



## **МОДЕРНИЗАЦИЯ НА ТОКОИЗПРАВИТЕЛНА СТАНЦИЯ ЧРЕЗ ВНЕДРЯВАНЕ НА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ – ЧАСТ II**

**Тодор Лалев**

[tlalev@vtu.bg](mailto:tlalev@vtu.bg)

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“  
ул. „Гео Милев“ 158, 1574, София  
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** Токоизправителна станция, Система за управление, Модернизация.

**Резюме:** Токоизправителните станции (ТИС) са основен елемент от тяговата електрозахранваща система (ТЕС) на градския транспорт, осигуряващи преобразуването на променливия ток в постоянен, необходим за захранване на контактната мрежа (КМ) и електротранспортните средства като трамваи и трелеи (ЕТС). В контекста на проблемите с твърдите прахови частици и зеления преход, електрическият градски транспорт играе ключова роля като екологично чиста и устойчива алтернатива на традиционните видове транспорт.

В първата част на доклада е направен анализ на съществуващата ситуация, който показва, че по-голямата част от експлоатираните ТИС са морално и технически остарели, което води до нарастващи оперативни разходи, затруднена поддръжка и намалена ефективност. Изчисленията показват, че средният експлоатационен живот на ТИС в България е 37 години (изключение прави София), което значително надхвърля проектния срок от 30 години. Това подчертава належащата необходимост от модернизация, за да може системата да отговаря на съвременните изисквания за надеждност, ефективност и устойчивост.

Настоящата втора част на доклада представя конкретно предложение за модернизация чрез внедряване на система за управление в остарелите ТИС. Основната цел е оптимизиране на експлоатацията, намаляване на разходите за поддръжка и подобряване на функционалността и безопасността на електротранспортната инфраструктура.

### **1. ВЪВЕДЕНИЕ**

От първата част на доклада ясно се вижда, че ТИС в големите градове са в експлоатация средно от 37 години. Това значително надхвърля проектния експлоатационен срок и поставя належащата необходимост от модернизация.

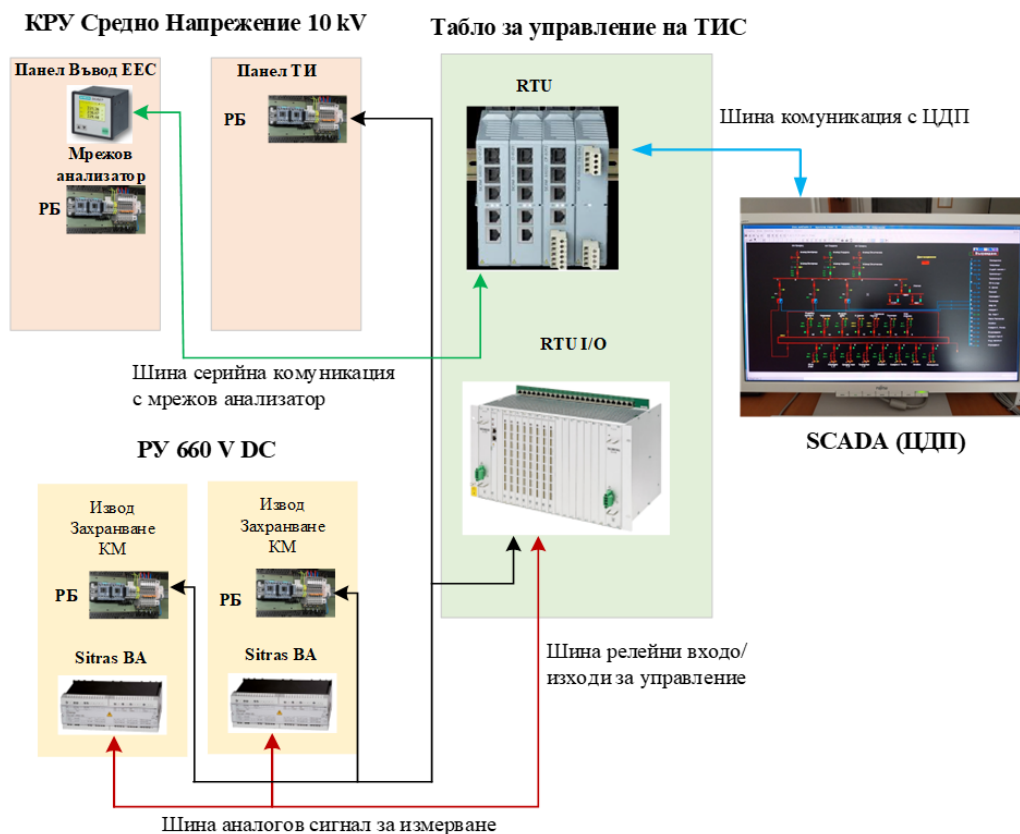
Най-добрият вариант за обновяване на ТИС би бил пълната подмяна на всички съоръжения и въвеждането в експлоатация на нова локална система за управление на станцията (ЛСУС). Въпреки това, предвид ограничените финансови ресурси на общините, алтернативно решение е внедряването на ЛСУС върху съществуващото оборудване. Това би позволило:

- Удължаване на експлоатационния ресурс на ТИС;
- Подобряване на експлоатационните показатели на оборудването;
- Автоматизирано управление и сигнализация, които намалява риска от аварии и увеличава ефективността.

Предвид горното настоящият доклад разглежда предложение за модернизация на ТИС със запазване на старото оборудване, но чрез внедряване на нова ЛСУС. Тази система ще позволи оптимално управление на наличните ресурси и ще осигури по-дълъг и по-надежден експлоатационен живот на станциите.

## 2. ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА ЛСУС НА ТИС

Предложената концепция за ЛСУС е базирана на интегрирането на локален контролер за управление (RTU) Sicam AU 8000, производство на Siemens, който ще изпълнява ключови функции по събиране, обработка и предаване на данни към бъдеща диспечерска централизация (SCADA). Централната SCADA система, трябва да бъде изградена с използване на съвременни технологии и да бъде позиционирана в диспечерския център на електротранспортното предприятие. Тя ще трябва да бъде проектирана с възможност за интеграция както с предложената в тази точка система за телеуправление, така и с изцяло реконструирани и модернизирани ТИС. В този доклад концепцията на SCADA няма да бъде разглеждана. [1,2]



Фиг. 1. Примерна топология на ЛСУ за ТИС въведен в експлоатация през 80-те миналия век

На фиг. 1 е представена топологичната структура на предложената система за управление и модернизация на ТИС. Основната цел на системата е да осигури интегрирано управление и мониторинг на съществуващите остарели съоръжения, като КРУ, ПУ 660 V DC и други ключови компоненти.

## 2.1. Описание на концепцията за управление и модернизация на ТИС

Целта при разработването на концепцията за ЛСУС е тя да бъде модулна, да предоставя максимални възможности за телеуправление и телесигнализация, както и да обхваща съоръженията като отделни единици, които да могат да функционират независимо едно от друго.

- **Концепция за управление на КРУ** - Концепцията за управление предвижда модернизация на КРУ за средно напрежение чрез инсталиране на нова измервателна система за измерване на основните електрически параметри на ТИС. В основата на тази система са мрежовите анализатори (Siemens Sicam P50), които предоставят точни данни за потреблението на електроенергия и ги предава по комуникационна шина на RTU. С внедряването на новата система ще бъде възможно да се проследява разходът на електроенергия за всеки от захранващите входове. Това ще позволи извършването на точен сетълмент, който от своя страна ще осигури по-прецизно прогнозиране на необходимата електроенергия. Освен това, този подход ще доведе до намаляване на разходите чрез елиминиране на ненужните загуби и оптимизация на енергийните ресурси.

Допълнително, панелите на КРУ ще бъдат оборудвани с нови релета за управление (РБ), които изпълняват команди от RTU към процесното ниво, включително към прекъсвачите и разединителите. Управлението се извършва чрез цифрови изходи на RTU, свързани към мрежата.

- **Концепция за управление на РУ 660 V DC** - Концепцията предвижда всеки панел от РУ да се оборудва буферен усилвател Sitras VA на Siemens, който преобразува аналоговите сигнали от шунта и делителя на напрежение в РУ в подходящ вид. Усилвателят осигурява галванично разделяне между силовите и оперативните вериги. Измерените стойности на ток и напрежение се предават на аналоговите входове на RTU I/O модула, който обработва данните. Подобно на КРУ, панелите на РУ 660 V DC трябва да се оборудват с нови релета управление (РБ), които изпълняват команди за управление на прекъсвачите и разединителите, подавани от RTU.

- **Локалният контролер за управление на ТИС (RTU)** – основен елемент в системата, който събира, обработва и предава данни към SCADA. RTU осигурява дистанционен достъп до ТИС и управление на нейната работа. Освен това е интегриран с допълнителен модул RTU I/O, който предоставя интерфейси за захранване и комуникация с различни устройства в системата. Към RTU може да бъде добавена работна станция, която да осигури на оперативния персонал възможността за дистанционно управление от местно ниво (HMI), което подобрява ефективността и реакцията на промените в състоянието на системата.

- **SCADA системата** като централна система за управление и мониторинг на ТИС, осигурява подробна визуализация на данни в реално време, позволявайки на оператора да следи състоянието на системата. Тя гарантира висока надеждност чрез резервираност, като комуникацията се осъществява през два независими канала. Системата е гъвкава и позволява интеграция както със съществуващите, така и с изцяло модернизиран ТИС.

Тук е важно да се отбележи, че за да бъде модернизацията ефективна и да доведе до реално подобрене на експлоатационните характеристики на ТИС, то ЛСУС трябва да обхване всички съоръжения в ТИС. Това включва КРУ, РУ 660 V DC, измервателни устройства и комуникационни модули.

Изграждането на система за измерване на основните електрически величини – ток, напрежение, мощност и енергийни загуби – е критично важно.

Ако тези измервателни параметри не бъдат осигурени, модернизацията губи своя смисъл, тъй като операторите няма да могат да следят реалното състояние на

оборудването и да оптимизират работата на системата. Липсата на надеждни измервания ще доведе до невъзможност за правилен енергиен мениджмънт, което би намалило ефективността на модернизацията и би оставило ТИС уязвими към неизправности и загуби на енергия.

Следователно, за да има реален резултат от модернизацията на ТИС то ЛСУС трябва да обхване всички ключови съоръжения в станцията и осигури пълно измерване и анализ на основните електрически величини.

### **3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Анализът в първата част на доклада показва, че средният експлоатационен живот на ТИС в големите градове е 37 години, което значително надхвърля проектния срок от 30 години и налага спешна модернизация.

Втората част на доклада разгледа възможностите за модернизация на ТИС чрез внедряване на ЛСУС. Такова решение би позволило отлагане на необходимостта от цялостна реконструкция, като в същото време подобри експлоатационните показатели и оптимизира управлението на наличните ресурси на оборудването в ТИС.

Предложеното решение за интеграция на ЛСУС върху съществуващите съоръжения представлява икономически ефективен и технически приложим вариант, който ще осигури:

- Удължаване на експлоатационния ресурс на ТИС;
- Подобряване на надеждността и ефективността на оборудването;
- Автоматизиран мониторинг и контрол, което намалява риска от аварии;
- Оптимизиране на разходите чрез по-добро управление на енергийните ресурси;
- Възможност за бъдеща интеграция със SCADA система и централизирано управление.

Чрез внедряването на RTU и бъдеща SCADA система, операторите ще могат да визуализират състоянието на обектите в реално време и да извършват дистанционно управление на ТИС. Това ще улесни експлоатацията и поддръжката на системите, като същевременно подобри оперативната ефективност и намали разходите.

В заключение, модернизацията на ТИС чрез ЛСУС представлява оптимален компромис между финансовата достъпност и техническата ефективност. Това решение ще позволи значително подобряване на експлоатационните показатели на електротранспортната инфраструктура, като същевременно запази възможностите за бъдещо развитие и интеграция с цялостна система за управление.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Siemens. Sitras MDC: DC Protective Unit and Controller for DC Traction Power Supply, Operating Instructions. Siemens Mobility, Available: <https://siemens.com/rail-electrification>. налично към 12.12.24г..

[2] Siemens. Automation and remote terminal units - SICAM A8000 налично към 12.12.24г. <https://www.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/substation-automation/automation-and-remote-terminal-units-sicam-a8000-series.html>

# MODERNIZATION OF A TRACTION POWER SUBSTATION WITH THE IMPLEMENTATION OF A STATION CONTROL SYSTEM – PART II

**Todor Lalev**  
[tlalev@vtu.bg](mailto:tlalev@vtu.bg)

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

**Key words:** *Traction power substation, Station Control System.*

**Abstract:** *Rectifier stations (RS) are a fundamental component of the traction power supply system (TPS) in urban transport, ensuring the conversion of alternating current into direct current, which is essential for powering the contact network (CN) and electric transport vehicles such as trams and trolleybuses (ETV). In the context of air pollution from particulate matter and the green transition, electric urban transport plays a key role as an environmentally friendly and sustainable alternative to conventional transportation modes.*

*The first part of this report provided an analysis of the current situation, revealing that most operational RS are both morally and technically outdated, leading to increasing operational costs, challenging maintenance, and reduced efficiency. Calculations indicate that the average operational lifespan of RS in Bulgaria is 41.7 years, significantly exceeding the designed lifespan of 30 years. This highlights the urgent need for modernization to ensure the system meets contemporary reliability, efficiency, and sustainability requirements.*

*This second part of the report presents a specific modernization proposal through the implementation of a control system in existing RS. The primary goal is to optimize operations, reduce maintenance costs, and enhance the functionality and safety of the electric transport infrastructure.*