

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ПОВРЕДИ, СИГНАЛИЗИРАНИ ОТ SCADA СИСТЕМАТА ЗА МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ НА ТЯГОВИ ПОДСТАНЦИИ В МЕТРОПОЛИТЕН

Васил Димитров, Мартин Гетов

vdimitroff@abv.bg, martin.d.getov@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
гр. София, ул. „Гео Милев” 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: *тягова понизителна станция (ТПС), диспечерски системи (ДС), SCADA*

Резюме: *Тяговите понизителни подстанции (ТПС) в „Метрополитен” София се използват за осигуряване на захранване на тяговия подвижен състав (метро влаковете) и на всички електрически консуматори в дадена метростанция. Захранването на тези подстанции е с променливо напрежение 10 kV, задължително от два външни независими един от друг захранващи източника (градски подстанции).*

Контролът на съоръженията във всички токоизправителни станции се извършва от Централен диспечерски пункт (ЦДП). Системата за управление е необходимо да бъде с висока надеждност поради важността на управляваните съоръжения. Автоматизираното управление на сложни динамични процеси с повишени изисквания по отношение на безопасността и надеждността е осъществено чрез диспечерска система за управление и събиране на данни (SCADA – supervisory Control And Data Acquisition). В доклада е представена SCADA системата, внедрена за мониторинг и управление на електросъоръженията по трети метро диаметър в София (М-3). Описани са използваните схеми, систематизирани са виртуалните изображения на контролираните обекти на мониторите в ЦДП, както и техните символни положения. Представени са начините за идентификация на възникнали повреди, както и последиците от загуба на комуникация между обектите и ЦДП. Представена е последователност от действия за отстраняването на възникнала конкретна авария.

ВЪВЕДЕНИЕ

Телемеханиката, с нейните средства и методи, осигурява обмен на информация между контролируемите обекти и съответните устройства за управление, разположени в контролния център (Централен диспечерски пункт – ЦДП) и човека-оператор [1]. Може да се приеме, че телемеханиката е тази област от науката и техниката, която се занимава с разработването на методи и средства за автоматично събиране на данни, тяхното предаване и обработка и управление от разстояние без участието на човека или с негово ограничено участие.

Телемеханичните системи, намерили приложение в транспорта и енергетиката, по същество са автоматизирани системи за управление – дотолкова, доколкото успоредно с автоматичните устройства, в определени моменти се налага и пряко участие на човека в управлението на процесите – това са т.нар. системи за оперативно диспечерско управление. Като основен и все по-перспективен метод за автоматизирано управление на сложни динамични процеси в жизнено важни и критични отрасли от гледна точка на безопасността и надеждността се възприемат диспечерските системи за управление и събиране на данни (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition). SCADA може да се приеме като процес на събиране в реално време на огромно количество информация от отдалечени териториално обекти с цел обработка, анализ и управление. Изискването за обработка в реално време се определя от необходимостта за доставяне на всички необходими съобщения и данни на вниманието на оператора. Това са адаптивни централизирани системи – в контролния център се извършва централизирано наблюдение и контрол на състоянието на обектите и обработка на алармите, като информацията се предава по комуникационна мрежа, покриваща големи разстояния. На базата на получената информация от отдалечените обекти (станции), автоматично или чрез оператор, се изработват управляващи команди, които се изпращат обратно към отдалечените устройства, често наричани полеви обекти. Полевите устройства извършват локални действия, като отваряне и затваряне на клапани и прекъсвачи, събиране на данни от сензорните системи и наблюдение за алармени състояния на околната среда [2].

В доклада е представена SCADA системата, внедрена за мониторинг и управление на електросъоръженията по трети метро диаметър в София (М-3). Систематизирани са изображенията на контролираните обекти, начините за идентификация на възникналите аварии, както и последиците от загуба на комуникация между обектите и ЦДП. Предложена е последователност от действия за отстраняването на конкретна авария.

ВИРТУАЛНО ИЗОБРАЖАВАНЕ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ЕЛЕКТРОСЪОРЪЖЕНИЯТА

Електрозахранването на тяговите понизителни станции (ТПС) в Метрополитен - София е реализирано със средно напрежение 10 kV AC от две независими градски подстанции, от които до ТПС достигат два захранващи въвода (основни). Във всяка ТПС има допълнително и два междинни въвода, които осигуряват връзка между две съседни ТПС. Тяхната задача е да осигурят захранване на ТПС при отпадане на напрежението по основните въводи от градската подстанция [2, 3].

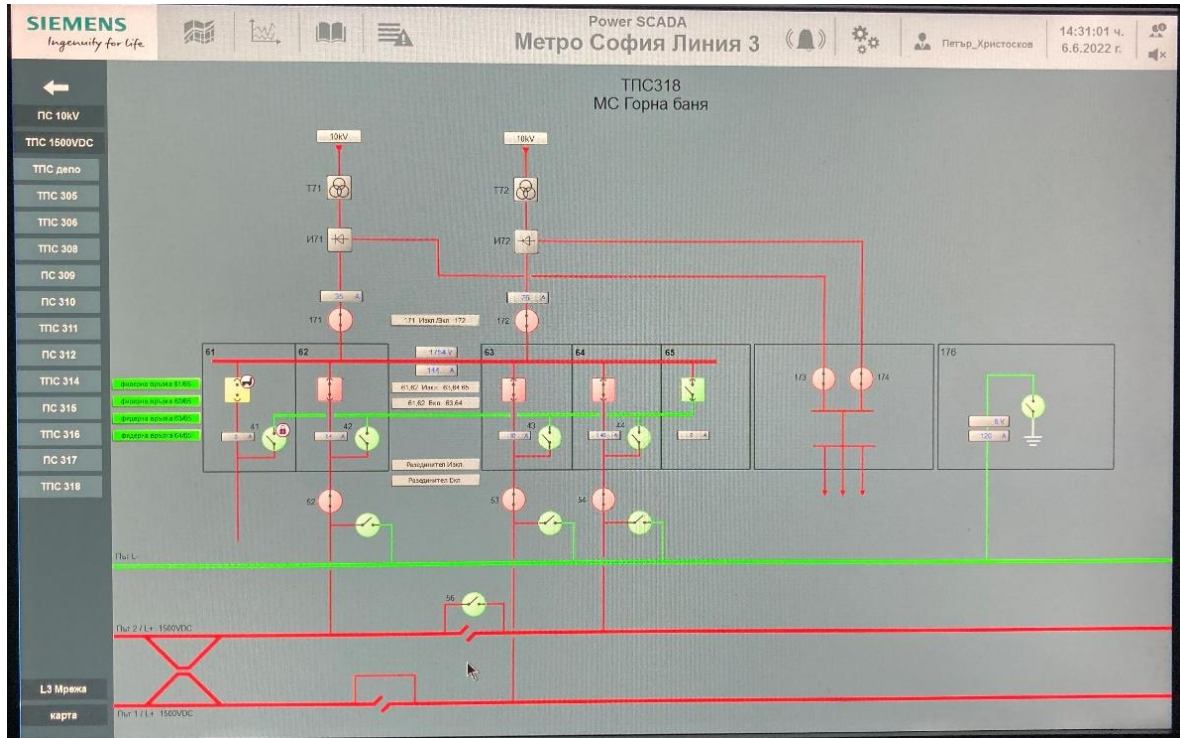
Тяговите трансформатори (трифазни) понижават напрежението от 10 kV AC на 1200 V AC, а след токоизправителите напрежението се преобразува в постоянно 1500 V DC. Силовите трансформатори работят в паралел, като важно условие за това е те да имат еднакви групи на свързване, като за Метрополитен – София са триъгълник-звезда-триъгълник. Броят на силовите трансформатори в една ТПС са два [4]. По проект ТПС работи с два силови трансформатори [5].

В диспечерския център е осигурено дистанционно наблюдение на състоянието на електросъоръженията (виртуално изобразяване на монитори). На фиг. 1 е представено изображението на еднолинейна схема на разпределителна уредба 1500 V на ТПС 318 „Горна Баня“ от М-3, а на фиг. 2 – изображението на разпределителна уредба 10 kV и разпределителна уредба 440 V в същата ТПС.

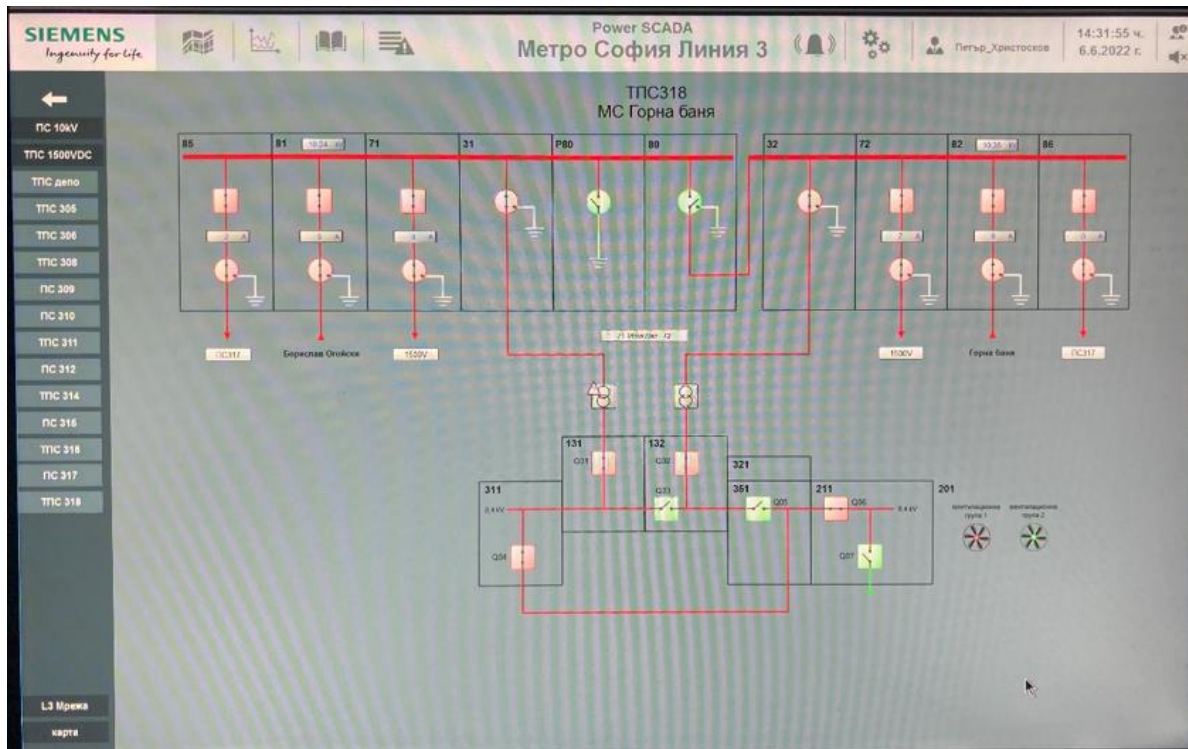
Описанието на управляваните обекти чрез SCADA системата и тяхното изображение, представящо текущото състояние на контролираните електросъоръжения (символното положение), е систематизирано в Табл. 1.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ПОВРЕДА

На фиг. 1 и фиг. 2 при нормални условия на работа на ТПС в цветната схема на панела за управление на електродиспечера всички включени съоръжения са оцветени в червено, а всички изключени са в зелено. При възникване на авария, освен цветовото променяне на схемата (червено или зелено), се получава и промяна на символното положение в цветните обозначения. На фиг. 1 се вижда авария при БДП 61.






Фиг. 1. Еднолинейна схема на разпределителна уредба 1500V на ТПС 318 „Горна Баня“



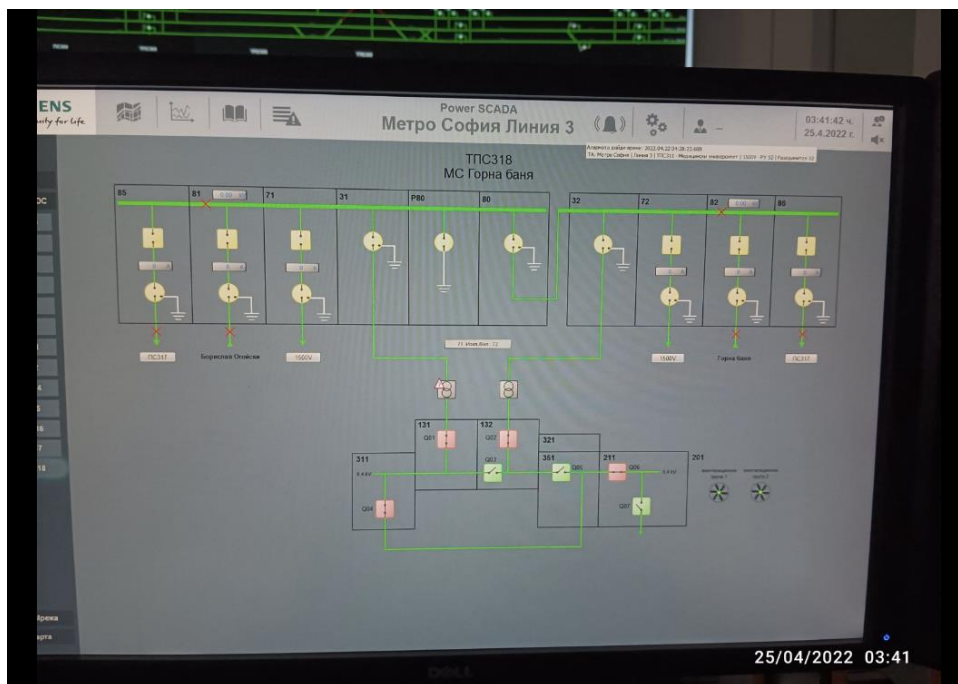
Фиг. 2. Разпределителна уредба 10 kV и Разпределителна уредба 440 V

Табл. 1. Обекти, изобразяващи текущото състояние на електросъоръженията

Символ	Наименование	Описание
	Силов трансформатор	Оцветява се в червено, когато протича ток; зелено – когато не протича ток; в оранжево – за повишена температура на трансформатора.
	Изправителен блок	
	Ножов разединител	Оцветява се в червено – в работно положение; в зелено – при положение заземено.
	Прекъсвач, подлежащ на телеуправление	Оцветява се в зелено – за състояние изключено; в червено – за включено.
	Бързодействащ прекъсвач (БДП)	Оцветява се в зелено – за състояние изключено; в червено – за включено.
	Прекъсвач	Оцветява се в зелено – за състояние изключено; в червено – за включено.
	Тунелен разединител	Оцветява се в зелено – за състояние изключено; в червено – за включено.
	Секционен разединител	Оцветява се в зелено – за състояние изключено; в червено – за включено; жълто – за състояние заземено.
	Вентилационна група	Оцветява се в зелено – за състояние изключено; в червено – за включено.

При изгубена комуникация в ТПС на схемата за РУ 10 kV AC има липса на индикация за положение на прекъсвачите и разединителите (символното положение липсва от схемата и оцветяването е в жълто). При нормално работещите съоръжения се виждат положенията на прекъсвачите и разединителите в схемата.

Представена е възникнала авария (отпаднала комуникация) в ТПС 318 „Горна Баня” от трети метро диаметър (фиг. 3). При такава ситуация диспечерът няма възможност да управлява дистанционно съоръженията в дадената ТПС и да знае в какво положение са прекъсвачите и разединителите, както и състоянието на останалите устройства. При загуба на комуникацията отново има липса на обозначението на положението и състоянието на всички прекъсвачи, трипозиционни разединители и ножовите разединители (символното положение липсва от схемата и са оцветени в жълто).



Фиг. 3. Разпределителна уредба 1500 V

При възникналата авария със загуба на комуникацията излизат сигнали за следните повреди и състояния на прекъсвачи и разединители: повреда в комуникация, неопределено състояние на превключване, повреда в прекъсвача, отпаднал оперативен автомат и др.

Повредите се отнасят за: повреда в комуникация в PLC, всички съоръжения в РУ 10kV – КРУ (71, 72, 80, 81, 82, 86, 88), РУ 1500V: бързодействащи прекъсвачи (БДП) от 61 до 65, тунелни разединители от 51 до 57, ножови разединители от 41 до 44, разединители 171, 172, 173, 174 в изправителни шкафове И71 и И72 и прекъсвачи в РУ 400V от Q01 до Q07 [5].

Последователност от действия за отстраняването на възникналата авария: изключва се оперативното напрежение $U_{оп.}$ на КРУ32, КРУ82 и КРУ86, рестартира се Оперативният панел за сигнализация и комуникация (ОПСК) с автомат F 210, рестартират се $U_{оп.}$ на БДП от 61 до 65, включва се $U_{оп.}$ на КРУ32, КРУ82 и КРУ86.

След тези действия е възстановена комуникацията между обекта и ЦДП и индикацията на мониторите показва реалното състояние на съоръженията, подобно на фиг. 2.

ИЗВОДИ

В настоящия доклад е описано предназначението и действието на система за автоматизирано управление на сложни динамични процеси в жизнено важни и критични отрасли от гледна точка на безопасността и надеждността – SCADA системата за мониторинг и управление на електросъоръженията по трети метро диаметър. Систематизирани са изображенията на контролираните обекти на мониторите в ЦДП, както и техните символни положения. Описани са необходимите действия за отстраняване на възникналата в случая авария.

Повишаването на сигурността и ефективността на SCADA системата се постига с актуализация (update) на софтуера през определено време [6]. По този начин се отстраняват дребни несъответствия и софтуерни проблеми, появили се по време на работа на системата.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Горанов Е., Е. Димитрова, Системи за дистанционен контрол и управление в транспорта, София, 2010
- [2] Димитрова Е., Управление и контрол на пространствено разсредоточени обекти в транспорта и енергетиката, Монография, Годишник на ВТУ „Тодор Каблешков”, бр. 7, София, 2016
- [3] Dimitrova E., Models of objects of control in SCADA – System for Monitoring and Operational Dispatching on Metropolitan-Sofia, Acad. Journal „Information Technologies and Control“, No 3 / 2013, pp. 30-35, DOI: 10.2475/itc-2013-0013, 2013
- [4] Томчева М. Изследване и анализ на параметрите на видовете токоизправителни схеми, експлоатирани в токоизправителни станции, Н. сп. „Механика, Транспорт, Комуникации”, том 16, брой 3/2, стр. X-105 – X-110, статия № 1730, 2018
- [5] Техническа документация на тягови изправителни станции (ТПС) на „Метрополитен-ЕАД” София
- [6] [Съвременни SCADA системи \(engineering-review.bg\)](http://engineering-review.bg)

IDENTIFICATION OF FAILURES SIGNALLED BY THE SCADA SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROL OF TRACTION SUBSTATIONS IN METROPOLITAN

Vasil Dimitrov, Martin Getov

*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

Keywords: traction substation, dispatching systems (DS), SCADA

Abstract: Traction substations (TSS) in "Metropolitan" Sofia serve to provide power supply to traction rolling stock (metro trains), as well as to all electrical consumers in a given metro station. These substations are supplied with an alternating voltage of 10 kV, necessarily from two external independent power sources (city substations).

The control of the devices in each rectifier station is carried out by the Dispatch Center (CDP). The system for control needs to be of high reliability due to the importance of the controlled facilities. The automated management of complex dynamic processes with increased requirements in terms of safety and reliability is carried out through a supervisory control and data acquisition system (SCADA). The report presents the SCADA system implemented for the monitoring and management of electrical devices along the third metro diameter (M-3). The schemes used are described, the virtual images of the controlled objects on the monitors in the CDP are systematized, as well as their symbolic positions. The ways of identifying failures that have occurred are presented, as well as the consequences of a loss of communication between the objects and the CDP. A methodology for actions to eliminate an accident occurred has been developed.