замену комуникационе инфраструктуре чиме се повећава поузданост система. Предложено је да се уградња опреме врши током искључења поља које је годишњим планом предвиђено за редовно одржавање и испитивање опреме.

Укратко елаборатом предвиђено је следеће:

- Задржавање постојећег РЗЛУ система уграђених у оквиру изградње објеката између 2005-2006 уз доградњу савремених микропроцесорских IED релејне заштите у постојеће ормане, чиме се повећава поузданост и добија редундантност система у погледу функција постојеће главне релејне заштите и релејне заштите сабирница. Нови IED уређај у погледу функционалности има потпуни сет заштитних функција предвиђених за главну заштиту предметног поља и потпуну функцију јединице поља нове диференцијалне заштите сабирница тј. IED уређај нове генерације мења два IED уређаја претходне генерације. Нови IED уређаји се уграђују у постојеће ормане релејне заштите користећи слободан монтажни простор.
- Замена IED управљачког уређаја поља (BCU) планирана је за будуће реконструкције РЗЛУ система. Акценат реконструкције у 2023. години је систем релејне заштите као кључна компонента електроенергетског система.
- Опрема за управљање на станичном нивоу – SCADA сервери, операторске радне станице, инжењерске станице, switch-еви у орманима станичних рачунара и сл. на предметним објектима реконструисани су у претходној фази (2016 године) и потпуности компатибилни са планираним проширењима.
- Доградња комуникационе инфраструктуре за брзину преноса података од 1000 Mbit/s укључује инсталацију нових оптичких каблова и пратеће пасивне опреме за нову процесну и специјализовану процесну мрежу. Комуникациона инфраструктура за постојећу сабирничку заштиту остаје функционална и непромењена. Модернизацијом комуникационе инфраструктуре поред повећања поузданости стекли су се услови за лакша будућа проширења и интеграцију савремене опреме.
- Предвиђена је замена свих постојећих индустријских switch-ева за процесну (Station bus) мрежу (прелазак са 100 Mbit/s на 1000 Mbit/s; IEEE 802.3ab)
- Предвиђена је уградња нових индустријских switch-ева за специјализовану процесну мрежу. Нови switch-еви за специјализовану процесну мрежу се уграђују за потребе новог система дистрибуиране диференцијалне сабирничке заштите и заштите од отказа прекидача (ANSI 87BB и 50BF).
- Предвиђена је (према потреби) замена секундарне опреме у систему релејне заштите као што су: брзи искључни релеји, уређаји за контролу искључних кругова, испитне утичнице, командни и сигнални каблови и сл.



Слика 5.1: Блок дијаграм усвојеног решења.

5.2 Припрема документације и пријемно фабричко испитивање новог система РЗЛУ

У фази прикупљања потребне документације извршене су следеће активности:

- Одобрени пројекти за извођење (свеска бр.4 и свеска бр.5) од стране наручиоца за поменуте објекте.
- Добијени параметри за заштитне функције IED уређаја од наручиоца.
- Припремљена иницијална конфигурација која обухвата израду конфигурације и параметризације за сваки IED уређај за поменуте објекте.
- Усаглашена сигнализације сваког IED заштитног уређаја према типичној листи сигнала наручиоца.
- Одобрени испитни протоколи за пријемно фабричко испитивање према интерним стандардима наручиоца за поменуте објекте.

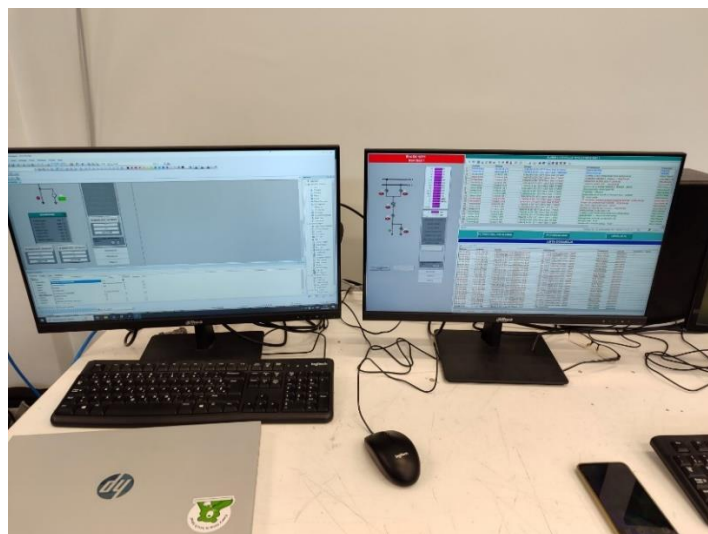
У оквиру припреме за пријемно фабричко испитивање (енг. factory acceptance test - FAT) према уговореним обавезама извршене су следеће активности:

- IED заштитни уређаји су уграђени на привремену носећу конструкцију, ожичени према одобреном пројекту за извођење, напојени привременим извором једносмерног напајања и повезани на симулаторе примарне расклопне опреме.



Слика 5.2.1: IED уређаји и симулатори примарне расклопне опреме на привременој носећој конструкцији.

- За потребе испитивања switch-еви процесне (Station bus) мреже и switch-еви за специјализовану процесну мрежу су привремено уграђени у рековске ормане и повезани.
- Формирана је функционална реплика постојећег SCADA система за поменуте објекте како би се омогућила да се дограђени систем релејне заштите и управљања испитује истовремено. LAN опрема и опрема за временску синхронизацију повезани су са репликом SCADA система у идентичној конфигурацији каква се очекује на месту уградње.



Слика 5.2.2: Функционална реплика постојећег SCADA система

5.3 Пријемно фабричко испитивање новог система РЗЛУ

Пријемно фабричко испитивање новог система састојало се из:

- Визуелне провере, комплетности ожичења и усаглашености са важећим стандардима.
- Функционално испитивање уређаја релејне заштите, укључујући и функционално испитивање дистрибуиране сабирничке заштите и заштите од отказа прекидача.
- Функционално испитивање реплике локалног SCADA система. Испитивање је обухватило све аспекте и перформансе система, укључујући комуникацију са другим системима, комплетну обраду свих команди, догађаја, аларма и мерења.

5.4 Уградња новог система РЗЛУ у ТС 400/220/110kV Сремска Митровица 2, ТС 400/110kV Јагодина 4 и ТС 400/110kV Сомбор 3

Реконструкција на градилишту је кренула са искључењима по систему „поље по поље“, током којих се вршила уградња и испитивање система РЗЛУ. Предвиђено време када је неопходно да поље буде у безнапонском стању било је највише 5 дана (монтажа + SAT). Такође процењено је да се након неколико поља, време искључења могло бити смањено и на 3 дана (монтажа + SAT).



Слика 5.4.1: Слика уграђених заштитних уређаја у +R орман заштите ТС 400/110 kV Сомбор.

5.5 Принцип уградње и редундантност РЗЛУ система према напонским нивоима након реконструкције 2023 године

- 400kV далеководна и трафо поља:
 - Задржан је постојећи микропроцесорски IED уређај за управљање пољем.
 - Задржана су два главна микропроцесорска IED уређаја релејне заштите (различитих произвођача).

- Уграђен је нови главни микропроцесорски уређај са функцијом јединице поља сабирничке заштите.
- Задржан је постојећи микропроцесорски уређај који је део дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница (Bay unit) и има улогу резервне заштите поља.
- 220kV и 110kV далеководна и трафо поља:
 - Задржан је постојећи микропроцесорски IED уређај за управљање пољем.
 - Задржан је постојећи главни микропроцесорски IED уређај релејне заштите.
 - Уграђен је нови главни микропроцесорски уређај са функцијом јединице поља сабирничке заштите.
 - Задржан је постојећи микропроцесорски уређај који је део дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница (Bay unit) и има улогу резервне заштите поља.
- 400kV, 220kV и 110kV спојна поља:
 - Задржан је постојећи микропроцесорски IED уређај за управљање пољем.
 - Демонтиран је главни микропроцесорски уређаја релејне заштите и на његово место уграђен нови главни микропроцесорски уређај са функцијом јединице поља сабирничке заштите.
 - Задржан је постојећи микропроцесорски уређај који је део дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница (Bay unit) и има улогу резервне заштите поља.
 - Задржана је постојећа централна јединица дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница.
 - Уграђена је нова централна јединица дистрибуиране диференцијалне заштите сабирница и заштите од отказа прекидача.

6 ЗАКЉУЧАК

Унификација и проверена техничка решења примењена током изградње објеката 2005-2006 године поставила су темеље за даље планирање нових реконструкција у оквиру РЗЛУ система. Принцип унификације опреме захтевао је да управљачки уређаји, главни уређаји и уређаји заштите сабирница буду од истог произвођача. Из тог разлога скоро сви уређаји у предметним објектима припадају истом типу односно фамилији уређаја.

На основу искустава и праћења стања заштитних уређаја у објектима ЕМС, уочен је тренд повећавања кварова генерално свих уређаја који су погону више од 15 година тако и типова уређаја који су уграђени у предметним објектима. С друге стране произвођач система је најавио престанак производње и подршке за целу фамилију уређаја.

То је био главни фактор за разматрање начина како продужити оперативни радни век система релејне заштите. На основу анализе добијених елабората и оцена стања опреме (на основу критеријума ЕМС) изабрана је опција која предвиђа доградњу нових уређаја у постојеће заштитне ормане уз задржавање постојећих уређаја. Нови уређаји су мултифункционални који имају потпуни сет функција главне заштите и потпуни сет функција јединице поља сабрничке заштите. Уградњом нове опреме добијено је повећање поузданости система као и потпуна редундантан у погледу заштитних функција главне заштите и диференцијалне заштите сабирница. Пројектом је предвиђена и замена комуникационе опреме (switch-еви и оптичка мрежа) и доградња нове процесне мреже.

Кроз прву фазу пројекта показана је сама изводљивост предложеног решења која се пре свега огледала у релативномљ кратком периоду искључења поља, лакој и свеобухватној интеграцији нових уређаја у постојећи систем управљања, остваривању редундансе у погледу заштитних функција и самим тиме продужењу оперативног радног века система.

7 LITERATURA

[1] IEC 61850-4 ed.1 System and project management