

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА ОПРЕМА ЗА ДАЛЕЧИНСКО УПРАВУВАЊЕ ВО ТРАФОСТАНИЦИТЕ ВО Р. МАКЕДОНИЈА

Василија ШАРАЦ, Драган МИНОВСКИ, Горан ЧОГЕЉА
Универзитет “Гоце Делчев”, Електротехнички факултет

АПСТРАКТ

Имплементација на опрема спремна за далечинско управување и поврзување со диспечерскиот центар во Скопје кој работи во рамките на дистрибуција Скопје како и со Националниот диспечерски центар е процес кој континуирано се одвива во последната декада во Р. Македонија. Во трудот ќе бидат претставени примери на две трафостаници Т.С. 400/110 kV Штип и 110/10 kV Драчево кај кои е имплементирана нова опрема за заштита и далечинско управување. Новата опрема е дигитална, микропроцесорска базирана составена од заштитни релиња, дистрибуирани единици за управување, сервери и соодветна софтвери потребни за далечинско командување на расклопните уреди како и читање и параметрирање на заштитата. Во трудот ќе биде претставено техничкото решение на системите и ќе биде даден краток опис на вградената опрема, нејзините можности и карактеристики.

IMPLEMENTATION OF EQUIPMENT FOR REMOTE CONTROL IN SUBSTATIONS IN R. MACEDONIA

ABSTRACT

Implementation of equipment ready for remote control and connection to regional dispatching center within distribution utility of city Skopje as well as to national dispatching center is a process which is continuously developing in R.Macedonia during last decade. In the paper will be presented two examples of substations T.S. 400/110 kV Stip and 110/10 kV Dracevo where new equipment for remote control and protection is implemented. New equipment is digital, microprocessor based consisted of protection relays, distributed bay control units servers and adequate software necessary for remote control of switching devices as well as for reading and parameterization of protection relays. In the paper, technical solution of systems for remote control will be presented as well as short description of implemented equipment and its features.

1.0 ВОВЕД

Т. С. 400/110 kV Штип е лоцирана во источниот дел на Р. Македонија и е една од најзначајните трафостаници во преносната мрежа во земјата бидејќи го поврзува преносните системи на Р. Македонија и Р. Бугарија преку 400 kV далековод Штип-Црвена Могила. Пуштена е во работа во 2010 година . Трафостаницата е поврзана со Националниот диспечерски центар (НДЦ) преку системот за автоматизација на трафостаници Sicam PAS при што комплентото хардверско и

софтверско решение е производ на компанија Siemens. Sicam PAS овозможува пренос на податоци од и до НДЦ, кој е сместен во Скопје. Софтверот Sicam PAS CC овозможува управување и мониторинг на трафостаницата или претставува интерфејс помеѓу човекот и машината (HMI).

Т.С. 35/10 kV Драчево во текот на многу години работеше како дел од дистрибутивната мрежа на град Скопје. Како резултат на зголемување на конзумот, трафостаницата беше проширена на 110 kV ниво. Проширувањето опфати изградба на нова 110 kV разводна постројка и замена на постоечките 10 kV ќелии во разводната постројка со нови. Проектот исто така опфати инсталирање на нов систем за автоматизација на трафостаницата Sicam PAS кој овозможува далечинско управување со расклопните уреди на 110 kV ниво, како и поврзување и размена на податоци со локалниот контролен систем на 10 kV ниво.

Во Т.С. Штип функциите на SICAM PAS се поделени на четири хиерархиски нивоа: дистрибуираните единици за управување на ниво на поле (BCU) на 400kV, 110 kV и 35kV: (6MD66 и 7SJ63), заштитните релиња кај 400/110/35 kV трансформаторот и собирничката заштита (7UT63-7SJ62, 7SA617-7SS52-7SD52), централната единица во трафостаницата (Sicam PAS station unit) и системот за визуелизација на трафостаницата Sicam PAS CC. Sicam PAS се состои од следниве компоненти:

- Централна единица за процесирање во трафостаницата Sicam Pas Unit.
- Модул за комуникација со Националниот Диспечерски центар преку протокол IEC 101.
- Комуникација со заштитните и управувачките ќелии и пренос на општи сигнали од трафостаницата
- Интерфејс помеѓу човекот и машината Sicam PAS CC.

Конфигурацијата на Sicam PAS системот во Т.С. Драчево е следна: на 110 kV страна се инсталирани локални единици за управување на ниво на поле (BCU) кои се способни за справување со комплексни задачи како од управување така и од мониторинг на трафостаницата. На 10 kV страна се инсталирани комбинирани заштитно-управувачки единици кои овозможуваат размена на податоци на 10 kV ниво и со наредениот управувачки центар но истовремено ги извршуваат и заштитните функции на 10 kV ниво. На тој начин трафостаницата Драчево е интегрирана во локалниот систем за управување и мониторинг но во исто време преку протоколот IEC 101 е интегрирана во диспечерскиот центар на ниво на град Скопје.

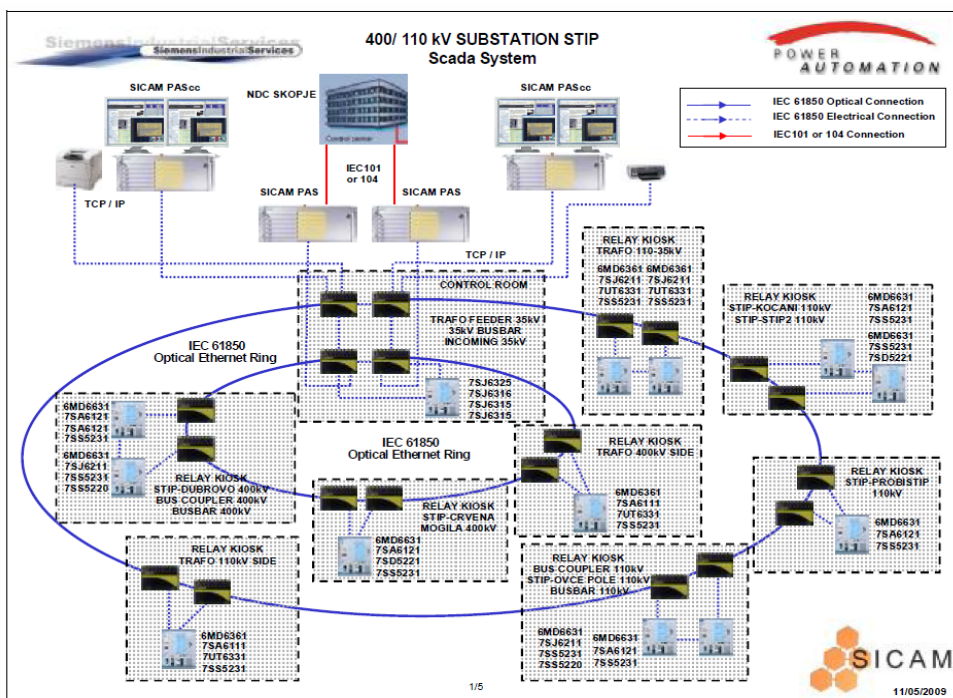
2.0 ОПИС НА СИСТЕМОТ

Во Т.С. 400/110 kV Штип системот за автоматизација работи во редувантна конфигурација при што секоја од конфигурациите се состои од:

- SICAM PAS компјутер на кој е инсталиран SICAM PAS програмот кој овозможува пренос на податоци од и до дистрибуираните единици за управување и заштитните релеи со едно заедничко име наречени SIPROTEC уреди како и од/до НДЦ. Мрежата во трафостаницата има оптичка редувантност. Протоколот за

комуникација со SIPROTEC уредите е IEC 61850 (Слика 1). Компјутерот има инсталиран GPS за временска синхронизација.

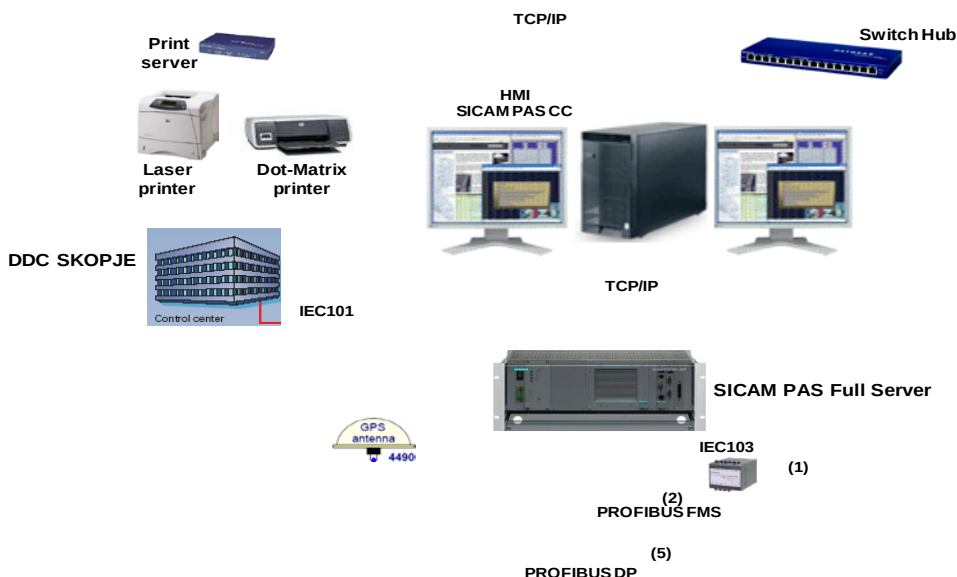
- SICAM PAS CC компјутер (SCADA) каде е инсталиран SICAM PAS CC програмот и служи за управување и мониторинг на комплетниот SCADA систем. Сите архиви се наоѓаат на овој компјутер. Менијата од трафостаницата се прикажуваат на двата компјутери [1].



Слика 1. Приказ на системот за далечинско управување во Т.С. 400/110 kV Штип

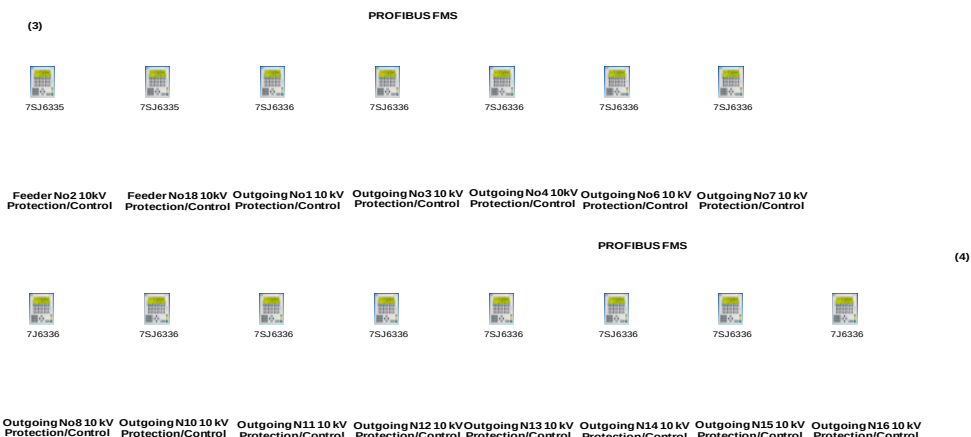
Согласно конфигурацијата на Т.С. 110/10 kV Драчево на 110 kV ниво има два 110/10 kV трансформатори, едно спојно поле и две далеководни полиња. Применетото решение во системот за автоматизација е да на 110 kV ниво комплетно се одвоени заштитните и управувачките функции па се користат соодветни заштитни релеи и управувачки единици 6MD63. Нивната врска со SICAM PAS единицата се остварува со користење на PROFIBUS FMS протокол додека до диспечерскиот центар на град Скопје со IEC 101 (Слика 2). Сите заеднички сигнали од трафостаницата се водат на еден програмибилен логички управувачки модул ET 200 S кој има 64 дигитални влезови и 10 аналогни влиза. Во однос на автоматското управување на регулационата преклопка на трансформаторот е искористен уредот REGSysTM на производителот Eberle. Истиот е интегриран во системот за далечинско управување преку протоколот IEC 101. Секој REG-D контролер може да служи за управување но во исто време може да биде и уред за снимање и статистичка обработка на измерени вредности кои може да се архивираат и компјутерски обработуваат. На 10 kV ниво се користат комбинирани нумерички заштитни релеи со голем дисплеј и со полна

функционалност на заштитни, управувачки и мониторинг функции за соодветната 10 kV ќелија (Слика 3).

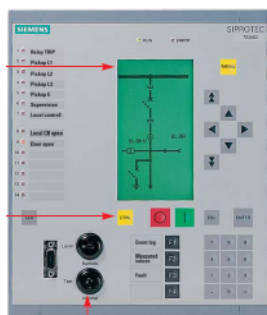


Слика 2. Приказ на системот за далечинско управување во Т.С. 110/10 kV Драчево

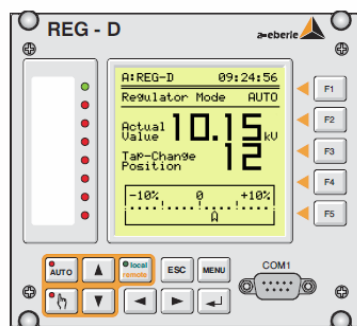
Дополнителен софтверски пакет SICAM Valpro може да се искористи за анализа на измерените вредности. Со овој софтверски пакет се овозможува не само графички и табеларен приказ на измерените вредности туку исто така и евалуација на максималните, минималните и средните вредности. Софтверскиот пакет RECPro подржува автоматско повлекување и архивирање на снимањата на грешки од заштитните единици преку протоколите IEC 60870-5-103, PROFIBUS FMS и IEC 61850.



Слика 3. Шематски приказ на 10 kV ќелии во Т.С Драчево со вградени комбинирани единици



(a) Управувачка единица 6MD63



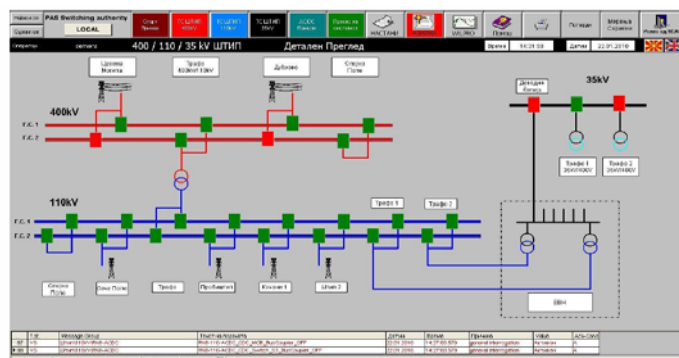
(б) Регулатор на напон REG-D

Слика 4. Компоненти на системот за управување

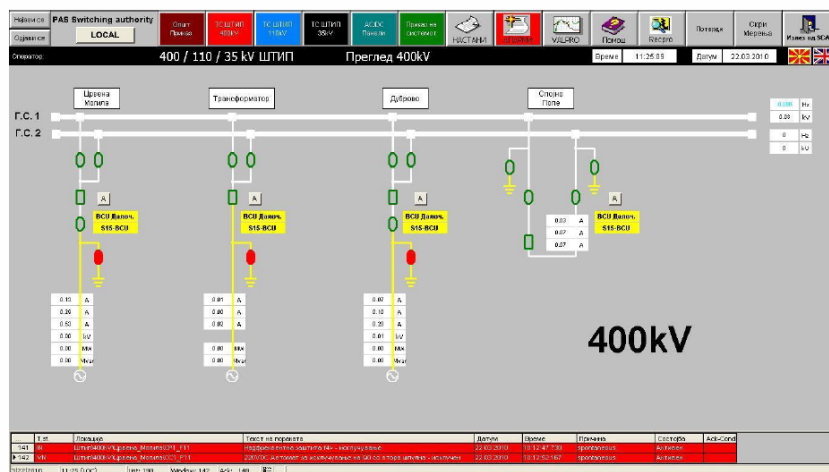
Дистрибуираните управувачки единици и микорпроцесорските заштитни единици се познати како SIPROTEC 4 фамилија на Siemens. Овие уреди во зависност од специфичноста на брањето се користат како управувачки единици, како заштитни релее или како комбинација од едните и другите. Во зависност од функцијата имаат работен панел кои може да има графички дисплеј или да биде со алфа-нумерички дисплеј со четири реда. На слика 4 (a) е прикажана дистрибуирана управувачка единица наменета само за цели на далечинско управување а бројот на расклопни уреди кои може да ги управува зависи од бројот на расположливите влезови и излези. Состојбата на расклопниот уред се прикажува на графичкиот дисплеј [2]. Управувањето може да се одвива локално/далечински преку свртување на положбата на клучот во преклопката локално/далечински на предниот панел на уредот. Преку предниот панел може и да се изврши блокада помеѓу раставувачот и прекинувачот. Дистрибуираните управувачки единици содржат листа со настани, статистика на бројот на вклучувања/исклучувања, мониторинг функции, мерења на работните големини и мерење на енергијата.

3.0 ИНТЕРФЕЈС ЧОВЕК-МАШИНА (HMI)

Во системот за автоматизација SICAM PAS софтверот за комплетна графичка визуелизација SICAM PAS CC претставува интерфејс помеѓу операторот и компјутерски подржаниот систем за управување и мониторинг. За ефикасно управување со информациите, истите мора брзо да бидат процесирани и прикажувани на еден јасен начин. Во секој момент на време статусот во трафостаницата се снима и прикажува на еден точен и прецизен начин. Сите основни индикации и измерени вредности се архивираат за да бидат достапни за индивидуална обработка. Во SICAM PAS CC HMI систем се внесуваат податоците од дистрибуираните единици со резолуција од ms. Информациите во вид на телеграми содржат голем број на дополнителни информации како причината за настанување (спонтан, од управување) и изворот (локално, далечински). Сите индикации вклучувајќи ги и командите се внесуваат во лисата со аларми. Откако ќе се подигне SICAM PAS CC во работен режим (run time mode) се прикажува еднополната шема на трафостаницата (Слика 5). За секој расклопен уред и мерните вредности времето на освежување на сликата е 2 секунди.



Слика 5. Пример на слика од трафостаницата еднополна шема висок и среден напон
Главните информации за трафостаницата се претставени на деталната слика (Слика 6).



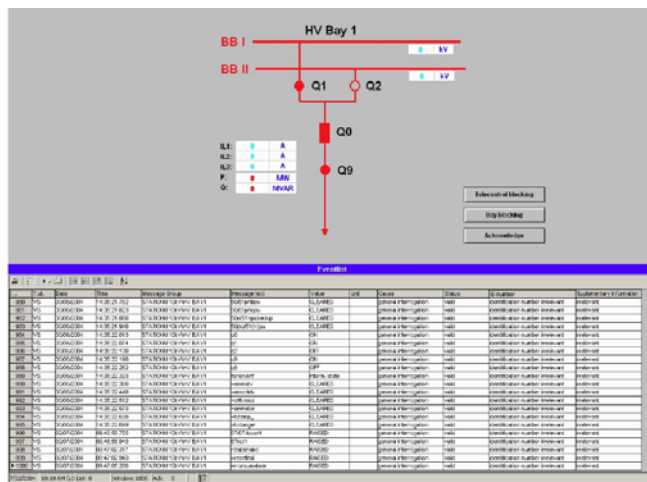
Слика 6. Детална слика на трафостаницата

Ако комуникацијата помеѓу SICAM PAS и SICAM PAS CC е во прекин сите расклопни уреди се прикажуваат со темно-зелена боја која индицира статус на грешка а позадината на измерените вредности се обојува со темно сиво. Библиотеката на SICAM PASS CC ги содржи сите потребни симболи за креирање на мимички дијаграм на трафостаницата. Постоја два типа на симболи. WIN CC симболи и индустриски команди. WIN CC симболите се графички прказ и тие имаат динамички карактер. Графичкиот приказ на симболите се базира на ANSI/IEE 315 и 315 стандардите. Прекинувачите и раставувачите се имплементирани како индустриски команди. Тоа се Windows елементи кои може да бидат конфигурирани преку дијалог. Напонско ниво се прикажува со соодветна боја. Се применува динамичко боење со цел статусот на одредениот елемент да биде јасно видлив. Статусот на расклопните елементи се менува согласно Табела 1 [3].

Табела 1. Динамички симбол на расклопниот елемент

Расклопен елемент	Статус	Симбол на еднополната шема
Прекинувач и раставувач	Вклучен	
Прекинува и/или раставувач	Исклучен	
Прекинувач и раставувач	Грешка	

Над собирниците се прикажани имињата на полињата како налепници. Со кликање на нив може да се активира деталната склика (Слика 7). Од деталната слика може да се изврши управување на прекинувачите. Успешната комана е проследена со динамичка промена на бојата на елементот и командата се снима во листата на настани. Но и неуспешната команда ќе биде снимена во листата на настани. Операторот е во можност да ја промени регулационата преклопка на трансформаторот во насока горе или доле од соодветната слика за регулација на напонот на трансформаторот. Сите индикации во трафостаницата се запишуваат во листата со настани. Дојдовните аларми кои треба да бидат потврдени се прикажуваат со црвено. Излезните аларми се прикажани со зелена боја. Сите настани се прикажуваат по хронолошки ред по време и датум. Архивата е поставена на време од шеесет дена. Сите настани кои се постари од шеесет дена автоматски се бришат.



Слика 7. Детална слика на трафостаницата

Листата со настани се селектира со притискање на копчето за листа на настани а листата со аларми се селектира со притискање на копчето за листа на аларми. Софтверскиот пакет SICAM PAS CC Valpro може да се искористи за процесирање, приказ и принтање на архивирани податоци од мерењата и од броилата. Архивирањето се врши на секој петнаесет минути. Презентацијата на вредностите

може да биде табеларно или во графичка форма. Може да се врши пресметка на максималните и минималните вредности, средна вредност и фактор на моќност.

ID	St	Zeit	Datum	Meldungsgruppe	Meldungstext	Wert	Verursachung	Ort	Zusatzverursachung	Status
117	W	GS	18.07.48.792	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	ALIS	spontan		Status: OK
118	W	GS	18.07.50.960	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ Atr L1	GEH	spontan		Status: OK
119	W	GS	18.07.51.161	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ Atr L2	GEH	spontan		Status: OK
120	W	GS	18.07.52.122	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ Atr L3	GEH	spontan		Status: OK
121	W	GS	18.07.52.762	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ G-Anregung	GEH	spontan		Status: OK
122	W	GS	18.07.53.322	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ G-Auslösung	GEH	spontan		Status: OK
123	W	GS	18.07.53.956	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ L->Atr	GEH	spontan		Status: OK
124	W	GS	18.07.54.552	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ L->AUS	GEH	spontan		Status: OK
125	W	GS	18.07.55.155	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ L->Atr	GEH	spontan		Status: OK
126	W	GS	18.07.55.753	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	UAMZ L->AUS	GEH	spontan		Status: OK
127	W	GS	18.07.56.053	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Inrush IE->Atr	GEH	spontan		Status: OK
128	W	GS	18.07.57.558	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Inrush IE->Atr	GEH	spontan		Status: OK
129	W	GS	18.07.58.161	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Ausgang	KOM	spontan		Status: OK
130	W	GS	18.07.59.860	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Driftfeld L1L2,3	GEH	spontan		Status: OK
131	W	GS	18.08.00.522	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Driftfeld L1L2,3	KOM	spontan		Status: OK
132	W	GS	18.08.01.956	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Schalt GFA	KOM	spontan		Status: OK
133	W	GS	18.08.02.553	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Schaltfeld	GEH	spontan		Status: OK
134	W	GS	18.08.07.207	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Einschub G1	ALIS	spontan		Status: OK
135	W	GS	18.08.08.053	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Erreger	ALIS	spontan		Status: OK
136	W	GS	18.08.10.182	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Erder G0	ALIS	spontan		Status: OK
137	W	GS	18.10.28.864	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	BP *	Vorort		Status: OK
138	W	GS	18.10.27.048	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	ALIS	spontan	Überwachungszeit abgelaufen	Status: OK
139	W	GS	18.10.27.048	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	BP-E	Vorort		Status: OK
140	W	GS	18.11.20.599	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	BP *	Vorort		Status: OK
141	W	GS	18.11.21.010	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	Star	spontan		Status: OK
142	W	GS	18.11.21.024	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	BP *	Vorort		Status: OK
143	W	GS	18.11.21.025	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	BP-E	Vorort		Status: OK
144	W	GS	18.11.34.301	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	ALIS	spontan		Status: OK
145	W	GS	18.11.34.881	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	Star	Vorort		Status: OK
146	W	GS	18.11.34.716	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	BP *	Vorort		Status: OK
147	W	GS	18.11.34.719	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	BP-E	Vorort		Status: OK
148	W	GS	18.11.40.398	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	Star	spontan		Status: OK
149	W	GS	18.11.40.396	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	Star	spontan		Status: OK
150	W	GS	18.11.40.431	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	Star	spontan		Status: OK
151	W	GS	18.11.40.454	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Leistungsschalter G0	Star	spontan		Status: OK
152	W	GS	18.11.51.206	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Erder G0	Star	spontan		Status: OK
153	W	GS	18.11.51.217	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Erder G0	Star	spontan		Status: OK
154	W	GS	18.11.54.440	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Erder G0	Star	spontan		Status: OK
155	W	GS	18.11.54.443	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Erder G0	Star	spontan		Status: OK
156	W	GS	18.11.55.880	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Einschub G1	Star	spontan		Status: OK
157	W	GS	18.12.04.055	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Einschub G1	Star	spontan		Status: OK
158	W	GS	18.12.04.047	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Einschub G1	Star	spontan		Status: OK
159	W	GS	18.12.10.905	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Schalthoheit	Star	spontan		Status: OK
160	W	GS	18.12.21.995	05.11.2001	Anlagenname\1.6kVField->K08	Schalthoheit	Star	spontan		Status: OK

Слика 8. Листа на аларми

4.0 ЗАКЛУЧОК

Модерен систем за автоматизација на трафостаници SICAM Pas, производ на компанијата Siemens е имплементиран во автоматизација на трафостаниците Т.С. 400/110 kV Штип и Т.С. 110/10 kV Драчево. На тој начин Т.С. Штип е интегрирана и поврзана со Националниот диспечерски центар во Скопје а трафостаницата Драчево со диспечерскиот центар на дистрибуција Скопје. Поврзувањето на двете трафостаници кон надредените центри за управување е извршено со протоколот IEC 101. Од хардверски аспект системот се состои од дистрибуирани единици на ниво на поле кои може да бидат: само управувачки единици (BCU) или комбинирани па во себе да ги обединуваат заштитните и управувачките функции. Тие се соодветно поврзани помеѓу себе со одредени протоколи во случај на Т.С. Штип врската е оптичка и протоколот на комуникација е IEC 61850, за Т.С. Драчево тоа е PROFIBUS FMS. Информациите и командите се процесираат од и до дистрибуираните единици кон станичната централна единица а понатаму и до надредениот центар за управување. И во двете трафостанци концептот е на повисоките напонски нивоа 400 и 110 kV управувачките и заштитните функции се комплетно хардверски раздвоени на ниво на поле, додека кај пониските напони 10 и 35 kV управувањето и заштитата се обединети во комбинирани единици за управување и заштита со голем графички дисплеј. Системот има софтверски додаток SICAM PAS CC кој е кориснички интерфејс на SCADA системот кој дава графички приказ на целата трафостаница, детален приказ по полиња, измерените вредности на секој извод но во исто време и овозможува извршување на командни функции: отворање/затворање на прекинувач, управување со регулационата склопка на трансформаторот итн. Сите настани во

трафостаницата се снимаат по хронолошки ред во листата на настани и се достапни за анализа и обработка. Исто така и сите аларми во трафостаницата се снимаат во листата на аларми при што оние кои треба да бидат потврдени од страна на операторот дека се видени се со црвена боја а веќе потврдените се со зелена боја. Сето ова овозможува комплетна автоматизација на трафостаницата што ја прави нејзината работа, побезбедна, поефикасна и подобра. Македонија успешно го следи развојот на техниката на полето на примена на автоматика во електроенергетските објекти и денес се се поприсутни вакви SCADA системи во голем број на трафостаници во Р. Македонија.

5.0 ЛИТЕРАТУРА

1. Siemens SA IS: Concept Description Substation Automation Systems.
2. Siemens SIPROTEC Numerical Protection Relays, Catalog SIP 2008.
3. Siemens, *Power Engineering Guide*, Erlangen: Publics Pro, 2008.