

АНАЛИЗ НА ПОВРЕДИ И ДЕФЕКТИ, ВЪЗНИКНАЛИ В НОРМАЛЕН РЕЖИМ НА РАБОТА НА ТЯГОВИ ПОДСТАНЦИИ В МЕТРОПОЛИТЕН

Мартин Гетов, Васил Димитров
martin.d.getov@abv.bg, vdimitroff@vtu.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
София 1574, ул. „Гео Милев” № 158
БЪЛГАРИЯ*

Резюме: Въвеждането в експлоатация на едни от най-старите метростанции и съответните тягови понизителни станции (ТПС) в „Метрополитен” – София („Константин Величков“, „Вардар“, „Западен парк“, „Люлин“) става на 28.01.1998 г. Във всяка от тези ТПС се използват стандартизирани и уеднаквени съоръжения и уредби, които са захранени с входно променливо напрежение 10 kV от няколко независими източника. Функцията, за която са предназначени тези съоръжения, е основно да се осигури и обезпечи надеждно електрозахранване от контактната релса (КР) на съответния участък за движение с постоянно напрежение +850V, както и осигуряване на необходимото захранване за всички останали консуматори на дадената метростанция (осветление, ескалатори, асансьори, аварийно осветление и др.). Сигурността на захранването на контактната релса, безопасното движение на влаковете и сигурният и безопасен превоз на пътниците са най-важните задачи за изпълнение на подземния транспорт в град София.

Управление на всички съоръжения във всяка ТПС, събирането на данни за случващите се събития по време на нормалната работа на тяговата подстанция и сложните динамични процеси, се осъществява чрез диспечерска система за управление и събиране на данни SCADA. Чрез нея се реализира контрол и се следи състоянието на всички основни съоръжения, като се предава информацията в Диспечерския център. В доклада са разгледани едни от най-често получаващите се повреди и дефекти в процеса на нормална работа (нормален режим на работа) в ТПС в Метрополитен-София. Посочени са конкретни проблемни зони, възникнали повреди и звена, както и последствията от тези повреди и дефекти.

Ключови думи: тягова понизителна станция (ТПС), Supervisory Control And Data Acquisition System SCADA

ВЪВЕДЕНИЕ

Контрол и управление на тяговите понизителни подстанции в системата на Метрополитен – София се осъществява от централен диспечерски пункт (ЦДП) посредством системата за управление SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition System) и чрез модулите за управление и комуникация. Системата SCADA работи както в нормален, така и в сервизен режим. За нормален е приет този режими, в който се осъществява превоз на пътниците през деня, а ремонтен (през нощта) е този, в който се извършват дребни по обем или малки ремонти. По време на нощния режим се извършва и профилактика на дадени съоръжения, за които няма възможност да се извърши обслужване или ремонт в нормалния режим на работа [1, 2].

При нормален режим на работа електро диспечерът има възможност да прави при необходимост превключвания на контролираните от него съоръжения: тунелни разединители, бързодействащ прекъсвач (БДП), разпределителна уредба 10 kV и др. При възникването на дадена ситуация вследствие на авария или необходимост от превключване по някаква друга причина съоръженията могат да се включват или изключват.

SCADA системата осъществява постоянен мониторинг на съоръженията във всички тягови понизителни станции и може да се проследи състоянието на съоръженията в работен и в сервизен режим. При възникване на даден проблем се появява съответен алармиращ сигнал (звук, светлинен или комбиниран). Софтуерно системата запомня няколко хиляди събития, които са се случили по време на работа в различните режими – нормален или сервизен. След определен брой събития, зададен софтуерно (от няколко хиляди до няколко десетки хиляди), тя автоматично ги изтрива от своята памет, като се започва от най-старите записани събития в аварийния буфер на системата [3].

При възникване на аварийна ситуация (напр. при разпадане на комуникацията с дадена ТПС е невъзможно управление от ЦДП на съоръженията в нея) има възможност за локално управление от оперативния ремонтен персонал, имащ право и притежаващ необходимата квалификация за извършване на превключвания [2]. При необходимост след възникване на дадена аварийна ситуация по нареждане на електро диспечера могат да се направят следните превключвания:

- дистанционно - от ЦДП посредством SCADA системата;
- от контролния панел в съответната ТПС;
- при преминаване на ръчен режим на управление – посредством превключване на управление от дистанционно на местно (ръчно).

Последиците от възникване на загубата на комуникацията между електро диспечера и съоръженията в изследваните и анализирани в доклада тягови понизителни подстанции (ТПС) по една или друга причина водят до влошаване и нарушаване на основната и приоритетна задача на Метрополитен - София, а именно безаварийното и сигурно превозване на пътници от една точка на столицата до друга.

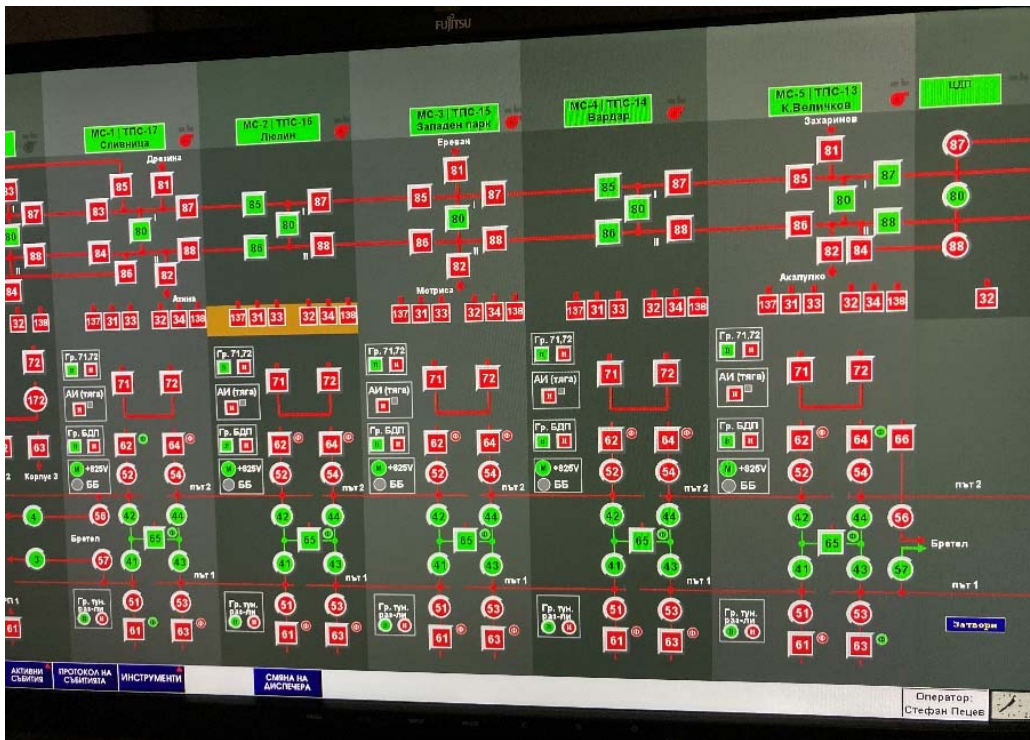
За осъществяването на изследването, свързано с промяната на сигурността и качеството на основната услуга вследствие възникването на различни повреди, беше извършен мониторинг на едни от най-старите метростанции „Константин Величков“, „Вардар“, „Западен парк“, „Люлин“ със съответните към тях ТПС-13, ТПС-14, ТПС-15 и ТПС-16 (въведени в експлоатация на 28.01.1998 г.) [4]. Процесът на изследване е проведен в продължение на една календарна година и е извършен анализ на най-често получаващите се аварии по време на нормална експлоатация.

ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ НА ВЪЗНИКНАЛИ ПОВРЕДИ В РАЗЛИЧНИ РЕЖИМИ НА РАБОТА

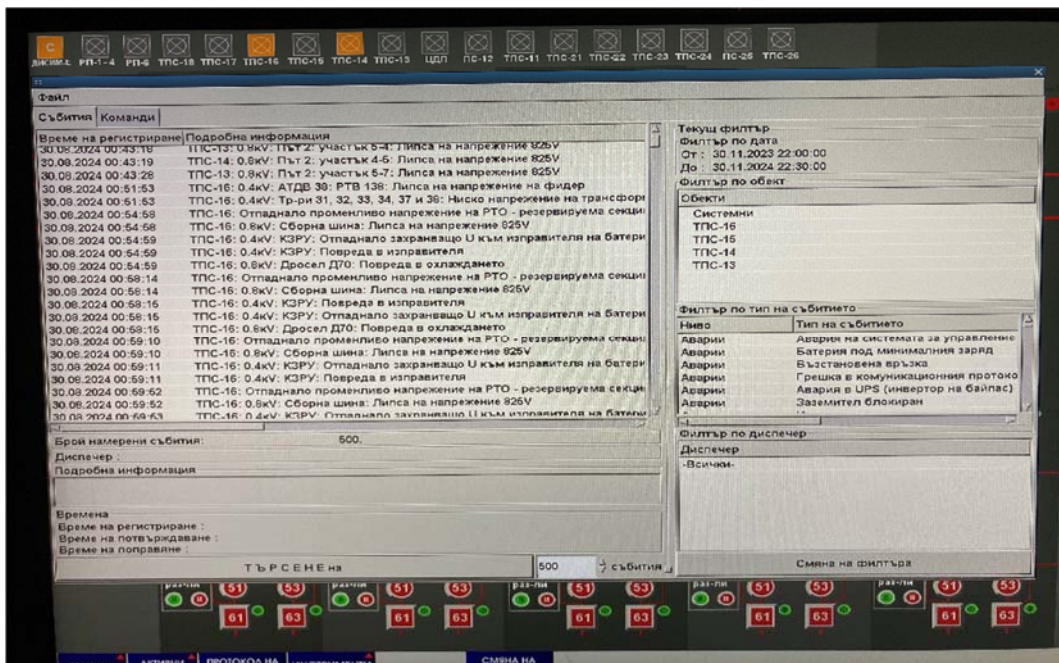
На фиг. 1 е показана схема при нормален режим на работа на част от ТПС на лъч-1 в Метрополитен София. На диспечерският пулт са изобразени ТПС и състоянието на основните съоръжения в тях.

На фиг. 2 е показано селекционното меню на системата SCADA - чрез него след обработени общо около двадесет и четири хиляди събития бе достигнато до следните изводи за най-често получаващи се повреди:

- повреда в комуникацията с ТПС;
- неуспешно изпълнение на команда (вкл. или изкл.) за даден БДП;
- повреда в тунелен разединител;
- повреда в изправителя на КЗРУ;
- отпаднало захранване на КЗРУ;
- повреда във вентилационна група.



Фиг. 1. Основен диспечерски пулт за управление



Фиг. 2. Селекционно меню в системата SCADA

На фиг. 3 повредите са изобразени в селекционното меню. Там може подробно да се проследи какво се е случило с огромна точност, като всяко събитие е отбелязано с час, дата, минути и секунди.

На фиг. 4 е показано как системата сигнализира при възникване на повреда или проблем с дадено съоръжение – чрез звук, светлинен или комбиниран сигнал.

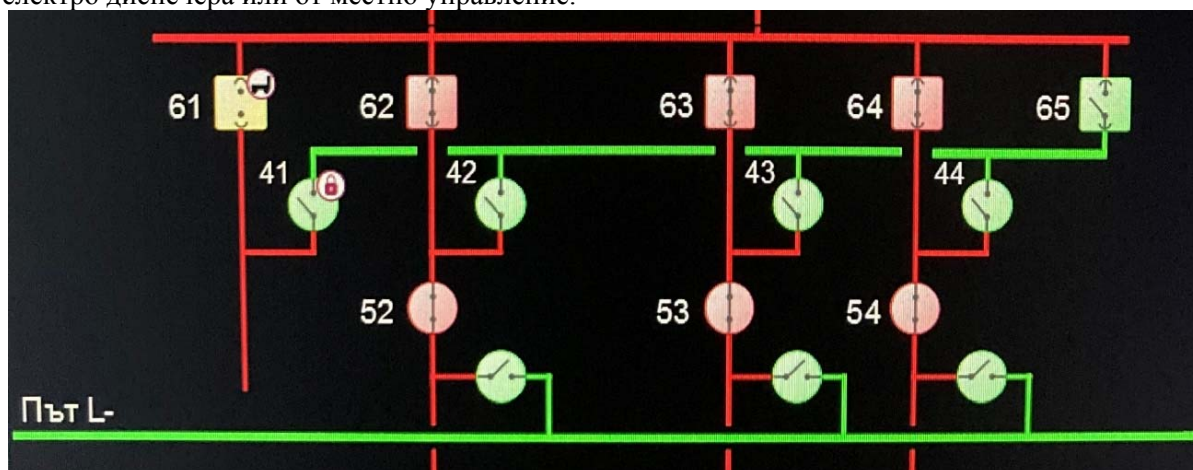
Време на регистриране	Подробна информация
30.08.2024 00:43:18	ТПС-13: 0.8кV: Път 2: участък 5-4: Липса на напрежение 825V
30.08.2024 00:43:19	ТПС-14: 0.8кV: Път 2: участък 4-5: Липса на напрежение 825V
30.08.2024 00:43:28	ТПС-13: 0.8кV: Път 2: участък 5-7: Липса на напрежение 825V
30.08.2024 00:51:53	ТПС-16: 0.4кV: АДВ 38: РТВ 138: Липса на напрежение на фидер
30.08.2024 00:51:53	ТПС-16: 0.4кV: Тр-ри 31, 32, 33, 34, 37 и 38: Ниско напрежение на трансформатор
30.08.2024 00:54:58	ТПС-16: Отпаднало променливо напрежение на РТО - резервируема секция
30.08.2024 00:54:58	ТПС-16: 0.8кV: Сборна шина: Липса на напрежение 825V
30.08.2024 00:54:59	ТПС-16: 0.4кV: КЗРУ: Отпаднало захранващо U към изправителя на батери
30.08.2024 00:54:59	ТПС-16: 0.4кV: КЗРУ: Повреда в изправителя
30.08.2024 00:54:59	ТПС-16: 0.8кV: Дросел Д70: Повреда в охлаждането
30.08.2024 00:58:14	ТПС-16: Отпаднало променливо напрежение на РТО - резервируема секция
30.08.2024 00:58:14	ТПС-16: 0.8кV: Сборна шина: Липса на напрежение 825V
30.08.2024 00:58:15	ТПС-16: 0.4кV: КЗРУ: Повреда в изправителя
30.08.2024 00:58:15	ТПС-16: 0.4кV: КЗРУ: Отпаднало захранващо U към изправителя на батери
30.08.2024 00:58:15	ТПС-16: 0.8кV: Дросел Д70: Повреда в охлаждането
30.08.2024 00:59:10	ТПС-16: Отпаднало променливо напрежение на РТО - резервируема секция
30.08.2024 00:59:10	ТПС-16: 0.8кV: Сборна шина: Липса на напрежение 825V
30.08.2024 00:59:11	ТПС-16: 0.4кV: КЗРУ: Отпаднало захранващо U към изправителя на батери
30.08.2024 00:59:11	ТПС-16: 0.4кV: КЗРУ: Повреда в изправителя
30.08.2024 00:59:52	ТПС-16: Отпаднало променливо напрежение на РТО - резервируема секция
30.08.2024 00:59:52	ТПС-16: 0.8кV: Сборна шина: Липса на напрежение 825V
30.08.2024 00:59:53	ТПС-16: 0.4кV: КЗРУ: Отпаднало захранващо U към изправителя на батери

Брой намерени събития: 500.
Диспечер :
Подробна информация

Фиг. 3. Примерни аварийни сигнали от SCADA системата

При отпаднала комуникация с едно съоръжение или цяла ТПС конкретният обект се появява оцветен в жълт цвят и се сигнализира (БДП-61 на фиг. 4). Най-честата причина за получаване на този тип събития е повреда в комуникацията. Тя може да е получена заради повреда в комуникационния кабел или повреда в някои комуникационен модул.

При механични повреди в съоръженията също има възможност да се появи сигнал за повреда в съоръжението – обикновено излиза текстово съобщение, като се изписва моментното състояние на съоръжението и че не може да се изпълни дадена команда при подаване от електро диспечера или от местно управление.



Фиг. 4. Сигнал за повреда в комуникация

НАЧИНИ НА ОТСТРАНЯВАНЕ НА ВЪЗНИКНАЛИ АВАРИИ

Методите за отстраняване на възникналите аварии са няколко. В най-добрия случай при отпадане на комуникацията може да се отстрани повредата с рестартиране на централния модул за управление на даденото съоръжение или на този за управление на тяговата подстанция. Това е възможно да се случи в много малък процент от получените се аварии. В по-голямата част от случаите е необходимо намеса на оперативния персонал, който подменя дефектирани модули или комуникационен кабел. При подмяната на дефектирал модул се правят съответните настройки и обучение на новия модул, за да може системата да го

разпознава и да приема коректно получените от него данни и да функционира нормално.

При механичните повреди в съоръженията има два варианта. Единият е свързан с подмяна на съответната дефектирала част, за да премине към нормален режим на работа. В друг случай (при по-голяма повреда) се пристъпва към цялостна подмяна на съоръжението.

ИЗВОДИ

В настоящия доклад са проследени, отделени и описани най-честите повреди, получаващи се в едни от най-старите тягови понизителни подстанции по лъч-1 в Метрополитен - София. Изследвани и анализирани са най-основните проблемни зони и повреди, възникващи в различните режими на работа (нормален и сервизен) на системата SCADA. Описани са необходимите действия и мерки за премахване на появилите се аварийни ситуации и начини на отстраняване на възникналите аварии.

Намаляването на подобен тип аварии води до повишаването на сигурността на подземния транспорт, което е от най-важното му значение. По този начин може да се премине и към развитието на транспорта и за усъвършенстването на системата SCADA, която е в постоянно развитие в течение на годините от нейното създаване до днес [5]. Това е система, която има приложение в много различни отрасли, отговаря за много важни процеси и дейности и търпи огромно развитие.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Горанов Е., Е. Димитрова, Системи за дистанционен контрол и управление в транспорта, С., 2010
- [2] Димитрова Е., Управление и контрол на пространствено разредоточени обекти в транспорта и енергетиката, Монография, Годишник на ВТУ „Тодор Каблешков”, ISSN 1314-362X 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] Техническа документация на тягови изправителни станции (ТПС) на „Метрополитен-ЕАД” София
- [5] [Съвременни SCADA системи \(engineering-review.bg\)](http://engineering-review.bg)

ANALYSIS OF DAMAGES AND DEFECTS OCCURRING IN NORMAL OPERATION OF TRACTION SUBSTATIONS IN METROPOLITAN

Martin Getov, Vasil Dimitrov

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

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

Abstract: *The commissioning of some of the oldest metro stations and the corresponding traction lowering stations (TPS) in "Metropolitan" - Sofia ("Konstantin Velichkov", "Vardar", "Zapaden Park", "Lyulin") took place on 28.01.1998. In each of these TPS, standardized and uniform equipment and systems are used, which are supplied with an input AC voltage of 10 kV from several independent sources. The function for which these facilities are intended is mainly to ensure and provide reliable power supply from the contact rail (CR) of the respective section for movement with a constant voltage of +850V, as well as to ensure the necessary power supply for all other consumers of the given metro station (lighting, escalators, elevators, emergency lighting, etc.). The security of the power supply of the contact rail, the safe movement of trains and the safe and secure transportation of passengers are the most important tasks for the implementation of underground transport in the city of Sofia.*

Management of all facilities in each TPS, the collection of data on events occurring during the normal operation of the traction substation and complex dynamic processes, is carried out through a dispatching system for control and data collection SCADA. Through it, control is implemented and the status of all main facilities is monitored, by transmitting information to the Dispatching Center. The report examines some of the most frequently occurring failures and defects in the process of normal operation (normal operating mode) in the TPS in Metropolitan-Sofia. Specific problem areas, failures and units that occurred, as well as the consequences of these failures and defects are indicated.

Key words: *traction lowering station (TPS), Supervisory Control And Data Acquisition System SCADA*