

МОДЕРНИЗАЦИЈА НА 6kV РАЗВОДНА ПОСТРОЈКА RTP-2 ВО РАФИНЕРИЈА ОКТА

Василија ШАРАЦ¹, Драган МИНОВСКИ²
Универзитет “Гоце Делчев”, Електротехнички факултет

АПСТРАКТ

Трудот го прикажува процесот на ревитализација на 6 kV постројка во Рафинерија “Окта”, при што се врши замена на старите 6 kV ќелии за напојување на високонапонски мотори со нови 6 kV ќелии со прекинувачи на извлекување. Решението со вакумски прекинувачи на извлекување е современо решение кое овозможува замена на прекинувачите во фиксна изведба и раставувач со само еден прекинувачи на извлекување. Покрај тоа извршена е и замена на старата аналогна заштита со нова микропроцесорски базирана заштита која има можност за поврзување и комуникација со надредените SCADA системи. Параметрирањето и комуникацијата со новите заштитни релеи се врши преку соодветен софтверски програм и пристап преку предна RS232 порта. Трудот дава детален опис на новата опрема и техничкото решение како во однос на енергетскиот дел така и во однос на нисконапонскиот разведен орман сместен во горниот дел од ќелијата. Ревитализацијата опфаќа и замена на едностраначниот развод односно набавка на нова 220 V DC батерија и исправувач 3x380V/220 V DC.

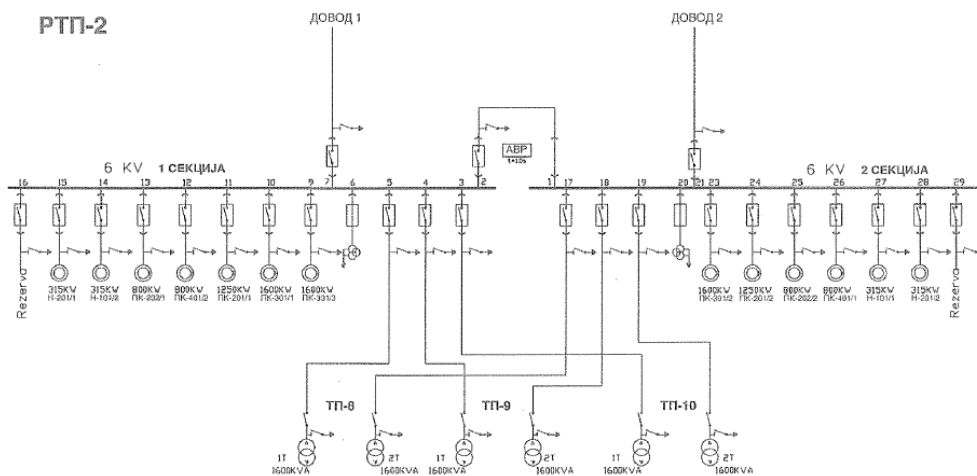
MODERNIZATION OF 6 kV SWITCHGEAR RTP-2 IN RAFINERY OKTA

ABSTRACT

Paper presents the process of revitalization of 6 kV switchgear in Refinery “Okta” consisted of replacement of old 6 kV switchgears for power supply of high voltage 6 kV motors with new 6 kV truck type switchgears. Solution with truck type vacuum breakers is contemporary solution which enables replacement of old circuit breakers in fix performance with disconnectors with truck type circuit breakers. Also replacement of old analog protection was done with new microprocessor based protection which has possibilities for connection and communication with supervising SCADA systems. Parameterization and communication with new protection relays is done through adequate software program and access through front RS232 port. Paper gives detailed description of new equipment and technical solution with respect to the high voltage part but as well as with respect to the low voltage compartment placed in upper switchgear part. Revitalization covers also replacement of DC distribution and procurement of new 220 V DC battery and rectifier 3x380/220 V DC.

1.0 ВОВЕД

Разводната постројка РТП-2 работи долги години како дел од среднонапонскиот развод на Рафинерија ОКТА со среднонапонски ќелии за номинален напон од 7.2 kV во класична изведба со неподвижни прекинувачи. Разводната постројка РТП-2 се состои од две секции поврзани со секциона ќелија. Во 2009 година е извршена реконструкција на секцијата бр.1 вклучувајќи ја и секционата ќелија. Секцијата бр 1 е земенета со нови 12 kV ќелии кои вклучуваат подвижни прекинувачи или прекинувачи на извлекување (Слика 1). Во секционата ќелија е сместен контролер кој овозможува брз трансфер на напојувањето од секција 1 на секција 2. Во случај на грешка во доводната ќелија 1, напојувањето се префрла на доводната ќелија 2 со што се овозможува непречено снабдување со електрична енергија на потрошувачите кои се поврзани на изводните ќелии во секција 1. Секцијата 1 е составена од една доводна ќелија, три трансформаторски ќелии кои вршат напојување на три 1600 kVA трансформатори, една мерна ќелија, една резервна ќелија која е комплетно опремена и во секој момент може да го превземе напојувањето на потрошувачите доколку тоа е потребно и седум излезни ќелии кои напојуваат среднонапонски мотори и тоа две ќелии за напојување на синхрон мотор со моќност од 1600 kW, 170 A, една ќелија за напојување на синхрон мотор 1250 kW, 140 A, две ќелии за напојување на синхрон мотор 800kW, 90 A и две ќелии за напојување на асинхрони мотори 315 kW, 36 A. Во сите ќелии се ставени вакуумски прекинувачи монтирани на количка кој може да се извлече надвор од ќелијата и се за номинален напон од 12 kV и номинална струја од 1250 A.



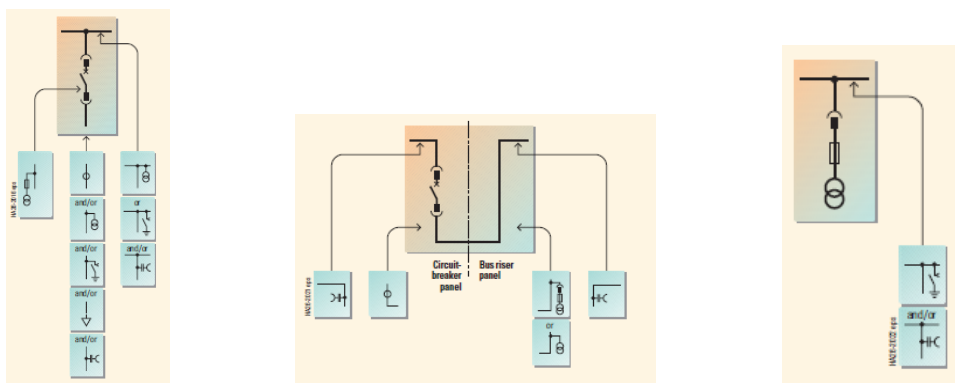
Слика 1. Еднополна шема на разводна постројка РТП-2

Извршена е и комплетна реконструкција на заштитата во новата секција при што старите заштитни релеи се заменети со нови микрпроцесорски базирани релеи. Истите имаат можност за параметризација преку компјутер со поврзување на предниот панел на релето, имаат можност за снимање на грешките во табеларна и графичка форма и истите се покасно достапни за анализа, вршат покажувања на мерењата на напоните и струите и имаат можност за интеграција во надреден центар

за управување преку интерфејс на задниот дел од релето и комуникациски протокол PROFIBUS DP. Комплетното техничко решение како во однос на енергетскиот дел на ќелиите така и во однос на нисконапонскиот дел е производ на компанијата Siemens. Новомонтираните ќелии се познати под името Simoprime, додека дигиталната заштита припаѓа на фамилијата Siprotec. Во склоп на овој проект за ревитализација на среднонапонски ќелии извршена е ревитализација на еднонасочниот развод 220 V, кој обезбедува помошен напон за управување и сигнализација. Еднонасочниот развод се состои од батерија, исправувач и соодветните кабли. Батеријата е од производителот Sunlight, додека исправувачот е од производителот Bening PSAM.

2.0 ОПИС НА СРЕДНОНАПОНСКИТЕ ЌЕЛИИ СО ПРЕКИНУВАЧИ НА ИЗВЛЕКУВАЊЕ

Simoprime ќелиите со прекинувачи на извлекување се фабрички тестирани ќелии кои се воздушно изолирани и наменети за внатрешна монатажа во согласност со IEC 62 271-200. Видот на ќелијата и избран во зависност од номиналниот напон и типот на ќелијата која ја задолува намената и специфичните барања. Има шест типа на ќелии: ќелија која има прекинувач, ќелија која е само со раставувач, ќелија која има раставувач кој отвара под оптоварување, ќелија со вакумски контактор, секциона ќелија и мерна ќелија. Согласно Слика 1 за зададената реконструкција ќе бидат искористени три типа на ќелии: ќелија со прекинувач, мерна и секциона ќелија (составена од две споени ќелии: ќелија со прекинувач и ќелија со собирници). Типичните елементи кои може да се постават во погоре споменатите типови на ќелии се прикажани на Сл. 2 [1].



(а) ќелија со прекинувач

(б) секциона ќелија

(в) мерна ќелија

Слика 2. Типични ќелии со составните компоненти употребени во ревитализацијата

Во ќелијата сите операции се изведуваат со затворена врата на високонапонскиот дел. На предната страна на ќелијата има индикатори за положбата на прекинувачот и ножот за заземјување. Самата ќелија има изведено блокади во однос на положбата на прекинувачот, положбата на количката на која е прекинувачот и ножот за заземјување. Сите операции за вклучување, разделување и заземјување се извршуваат од предниот панел на ќелијата. Секој дел од ќелиите има канал за ослободување на притисокот во случај на куса врска. Напречниот пресек на ќелијата со прекинувач е

прикажан на Слика 3 каде може да се видат нејзините составни целини и начинот на нејзината градба. Сликата прикажува ќелија со комплетно извлечен прекинувач [2].

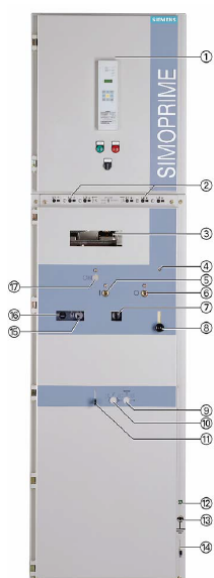


Легенда:

- 1 – оддел со собирници
- 2- бариери за високиот напон
- 3- обухватен трансформатор
- 4- нож за зеземјување
- 5- точка на приклучок на високонапонските кабли
- 6- напонски трансформатор
- 7- оддел каде е прекинувачот
- 8- количка со прекинувач
- 9- Siprotec заштитно реле
- 10-нисконапонски дел

Слика 3. Напречен пресек на ќелијата

За приказ на работата на ќелијата и нејзините можности интересен е изгледот на предниот панел на ќелијата кој е прикажан на Слика 4.



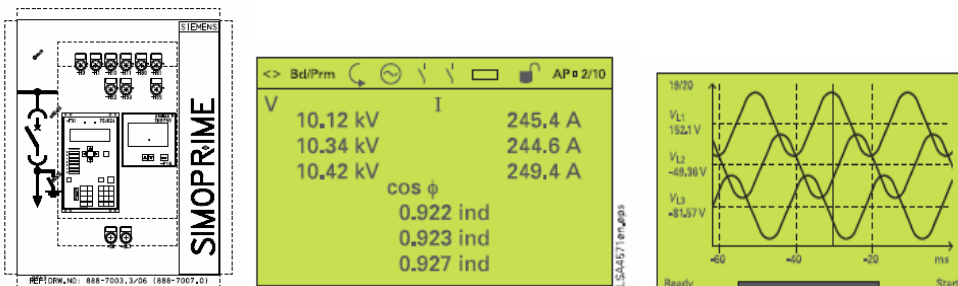
Легенда:

- 1 – нисконапонски ормар
- 2- утикачи на систем за детекција на напон (лево на извод, десно на собирница)
- 3- прозорец за инспекција
- 4-брава за врата
- 5- инцирање на отварање за прекинувач ЗАТВОРЕН
- 6- инцирање на затварање за прекинувач ОТВОРЕН
- 7- индикатор на состојбата на прекинувачот
- 8- контролна рачка за отварање на вратата кон одделот со прекинувач
- 9- Иницирање на отварање за ослободување на количката со прекинувачот
- 10-Иницирање на отварање за извлекување на количката со прекинувачот
- 11- Контрола за иницирање на отварањето на количката со прекинувачот
- 12- Индикатор на положба на ножот за зеземјување
- 13- Иницирање на отварање на ножот на изводот
- 14- Контрола за иницирање на отварањето на ножот за зеземјување
- 15- Индикатор за „шпулната за затварање набиена,/не набиена,,
- 16- Бројач на работните циклуси
- 17- Мануелно набивање на шпулната за затварање на прекинувачот

Сл. 4. Преден изглед

3.0 КАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕКУНДАРНАТА ОПРЕМА

Согласно барањата поставени во документацијата за реконструкција на РТП-2 предвидени се заштитни релиња во сите ќелии кои воглавно имаат функција на прекострујна заштита, заштита од доземен спој, заштита од минимален напон и одредени заштити со сигнализации по однос на некои технолошки параметри. Изгледот на нисконапонскиот (НН) ормар сместен во горниот дел од ќелијата со потребното заштитно реле, сигнализации и показни мерни инструменти е прикажан на Слика 5. Во поглед на заштитните функции е избрано релето 7SJ62, додека во поглед на барањата за мерење на активна, реактивна моќност и енергија, фактор на снага и фазна струја е избран уредот Siemens P, кој претставува едноставен анализатор на моќност и има можност покрај мерење на наведените големини да врши мерење и на хармоници, се до дваесет и првиот хармоник. Уредот овозможува и претставување на минималната, максималната и средната вредност [3].

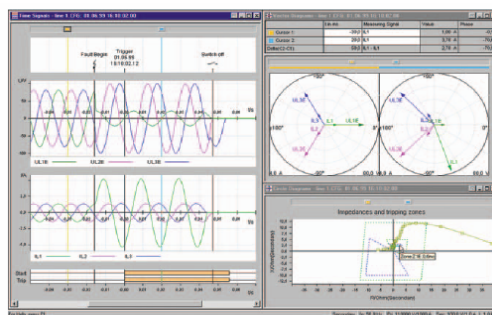
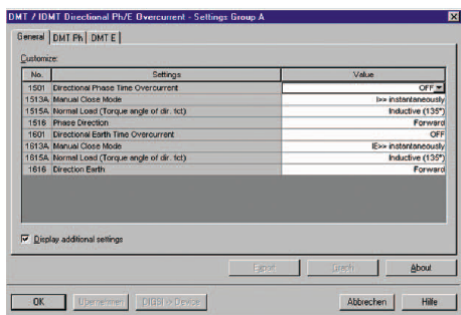


(а) НН ормар (б) ефективни вредности на мерења (в) осцилограм на мерења

Слика 5. Какарактеристики на секундараната опрема во нисконапонскиот ормар

Приказот на мерењата може да биде како бројки, фазори или осцилограм на измерените вредности. Уредот подржува неколку протоколи за комуникација и овозможува далечинско читање на податоците. Вграденото нумеричко реле 7SJ62 главно е наменето како заштита за изводи, трансформатори или мотори, во себе содржи дигитална логика која овозможува извршување на заштитните функции и во исто време има и можност за вршење на мерења на напони, струи и фреквенција. Релето има вграден модул за комуникација кон надреден управувачки центар со протокол PROFIBUS DP. Параметрирањето може да биде извршено преку работниот панел на релето или преку предната сервиска порта со соодветен софтверски програм DIGSI кој работи под WINDOWS оперативен систем (Слика 6). Во себе содржи архива за снимање на настаните при грешки и работа на релето и може да меморира до осум вакви настани. Истите се компјутерски достапни за понатамошна анализа (Слика 7). Релето е погодно за конкретната апликација, бидејќи во себе содржи статистика за тргањето на моторот во работа (времетраењето на тргањето во работа, струјата, напонот) и општи информации како: бројот на тргнувања во работа, и вкупното работното време. Релето има и функција за супервизија на времето на тргање во работа и го штити моторот од долги стартувања кои може да се случат при поголеми оптоварувања, значителни падови на напон или закочен ротор. Може да се изврши пресметка на температурата на роторот од измерената статорска струја и се

пресметува времето на проработување на релето и исклучување на моторот. Карактеристиката на исклучување на релето може оптимално да се адаптира со земање во предвид температурата на моторот (дали е претходно загреан пред тргнување во работа или не). Со помош на бинарен сигнал кој се доведува од сензор поставен на осовината може да се детектира дали роторот е закочен. Во таков случај релето обезбедува моментално исклучување на моторот.



Слика 6. Прозор за параметрирање на релето Слика 7. Дијаграми на настани снимени во релето

4.0 КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕДНОНАСОЧНИОТ РАЗВОД

Како помошен напон во разводната постројка РТП-2 се користи 220 V DC. Со овој проект е извршена набавка на батерија 220 V DC, со капацитет 55Ah/10h, која е составена од блокови тип 12SP 55 на производителот Sunlight. Напонските граници на варијација на напонот е усвоено да бидат $220 \pm 10\%$ што значи напон од $220 + 10\%$ или 242 V DC како горна граница и долна граница од $220 - 15\%$ или 187 V DC. Батеријата е испорачана во блокови од по шест ќелии (12 V DC) и за напонското ниво од 220 V DC се одбрани 18 блока со номинален напон од 12 V DC. Пресметката е направена земајќи во предвид дека се работи за батерии без одржување кои се одржуваат на напон 2.24V/ ќелија. На тој начин се добива номиналниот напон:

$$U_n = 18 \times 6 \times 2 = 216 \text{ V DC} \quad (1)$$

односно напонот U_{float}

$$U_{float} = 108 \times 2.24 = 242 \text{ V DC} \quad (2)$$

На овој напон е нагоден исправувачот кој работи во режим на полнење (float charge) и на овој напон се константно приклучени потрошувачите. Исправувачот од типот ТИ СБ 380-220/40 А (Слика. 7) има можност да се параметрира да може да даде на излез напони на полнење кои се во границите од $U_n = 216 (+ 15 / - 5)\%$. Нагодувањето се врши при пуштањето во работа кога во неговиот софтвер се впишува бројот на батериите (ќелиите) и тој автоматски го генерира потребниот излезен напон. При празнење на батериите до напон од 1.8 V/ќелија напонот на кој ќе се најдат потрошувачите во тој момент е $U_2 = 108 \times 1.75 = 189\text{V}$ што е на граница на долниот дозволен напон за напојување на потрошувачите. Кај имплементираниот тип на батерии, батеријата може да се испразни 1.65 V/ќелија и доколку потрошувачите тоа го дозволуваат долното напонско ниво е $U_3 = 108 \times 1.65 = 172\text{V}$. Бидејќи споменатиот тип на исправувач има поднапонска заштита при пуштање на објектот

во работа се дефинира да долното гранично ниво биде U_2 или U_3 . При празнење на батеријата до ова ниво заштитата на исправувачот ќе ги исклучи потрошувачите од батеријата за да ја заштити истата од длабоко празнење и оштетување. При ова се генерира аларм дека батеријата се приближува кон исклучување за да можат операторите рачно/автоматски да ја исклучат опремата која се напојува или да ја исклучат примарната опрема во трафостаницата.

Концепцијата на исправувачот ТИ СБ 380-220/40 А се базира на примена на трифазен управуван тиристорски мост , управуван преку управувачката единица *Thysat regulator*. Овој уред овозможува висок коефициент на ефикасност, висок коефициент на полезно дејство и мал степен на загадување на мрежата со виши хармоници. Трансформатор е употребен за галванско одвојување на исправувачот од мрежа а за пригушување на вишите хармоници е употребен LC филтер во секундарниот круг [4].



Слика 8. Исправувач тип ТИ СБ 380-220/40 А ТД2

Исправувачот може да работи во рачен или автоматски режим на работа. При рачниот режим на работа операторот го одбира режимот во кој ќе се полни батеријата и кога иститот ќе се прекине. Во автоматски режим на работа сите функции на управување се извршуваат автоматски и со тоа се овозможува исправувачот да работи во објекти каде нема посада, а сите функции на полнење и одржување на батеријата како и сите контроли да се извршуваат автоматски. За таа цел, исправувачот е опремен со микорпроцесорски уред за управување, контрола и локална и далечинска комуникација *Thysat regulator* кој во својата основна верзија ги исполнува следниве функции на управување:

- Контрола на мрежниот напон (блокада на работата на исправувачот доколку вредностите на мрежниот напон излезат надвор од фабрички подесените)

- Контрола на излезните карактеристики (контрола на комплетниот еднонасочен круг на исправувачот и сите елементи во него при што доколку излезниот напон падне под 2.1 V/ќелија а излезната струја ја зголеми вредноста над 90 % од поставената вредност се активира аларм на грешка во единицата).

- Контрола на зголемен излезен напон (доколку се појави зголемен излезен напон на исправувачот во период од 20 msec се активира блокирање на импусите за палење на тиристорите додека излезниот напон не падне на нула. Во наредните триесет секунди автоматски се контролира излезниот напон и доколку не се врати во поставените граници се исклучува мрежното напојување и се јавува аларм).

- Контрола на низок напон на батерија (доколку напонот на батеријата кога не е присутен мрежниот напон падне под вредност 1.8 V/ќелија се извршува автоматско исклучување на батеријата од потрошувачите при што се јавува аларм).

- Тест на батерискиот круг (се врши автоматски на секои двасет и четири часа. Излезниот напон на исправачот автоматски се спушта на вредност 1.9 V/ќелија во тек на 5 секунди при што за тоа време се празни батеријата. Во тој период се мери и напонот на батеријата и доколку истиот остане на вредност 1.9 V/ќелија се смета дека батерискиот круг е исправен . Доколку напонот падне под оваа вредност се смета дека има грешка и се јавува соодветен аларм.

- Тест на расположливиот батериски капацитет (се активира рачно или автоматски, автоамтски во тек од три месеци. Доколу за време на овој тест напонот на батеријата падне под дефинираната вредност се јавува аларм.

- I*R компензација (поради можност за промена на кабловите должина или пресек со кои исправувачот е врзан со батеријата во управувачкиот круг е вградена логика I*R контрола која по однапред зададени параметри прави автоматска компензација на напонот).

- Контрола на доземен спој во DC кругот (се прави со цел да се откријат доземни споеви во едномерниот круг преку мерење на изолациониот отпор во едномерниот круг према заземјувањето).

- Автоматска работа (при поставување во автоматски програмиран режим на работа , микорпроцесорот овозможува да се следи состојбата на мрежното напојување и времето на нестанок на мрежниот напон како и струјата на празнење на батеријата по враќање на мрежниот напон при што се врши автоматска пресметка и се избира најповолниот режим на автоматско полнење на батеријата без да се врши нејзино оштетување)

5.0 ЗАКЛУЧОК

Во трудот е прикажана ревитализацијата на 6 kV разводна постројка во рафинерија ОКТА. Ревитализацијата опфаќа: замена на старите 6 kV ќелии со нови среднонапонски ќелии со прекинувачи на извлекување, замена на старата заштита со нова микропроцесорски базирана, замена на еднонасочниот развод , нова 220 V батерија и соодветен исправувач. Новите ќелии се комплетно опремени со сите потребни блокади во енергетскиот дел, сигнализација на предната врата на ќелијата за полжбата на прекинувачот и ножот за заземјување. Во секундарниот дел што го опфаќа нисконапонскиот ормар на ќелијата се сместени дигиталните релеи и едноставен анализатор на моќност кој овозможува приказ на активната и реактивна енергија, факторот на моќност и ги пресметува хармониците во напонот. Дигиталните релиња се опремени со низа функции кои обезбедуваат мониторинг на работата на моторите кои се главни потрошувачи поврзани на среднонапонските ќелии, особено во делот на нивното тргнување на работа. Релињата имаат задни комуникациски порти со PROFIBUS DP протокол што овозможува нивна идна надградба односно поврзување на надреден центар за управување. Еднонасочниот

развод е опремен со современ мостен тиристорски исправувач микропроцесорски управуван со голем број на мониторинг функции кои овозможуваат безбедна работа на исправувачот и батеријата.

6.0 ЛИТЕРАТУРА

1. Siemens: "Circuit-Breaker Switchgear Type Simoprime up to 17.5 kV Air Isolated", Catalog HA 26.11, 2004.
2. Siemens: "Medium Voltage Switchgear Type Simoprime Extendable Truck-Type Circuit Breaker up to 17.5 kV ", Operating Instructions, Issue 2005-07.
3. Siemens: "Siprotec Numerical Protection Relays", Catalog SIP 2008.
4. Benning PSAM DOO; "Тиристорски исправувач ТИ-ЦБ 380-220/40 А,, Техничка документација