

ОСОБЕНОСТИ НА СЪВМЕСТНАТА РАБОТА НА СИСТЕМИТЕ SCADA И NMS В ЖП ИНФРАСТРУКТУРА

Цветелина Симеонова
ts.b.simeonova@abv.bg

*Висше транспортно училище "Тодор Каблешков"
гр. София, ул. "Гео Милев" № 158
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: SCADA, NMS, жп инфраструктура, дърво на отказите.

Резюме: *Технологичното обновяване се налага в жп инфраструктура, поради изискванията за по-висока ефективност при експлоатацията. Това се отнася както за преносната среда и съответните преносни системи, така и за оборудването осигуряващо събирането, обработката и разпределението на информацията, а също и за изпълнителните устройства. Използването на съвременни информационни и комуникационни технологии (ИКТ) оказва стимулиращо влияние на развитието на свързаните подсистеми, като системите за сигнализация и управление на движението на влаковете и системата за управление на енергийните обекти на железопътната инфраструктура (SCADA), включващи модерни информационни системи за управление и контрол.*

В работата са разгледани и са обобщени функциите на системите SCADA и NMS (единна система за управление на телекомуникационната мрежа) в условията на съвместна работа в жп инфраструктура, като въз основа на приети допускания (относно техните съществени комуникационни функции) е направена примерна схема (от гледна точка на надеждност) на система SCADA (с отчитане на NMS) с цел да бъде изследвана качествено чрез дърво на отказите. Вижда се, че по-детайлно влиянието на комуникационното ниво върху надеждността на системата SCADA може да бъде определено и количествено при конкретни надеждностни параметри на компонентите (вкл. тяхното резервиране), с отчитане и на начина на управление от NMS.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

ИКТ технологии са базирани на обща платформа на мениджмънт, включваща всички функции по експлоатация и поддръжка на телекомуникационната мрежа (O&MS - Operational and Management System) и нейното управление от NMS (Network Management System).

ЖП инфраструктура се проектира и поддържа в съответствие с конкретните проекти на сигнализацията, телекомуникациите, SCADA, разединители и секционни постове на контактната мрежа, видео наблюдение, радио озвучаване и т.н.

Системата SCADA [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] на ДП "НКЖИ" служи за оперативно диспечерско управление на тяговите понижаващи подстанции (ТПС), секционни разединители и основните секционни постове (СП) от Централен диспечерски център

(ЦДЦ). За целта са предвидени съответни структура, функции и интерфейси на системата.

2. СТРУКТУРА НА СИСТЕМИТЕ SCADA И NMS

2.1. Структура на системата SCADA [8]

Общата техническа структура на системата SCADA съдържа три йерархични нива, както следва (функциите на системата са дадени в табл. 1):

- **Обектно ниво**, на което всички електросъоръжения в мрежата на SCADA са обхванати от PLC (програмируеми логически контролери) или мрежа от PLC, които са конфигурирани по такъв начин, че да могат да обхващат всички информационни и управляеми точки. От операторски пулт на PLC на съответния обект може да се извършва неговото дистанционно управление.

- **Комуникационно ниво** - осъществява двупосочна комуникация между ЦДЦ и PLC на обекта по съответен протокол. Комуникацията между ЦДЦ и обектите се осъществява по обща за участъка линия за връзка, която е резервирана.

- **Диспечерско ниво** - организирано е като високоскоростна локална мрежа (Ethernet).

Табл. 1. Функции на системата SCADA.

Функции на системата SCADA	НИВА:		
	Обектно	Комуникационно	Диспечерско
ПРОЦЕСНИ (ВЪНШНИ) ФУНКЦИИ			
за контрол и управление на електросъоръженията в подстанции, секционни постове и технологични съоръжения			
– събиране на динамична информация за текущото състояние на технологичните съоръжения и стойности на технологични параметри;	X	X	X
– подготовка и изпращане на информацията от сървърите към централния диспечерски център (ЦДЦ);			X
– онагледяване на получената в ЦДЦ информация;			X
– изпращане на управляващи команди от ЦДЦ към обектите и контрол на тяхното изпълнение.	X	X	X
СИСТЕМНИ (ВЪТРЕШНИ) ФУНКЦИИ			
за контрол и управление на работата и състоянието на самата система			
– поддържане на актуална база данни за всеки обект;			X
– поддържане на системно време и дата;			X
– вътрешен автоматичен контрол и диагностика на изправността на отделните устройства на системата;	X	X	X
– контрол за наличие на комуникация;	X	X	X
– локализиране на мястото и характера на повредата;	X	X	X
– контрол и диагностика на програмното осигуряване;	X	X	X
– формиране на алармени съобщения за появили се неизправности на обекта и в системата в процеса на работа.			X
ДОПЪЛНИТЕЛНИ ФУНКЦИИ			
– генериране на протокол на събитията;			X
– генериране на алармени и неалармени съобщения;			X
– изработване на списък на изпълнени и неизпълнени команди;			X
– изработване на списък на квитиран и неквитиран алармени съобщения;			X
– осигуряване на възможност за преглед на данните в протоколите и списъците;			X
– съхраняване на данните от протоколите и списъците за време, което да може да се задава от потребителя на системата;			X
– извеждане на актуална за момента информация или в различен отрез от минало време при необходимост и по команда от оператора;			X
– разпечатване на различни протоколи и списъци по зададени от оператора критерии.			X

2.2. Структура на системата NMS

Системата SCADA в голямата си част е разпределена (децентрализирана и деконцентрирана) следяща и управляваща система, която в нормален работен режим функционира централизирано. Информацията от обектното ниво към диспечерското ниво, както и съответните управляващи команди се предават чрез телекомуникационната мрежа (ТКМ). ТКМ изпълнява ролята на комуникационно ниво в структурата на системата SCADA. ТКМ функционира автономно, без значение има ли NMS или друга каквато и да е система (например SCADA). Обикновено, когато ТКМ се използва от високоотговорни автоматизирани системи (например SCADA), към нея се изгражда NMS. Ако например дефектира мрежово устройство или сегмент от мрежата, това се отбелязва и управлява от NMS, но не влияе на нейната работа. Такава ситуация влияе на SCADA, тъй като може да се прекъсне комуникацията. Съвременните решения за автоматизация зависят в голяма степен от надеждни ТКМ, тъй като ако дори само една част от мрежовата инфраструктура се провали, цялото решение за автоматизация ще бъде в опасност и ще доведе до скъпоструващи производствени прекъсвания. Надеждната работа на ТКМ се осигурява от системата NMS [8]. Следователно надеждната работа на системата SCADA пряко зависи от надеждността на ТКМ, за което следи системата NMS¹. Системата NMS се управлява от Център за управление (ЦУ) и като минимум поддържа SNMPv3 (Simple Network Management Protocol) (RFC (Request for Comments) 3411 – 3418). Състоянието на всеки елемент на мрежата се контролира от ЦУ посредством заявка за информация и отговор на заявката. Отделните елементи изпращат към ЦУ и непоискана, но възникнала информация. Функциите на NMS са дадени в табл. 2.

Таблица 2. Функции на NMS.

Основни функции
1. Управление на алармите
• отделните аларми се класифицират в съответствие с тяхната степен на важност/критичност
• показване на степента на алармата и нивото на ескалация на аларменото състояние
• всяка аларма за повреда може да се ескалира (например предадена за изпълнение, докладвана за изпълнена, описание на повреда и причините и др.)
• за всяка аларма се отваря отделен прозорец и се въвеждат необходимите данни
• брой на еднотипните аларми с число
• елементите и възлите, с които няма връзка през определен период от време, се показват с различен цвят
2. Конфигурация на елементите
• промяна на конфигурацията на управляваните устройства
• добавяне или премахване на нови устройства и участъци
3. Администриране на системите
• онагледяване и управление на телекомуникационната мрежа и изобразяване на състоянието на управляваните обекти; обединяване на ниво мениджмънт информацията за състоянието на управляваните обекти
• ескалация и управление на процеса на отстраняване на повредите
4. Управление на параметрите
5. Управление на сигурността
• злонамерена промяна на параметри за права на достъп на потребители и др.
Допълнителни функции
• запис и архивиране на всички събития
• отваряне на прозорец за повреда, заявена по телефона от потребители във връзка с неизобразено събитие

¹ Управляемите обекти могат да бъдат телекомуникационни устройства с мрежови портове: на цифровия мултиплекс, на мрежата за предаване на данни, непрекъсваеми токозахранващи устройства, гарови концентратори, часовници, електронни информационни табла, температурни датчици, пожароизвестяване, климатици, захранващи напрежения, централи, видеонаблюдение, електромери.

• поддържане на указател на отговорните технически лица с телефони и мейл адреси
• изпращане на мейл или SMS (short message service) (автоматично или стартирано от персонала)
• филтриране, експортиране в подходящ формат и разпечатка на събития за определен период от време
• прехвърляне на запис на видео, гласови и текстови файлове, които са генерирани и записани в локално разположени записващи устройства, за определен период от време
• експортиране и разпечатка на показанията на контролираните устройства

3. ПРИМЕРНА СХЕМА И ДЪРВО НА ОТКАЗИТЕ НА СИСТЕМА SCADA

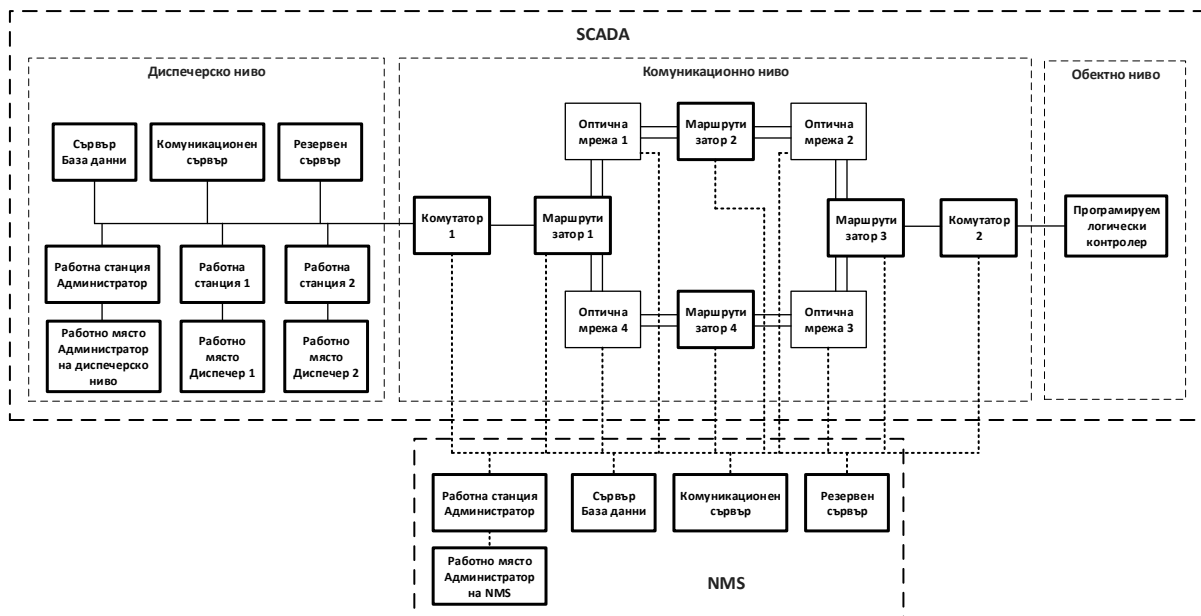
Системата SCADA в жп инфраструктура, е необходимо да бъде проектирана и изградена с висока надеждност, реализирана чрез отказоустойчивост, която може да се постигне с различни варианти на резервиране (най-често дублиране) - на ниво компонент или устройство (вкл. хардуер и софтуер).

Приети допускания за структурата на системата SCADA - фиг. 1:

- **Диспечерското ниво** включва: сървър бази данни, комуникационен сървър, резервен сървър, работна станция (PC) диспечер 1, PC диспечер 2, PC администратор на диспечерско ниво, работно място (PM) диспечер 1, PM диспечер 2, PM администратор на диспечерско ниво (сървъри). Резервният сървър има съответния софтуер и може да резервира както сървъра на бази данни, така и комуникационния сървър. PC диспечер 2 и PM диспечер 2 резервира PC диспечер 1 и PM диспечер 1.

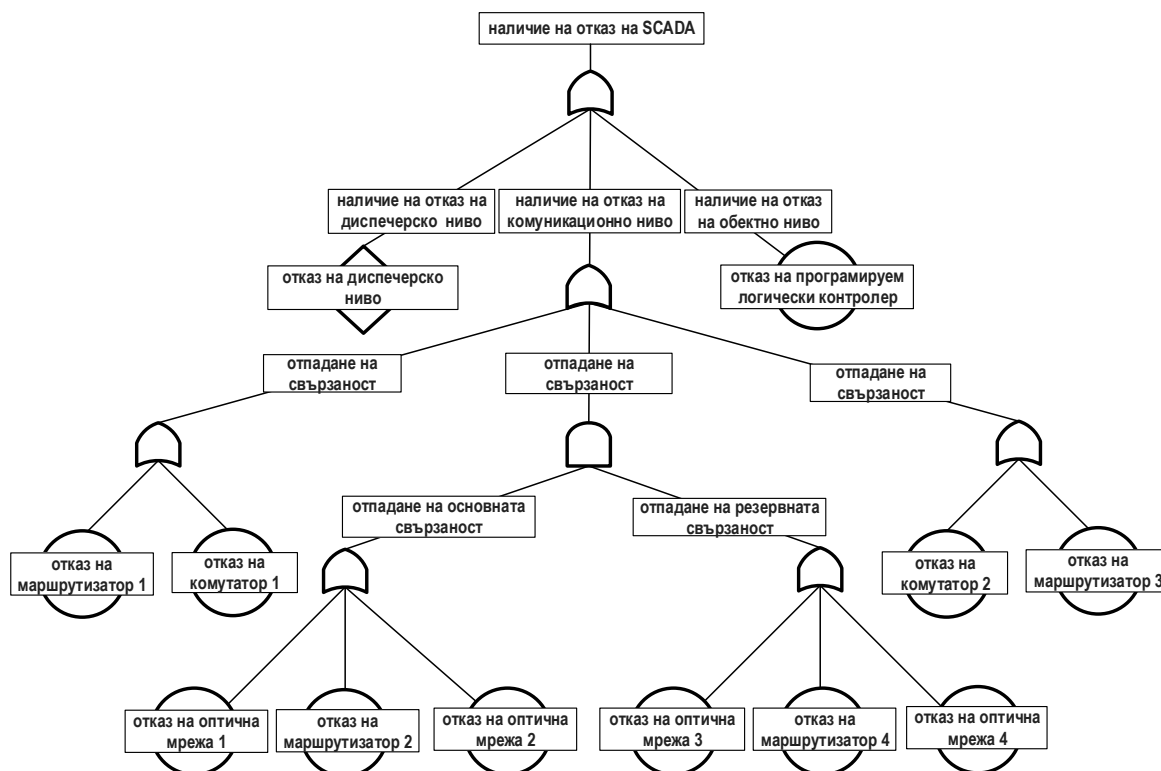
- **Комуникационното ниво** включва: преносни линии, комутатори и маршрутизатори. Магистралните оптични преносни линии работят във вид на двоен ринг (резервиран). Комутаторите и маршрутизаторите не се дублират, но са свързани към двойния ринг така, че винаги да има поне два пътя на свързване между всеки две точки. Основните компоненти на всеки от тях са резервирани.

- **Обектното ниво** включва PLC, които не са резервирани. Разглеждаме един контролер, но по принцип контролерите обслужват всички обекти, контролирани от системата SCADA, като се асоциират към всеки от тях.



Фиг. 1. Примерна схема на система SCADA.

Надеждността на системата, показана на примерната схема на фиг. 1, може да се изследва, като се анализират приетите за възможни откази (при заложили надеждностни параметри на елементите) и тяхното влияние върху общата надеждност, чрез дърво на отказите (фиг. 2), при отчитане на нейната структура [9].



Фиг. 2. Дърво на отказите въз основа на примерната схема на система SCADA.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разгледани са и са обобщени функциите на системите SCADA и NMS, като въз основа на приети допускания (относно техните съществени комуникационни функции) е направена примерна схема (от гледна точка на надеждност) на система SCADA (с отчитане на NMS) с цел да бъде изследвана качествено чрез дърво на отказите.

Вижда се, че по-детайлно влиянието на комуникационното ниво върху надеждността на системата SCADA може да бъде определено и количествено при конкретни надеждностни параметри на компонентите (вкл. тяхното резервиране), с отчитане и на начина на управление от NMS.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Димитрова Е., Анализ на възможностите за интегриране на видеонаблюдение към системите за дистанционен мониторинг и контрол, Международна научна конференция „Транспорт-2017“, “Механика, Транспорт, Комуникации”, ISSN 1312-3823, том 15, брой 3/3, 2017.
- [2] Dimitrova E., V. Dimitrov, Contemporary Trends for Increasing the Reliability of the SCADA systems Communication Level, 51st International Scientific Conference ICEST 2016, Ohrid, Macedonia, June 28 - 30 2016, ISBN 978- 9989- 786- 78- 5, pp. 115-118
- [3] Dimitrova E., Models of objects of control in SCADA – System for Monitoring and Operational Dispatching on Metropolitan-Sofia, Journal „Information Technologies and Control“, ISSN 1312-2622, DOI:10.2475/itc-2013-0013, No 3/2013, pp. 30-35
- [4] Dimitrova E., V. Dimitrov, Realization of a Simulation model of SCADA – a System for monitoring and Control of Metropolitan-Sofia, Journal „Information Technologies and Control“, ISSN 1312-2622, Year XI, No. 4, 2013, pp. 25 – 33
- [5] Димитрова Е., Система за дистанционно управление на влаковото движение, VIII научна конференция "ЕФ 2016", Варна, 12-15.09.2016, Годишник на ТУ – София, ISSN 1311-0829, т. 67, кн. 1, 2017, стр. 407-412

[6] Димитрова Е., Архитектура на софтуера на система за дистанционно управление на влаковото движение, VIII научна конференция "ЕФ 2016", Варна, 12-15.09.2016, Годишник на ТУ – София, ISSN 1311-0829, т. 67, кн. 1, 2017, стр. 413-418

[7] Димитрова Е., В. Димитров, Системи за дистанционен мониторинг и управление на обекти в железопътния транспорт, International Conference „Automatics and Informatics 2016“, 4-6.X.2016, Sofia, ISBN 1313-1850, pp.45-48

[8] Технически изисквания към елементите на железопътната инфраструктура V02, ДП "НКЖИ", м. ноември 2015 г.

[9] Христов Х., В. Трифионов, Надеждност и сигурност на комуникациите. Нови знания, София, 2005.

SPECIFICS OF SIMULTANEOUS WORK OF SYSTEMS SCADA AND NMS IN THE RAILWAY INFRASTRUCTURE

Tsvetelina Simeonova
ts.b.simeonova@abv.bg

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

Key words: SCADA, NMS, railway infrastructure, fault tree.

Abstract: Technological renewal is necessary on the railway infrastructure due to the requirements for higher efficiency in operation. This applies both to the transmission environment and to the relevant transmission systems, as well as to the equipment providing the collection, processing and distribution of information, as well as to the executive devices. The use of modern information and communication technologies has a stimulating impact on the development of associated subsystems, such as train signaling and train control systems and the SCADA, including advanced information and control systems.

An exemplary SCADA scheme (taking into account NMS) was made in order to be tested qualitatively, based on assumed assumptions (on essential communication functions) through a fault tree, and for this purpose in the work being considered the functions of SCADA and NMS (unified telecommunication network management system) and are summarized in terms of their co-operation in railway infrastructure. It can be seen that in more detail the influence of the communication level on the dependability of the SCADA system can be determined and quantified at specific dependability parameters of the components (including their reservation), taking into account the manner of management by NMS.