

СИСТЕМА ЗА ДИСТАНЦИОНЕН МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОПРОВОДИ ОТ РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНАТА МРЕЖА 20 kV

Гюлек Неджиб, Васил Димитров

vdimitroff@abv.bg

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”

1574, София, ул. „Гео Милев“ № 158

БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: SCADA системи, автоматично повторно включване, реклоузер

Резюме: Голяма част от късите съединения във въздушните електропроводи от разпределителната мрежа са преходни по своята същност (80-90%) - при бури, от светкавици, моментно докосване от клони на дървета и др. Това би причинило продължително нежелано прекъсване на електрозахранването на потребителите. Следователно, необходимо е инсталиране в мрежата на реклоузери за автоматично повторно включване (три или 4 опита преди окончателното изключване на участъка). Тези съвременни устройства позволяват внедряване в SCADA-системи за дистанционен контрол. В доклада е разгледана такава система за мониторинг и управление на електропроводи от разпределителната мрежа в района на гр. София. Осигурява се събиране и предаване на информация за състоянието на съоръженията и за измерените величини – токове, напрежения, мощност и др. Представени са в графичен вид измервания в реално време и регистрирани превключвания при възникнали аварии.

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години по целия свят рязко нарасна интересът към построяването на надеждни системи с висока ефективност за автоматизираното управление и контрол на обектите в енергетиката [1, 2]. Операторът и системите за управление от високо ниво се намират в Диспечерски Център (ДЦ) и е необходим непрекъснат обмен на информация с контролираните обекти, раздалечени на малки и големи разстояния. Предпоставки за все по-широкото внедряване на такива системи за дистанционен контрол и управление са значителният прогрес в областта на производствените технологии, изчислителната техника, програмното осигуряване и телекомуникациите. За автоматизирано управление на сложни динамични процеси в жизнено важни области се построяват високоефективни и високонадеждни SCADA-системи (Supervisory Control and Data Acquisition) – системи за диспечерско управление и събиране на данни от териториално отдалечени обекти. Представяват съвкупност от технически, програмни и други средства, свързани по определени правила, с чиято помощ се осъществява контрол и управление от разстояние на технологични обекти и процеси [3, 4]. В ДЦ се извършва централизирано наблюдение и контрол на състоянието на обектите в реално време, обработка на алармите и генериране на управляващи въздействия (автоматично или чрез оператор).

В доклада е разгледана SCADA-система за дистанционен контрол на електропроводи от разпределителната мрежа в района на гр. София. Описани са необходимите устройства за изграждането ѝ и реализираните функции, включително автоматично повторно включване (АПВ). Представени са в графичен вид измервания в реално време и регистрирани преключвания при възникнали аварии.

ЕЛЕМЕНТИ ОТ ОБЕКТНОТО НИВО НА SCADA-СИСТЕМАТА

Системите за дистанционен контрол и управление се изграждат обикновено на няколко нива: полеве обекти (отдалечените устройства, които подлежат на дистанционен мониторинг и контрол), управляващо устройство, разположено в ДЦ, преносна среда за осъществяване на комуникацията между полевите обекти и ДЦ. Устройствата за дистанционен мониторинг и управление на контролираните съоръжения се инсталират в полевите обекти – към въздушните електропроводни линии с номинално напрежение 20 kV се монтират сигнализатори за локализиране на земни и къси съединения, с дистанционно предаване на данни, телеуправляеми триполусни секционни товарови прекъсвачи (секционери) и компактни телеуправляеми триполусни двупозиционни прекъсвачи (реклоузери) [5, 6, 7]. Тези три устройства са предназначени за монтиране на стоманорешетъчни или единични стоманобетонени стълбове. Всяко от тях е снабдено с локална система за управление (ЛСУ), която работи в реално време със SCADA-системата и е съоръжена със собствен захранващ модул, който включва необслужваема акумулаторна батерия с гелов електролит, напрежен индуктивен трансформатор от подпорен тип 20 kV/100 V за открит монтаж, зарядно устройство и защитна апаратура – предпазители, вентилни отводи и др. Реализирано е управление на температурния режим (поддържане на напрежението на акумулатора съобразно температурата: изключване на зареждането при превишаване на температурата и отопляване при спадането ѝ под определен праг), както и цикличен тест и индикация на напрежението и капацитета на акумулатора и индикация на наличие/отсъствие на напрежение от захранващия трансформатор.

Сигнализаторите събират и циклично предават информация за контролираните величини: измерени токове и напрежения на трите фази (Ia, Ib, Ic, Ua-n, Ub-n, Uc-n) и определени среден ток на трите фази, ток с нулева последователност, линейни напрежения, напрежение с нулева последователност (Iavg, 3I0, Uab, Ubc, Uca, 3U0), както и фактор на мощността. Възможно е определяне посоката на мястото на повредата по дължината на електропровода в случаите на земно съединение. Токовете и напреженията се измерват със сухи токови измервателни трансформатори и капацитивни делители за измерване на напрежение 20 kV, поотделно за всяка фаза.

Телеуправляемите триполусни товарови прекъсвачи се използват за секциониране на въздушни електропроводи 20 kV в комбинация с реклоузер с трикратен цикъл на АПВ: О – t₁ – СО – t₂ – СО – t₃ – СО, с възможност за изключване в безтокови паузи. Съоръжени са с дъгогасителни камери, задвижваща кинематика и подпорни полимерни изолатори. Включени са и токови измервателни трансформатори 400A/1A на всеки полюс. Задвижването може да се осъществява механично (посредством манивела) или от електродвигател (дистанционно или локално – дистанционното се блокира при преминаване на локално управление). В таблото заедно със задвижващия механизъм са монтирани и ЛСУ и панел за сигнализация и избор на режим за управление – бутони за включване/изключване на секционера при режим на управление „местно“ и светлинни индикации: за състоянието (включен/изключен – червена/зелена светлина), за режима на управление (местно/ дистанционно), за статуса на комуникацията, за протекли през секционера токове на къси и земни съединения и за системна грешка. ЛСУ осигурява дистанционното управление на секционера и събира и

предава информация за състоянието му и за токовете I_a , I_b , I_c ; I_{avg} ; $3I_0$. Снабдена е с аналогови входове за напрежението на трите фази (U_a , U_b , U_c), за напрежението от захранващия трансформатор (U_x), за тока на трите фази (I_a , I_b , I_c), както и с цифрови входове за сигнализация и цифрови изходи за управление. Изработва се незабавен сигнал за отворена врата на таблото за управление и комуникации. Предоставена е възможност за потребителска настройка на броя неуспешни автоматични повторни включвания за автоматично изключване в безтокова пауза.

Реклоузерът е съоръжен с триполюсен прекъсвач с вакуумни дъгогасителни камери и е способен да включва, да провежда за определено време и да изключва токове при късо съединение в линията и да изпълнява трикратен цикъл на автоматично повторно включване $O - t_1 - CO - t_2 - CO - t_3 - CO$. В корпуса са вградени кондензаторни делители на напрежение и токови измервателни трансформатори на всеки полюс. Механизмът за отваряне/затваряне на контактната система може да се задвижи ръчно (посредством изолационен прът – манипулационна щанга) или електрически (посредством моторно или електромагнитно задвижване: дистанционно или локално). Осигурено е сигнализиране за положението на контактната система (C – closed/затворена или O – open/отворена). Възможно е дистанционно въвеждане/извеждане на АПВ. ЛСУ осигурява дистанционното управление на реклоузера, събира и предава информация за състоянието му и за измерените величини:

- Измерва тока на трите фази (I_a , I_b , I_c), фазните напрежения (U_{a-n} , U_{b-n} , U_{c-n}) и линейните напрежения (U_{ab} , U_{bc} , U_{ac});

- Определя среден ток на трите фази (I_{av}), тока с нулева последователност ($3I_0$), средно фазно напрежение (U_{av}), средно линейно напрежение (U_s), напрежение с нулева последователност ($3U_0$), активна, реактивна и пълна мощност и фактор на мощността.

При ЛСУ и на трите устройства са предоставени следните възможности за параметризация (дистанционно и локално):

- Настройка на стойностите за сигнализиране за токове на късо съединение, при претоварване, за земно съединение. Фазните токове и напрежения при претоварване, къси и земни съединения и свързаните с тях сигнализации се регистрират в енергонезависима памет, като записите се предават при поискване. Архивират се всички възникнали събития и измервани величини в случай на прекъсване на комуникацията и SCADA-системата автоматично се актуализира с архивираните събития и измерените величини при възстановяване на комуникацията.

- Незабавно сигнализиране при активиране на цифров вход, както и дефиниране на общ сигнал чрез логически или релационни функции между няколко сигнала.

Двупосочната комуникация на ЛСУ със SCADA-системата се осъществява по GSM/GPRS канал на мобилен оператор при скорост минимум 9600 Bd (2G/3G). Осигурено е саморестартиране при отпадане на комуникационен канал. Има възможност и за предаване на информация с външен радио модем. Данните, сигналите и командите за управление за трите устройства се предават с времеви отпечатък (timestamp), чрез потребителско присвояване на IEC адреси и ASDU (Application Service Data Unit) адрес на ЛСУ. За свързване с външни устройства комуникационните модули имат интерфейс за двупроводна и четирипроводна RS-485 мрежа, със скорост на предаване до 38400 Bd. Връзката се осъществява посредством RJ-45.

ДИСПЕЧЕРСКИ ЦЕНТЪР

Софтуерът на SCADA-системата, инсталирана в ДЦ, позволява мониторинг в реално време на съоръженията в контролирания участък, както и реализиране на дистанционно превключване при необходимост (напр. при работа на аварийната група). Осигурена е възможност за наблюдение на текущите стойности на величините (фиг. 1).

ТОВАРОВИ РАЗЕДИНИТЕЛИ		СИГНАЛИ										МЕРЕНЕ					
ASDU	Авария	ЗЗ	МГЗ	ТО	Товаров Разединител	Местно/ Дист.	Предп. мотор изкл.	Предп. батерия изкл.	U на АВ <22V	Врата RTU	липса телег	Iav[A]	Uav[V]	U24V бат. [V]	L1[A]	L2[A]	L3[A]
516	◇	◇	◇	■	◆	●	●	●	●	●	●	12	20375.4	27.2	14	12	13
517	◇	◇	◇	■	◆	●	●	●	●	●	●	0	20449.8	27.3	0	0	0
521	◇	◇	◇	■	◆	●	●	●	●	●	●	10	21209.1	27.3	10	9	10

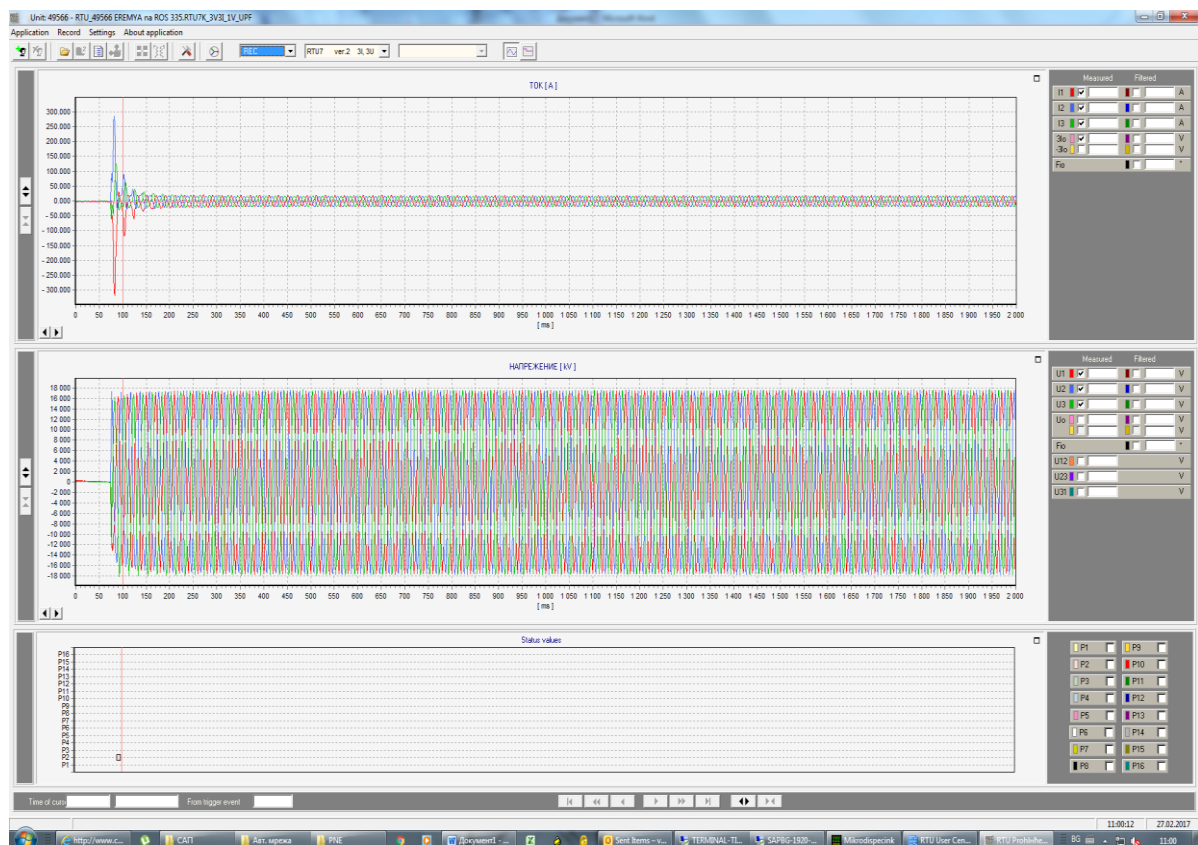
Фиг. 1 Изглед на SCADA-системата в ДЦ

На фиг. 2 е показан запис на преходен процес при включване на секционен участък – сигнализаторът регистрира ударен намагнитващ ток. На фиг. 3 е даден случай на междуфазно късо съединение в електропровод без инсталирани реклоузери – сигнализаторът отчита аварията и след 0,3 s участъкът се изключва от мощностния прекъсвач в подстанцията.

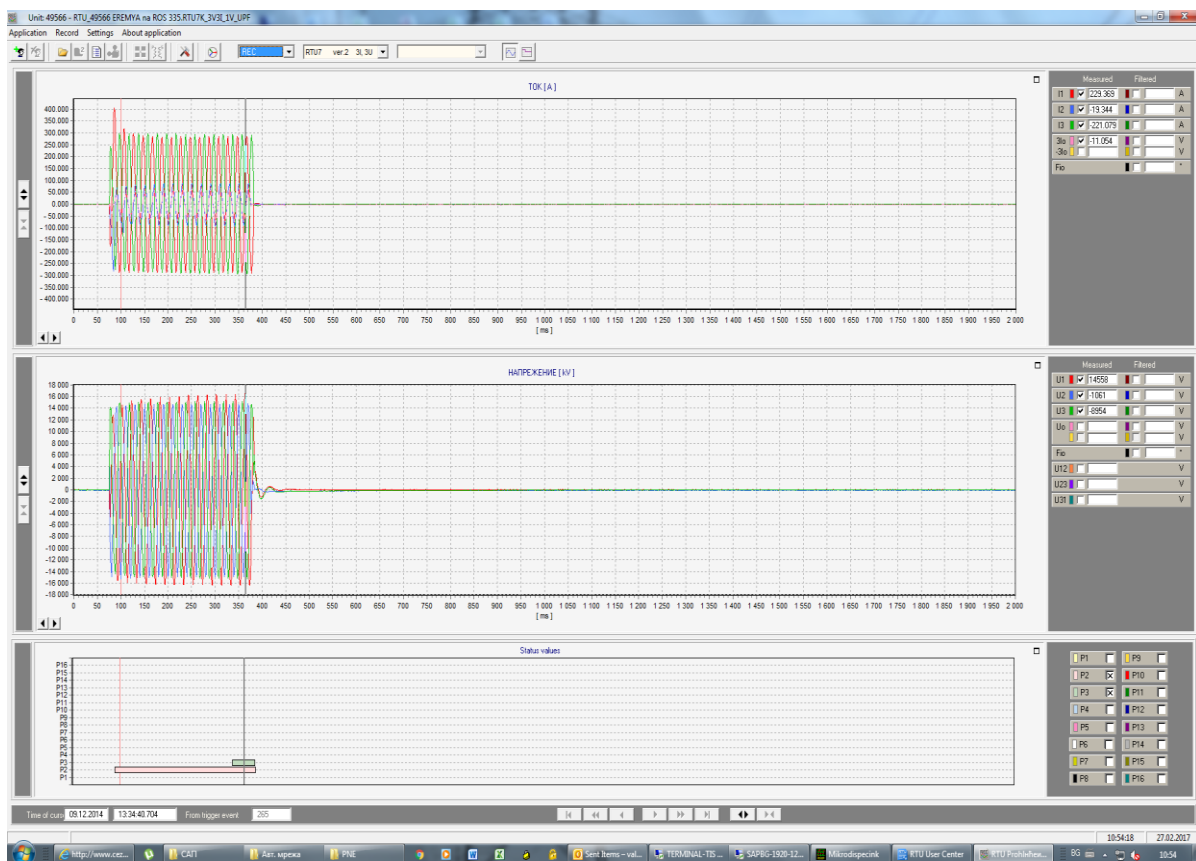
На фиг. 4 е симулирано късо съединение в участък след монтиране на реклоузер с подходяща настройка на параметрите, дадени са времедиаграмите на АПВ от реклоузера и на изключването на участъка от секционера, както и преходния процес на тока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

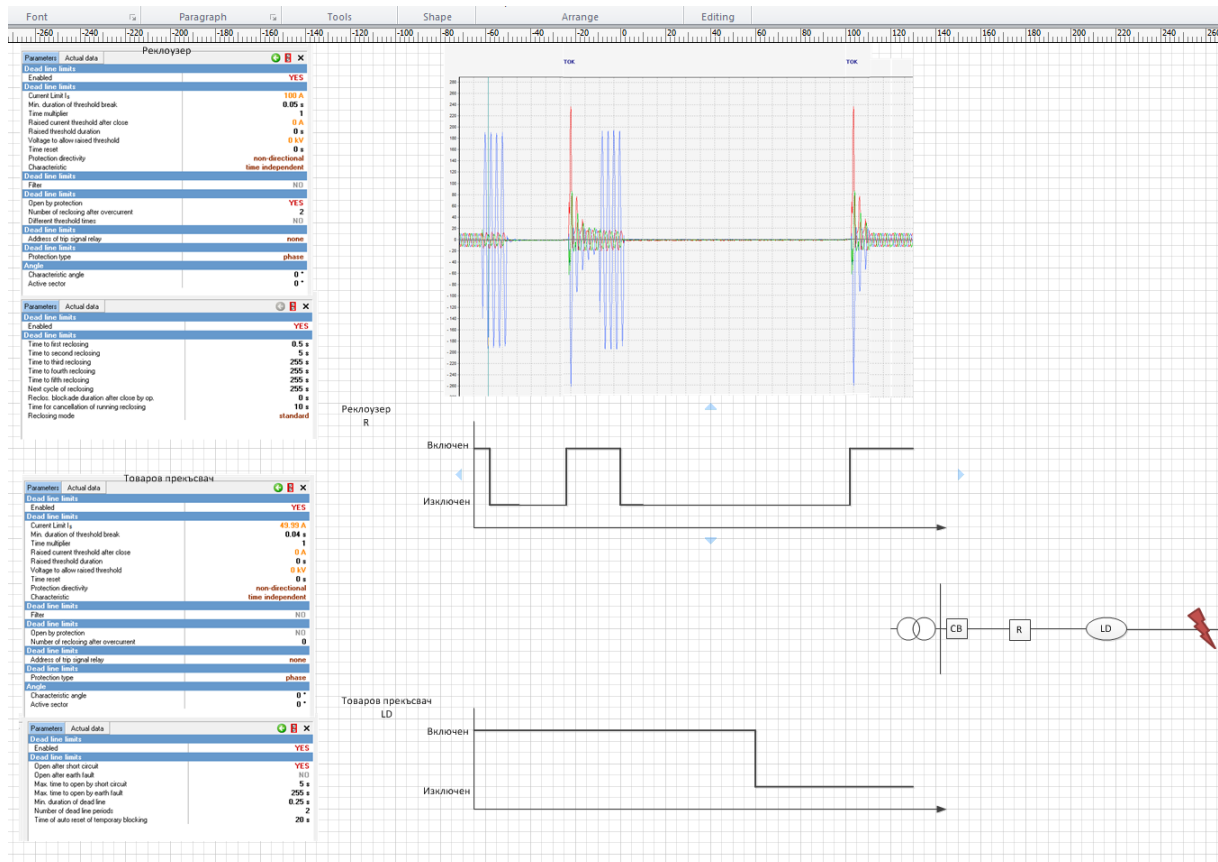
Чрез инсталирането на реклоузери и сеционери се намалява времето на смущение в електрозахранването и броят на пробните включения вследствие на преходни къси съединения, като по този начин се подобряват показателите за качество на електрическата енергия SAIDI и SAIFI. Преходните къси съединения са причинени, например, от моментно докосване на въздушните линии от клони на дървета, докато падат на земята, при бури и т.н. Това са около 80% от случаите на прекъсване на захранването.



Фиг. 2 Преходен процес и установен режим при включване на секционен участък



Фиг. 3 Късо съединение в електропровод без инсталирани реклоузери



Фиг. 4 Преходни процеси при късо съединение в участък след монтиране на реклоузер и товаров прекъсвач (секционер)

Освен това се контролира състоянието на изолаторите и появата на земно съединение и електрозахранването се възстановява автоматично за няколко секунди, без да е необходимо посещение на обекта.

Внедряването на SCADA-система създава възможност за бърза реакция на аварийната група и намаляване на времето за пътуване до мястото на повредата, както и за дистанционно изключване на част от въздушния електропровод при работа на персонала по поддръжка и осигуряване на захранване на потребителите от съседни електропроводи.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Ware S., Improving Network Reliability with Reclosers, G&W, FECA Meeting, 2012
- [2] Aydin Y. Z., K. Brown, A. Campbell, Smart Recloser Circuit Breaker, Worcester Polytechnic Institute, 2009
- [3] Димитрова Е., Система за дистанционно управление на влаковото движение, VIII научна конференция "ЕФ 2016", 12-15.09.2016, Годишник на Технически Университет - София, ISSN 1311-0829, том 67, кн. 1, 2017, стр. 407-412
- [4] Димитрова Е., SCADA-системи за сградна автоматизация, III научна конференция с международно участие „КЕИТ 2016“, Н. сп. "Механика, Транспорт, Комуникации", ISSN 1312-3823, том 14, брой 3/2, 2016, статия № 1395, стр. X-26 – X-31
- [5] Сигнализатор на земни и къси съединения с дистанционно предаване на данни, за въздушни електропроводи 20 kV, с посочно действие, Техническа спецификация, ЧЕЗ Разпределение България АД, 2017
- [6] Телеуправляем триполюсен товаров прекъсвач, секционен тип, за монтиране на открито, Техническа спецификация, ЧЕЗ Разпределение България АД, 2017
- [7] Телеуправляем триполюсен, двупозиционен прекъсвач - Реклоузер, за монтиране на открито, Техническа спецификация, ЧЕЗ Разпределение България АД, 2015

REMOTE MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM OF 20 KV DISTRIBUTION NETWORK

Gulek Nedjib, Vasil Dimitrov
vdimitroff@abv.bg

Todor Kableshkov University of Transport – Sofia
158 Geo Milev Str., Sofia 1574,
BULGARIA

Key words: SCADA systems, automatic recovery, recloser

Abstract: Many faults in the overhead distribution system are temporary in nature (80-90% - storm, flash over of insulators, temporary tree contacts, etc.). Thus, taking a line permanent outage may lead to unnecessary long loss of service to customers. Hence, many utilities use fast automatic reclosers and three and occasionally four attempts to restore service before lock out. These contemporary devices allow involving in SCADA systems for remote control. In this paper, such a system for remote monitoring and management of 20 kV distribution network in the region around Sofia is described. Data acquisition concerning currents, voltages, power and many other parameters, as well as the controlled devices state is provided. Real time measurements and switching Off/On at faults are presented.