

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Electronică și Telecomunicații
Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice**

**Admis la susținere
Șefă departament:
Valentina TÎRȘU conf. univ., dr.**

_____ 2024

**Proiectarea rețelei de transmitere a datelor pentru
sistemul SCADA de monitorizare a stațiilor energetice**

Teză de master

Student: Urechi Tudor, SISRC-221M

**Conducător: Ciclicci Vladimir, conf.
univ., dr.**

Chișinău, 2024

ADNOTARE

Autorul: Urechi Tudor gr. SISRC-221M

Tema: Proiectarea rețelei de transmitere a datelor pentru sistemul scada de monitorizare a stațiilor energetice

Structura lucrării: constă din pagini de titlu, aviz, rezumat, introducere, 3 capitole, concluzii și bibliografie.

Cuvinte cheie: SCADA, monitorizare, rețea FO, substații RTEC.

Problematica studiului: Sistemul învechit de transmisie și de monitorizare al datelor al Regiei Transport Electric Chișinău.

Scopul lucrării: Proiectarea rețelei de transmitere a datelor pentru sistemul SCADA de monitorizare a stațiilor energetice.

Obiectivele:

- Analiza rețelei și a echipamentelor existente;
- Analiza principiilor de transmitere a datelor prin fibră optică pentru sistemul SCADA;
- Proiectarea rețelei de fibră optică pentru substațiile RTEC;
- Selectarea echipamentelor necesare;
- Analiza mecanismelor de asigurare a calității în transportul de date.

Metode de aplicare: Proiectarea rețelei de fibră optică pentru substațiile RTEC și selectarea echipamentelor corespunzătoare.

Rezultatele obținute: Monitorizarea și controlul rețelei RTEC este esențială pentru a preveni avarii, a optimiza fluxurile de energie și a menține fiabilitatea sistemului. Sistemul SCADA a devenit un instrument de bază pentru RTEE, permițând monitorizarea în timp real și controlul echipamentelor și proceselor.

Fibrele optice, cu lățimea lor de bandă mare și securitatea crescută, au devenit o opțiune preferată pentru transmiterea datelor în astfel de medii critice. Integrarea fibrei optice în rețelele SCADA ale RTEE oferă o infrastructură de comunicații robustă și eficientă pentru colectarea și transmiterea datelor.

Echipamentele potrivite joacă un rol foarte important în succesul unui sistem SCADA în cadrul unei regii de transport electric. Alegerea echipamentelor adecvate poate influența eficiența, fiabilitatea și securitatea întregului sistem.

ANNOTATION

Author: Urechi Tudor gr. SISRC-221M

Title: Design of the data transmission network of the SCADA system for power station monitoring

Thesis structure: it consists of title pages, opinion, summary, introduction, 3 chapters, conclusions and bibliography.

Key words: SCADA, monitoring, FO network, RTEC substations.

Research problem: The outdated data transmission and monitoring system of the Chisinau Electric Transport Authority.

Thesis purpose: Design of the data transmission network of the SCADA system for power station monitoring.

Objectives:

- Analysis of the existing network and equipment;
- Analysis of the principles of data transmission through optical fiber for the SCADA system;
- Designing the optical fiber network for RTEC substations;
- Selection of the necessary equipment;
- Analysis of quality assurance mechanisms in data transport.

Applied methods: Fiber optic network design for RTEC substations and selection of appropriate equipment.

The obtained results: Monitoring and control of the RTEC network is essential to prevent breakdowns, optimize energy flows and maintain system reliability. The SCADA system has become a core tool for RTEE, enabling real-time monitoring and control of equipment and processes.

Optical fibers, with their high bandwidth and increased security, have become a preferred option for data transmission in such critical environments. The integration of optical fiber into RTEE's SCADA networks provides a robust and efficient communications infrastructure for data collection and transmission.

The right equipment plays a very important role in the success of a SCADA system within an electric transmission utility. Choosing the right equipment can influence the efficiency, reliability and security of the entire system.

CUPRINS

INTRODUCERE	7
1. ANALIZA REȚELEI DE TRANSMISIE A DATELOR EXISTENTE ȘI PRIN FIBRĂ OPTICĂ PENTRU SISTEMUL SCADA - RTEC	9
1.1 Analiza rețelei și a echipamentelor existente	9
1.2 Prezentarea generală a conceptelor de SCADA și de fibră optică.....	18
1.3 Structura rețelei de transmisie a datelor prin fibră optică pentru un sistem SCADA.....	22
1.4 Securitatea în rețelele de fibră optică utilizate în sistemul SCADA.....	25
2. PROIECTAREA REȚELEI DE TRANSMITERE A DATELOR PENTRU SISTEMUL SCADA DE MONITORIZARE A SUBSTAȚIILOR RTEC	27
2.1 Topologia sistemului automatizat de dirijare al substațiilor RTEC.....	27
2.2 Pașii de parcurgere ai datelor către sistemul SCADA	30
2.3 Studiul rețelei FO proiectate	30
2.3 Selectarea echipamentelor	31
2.4 Activitatea sistemului de monitorizare actual SCADA – RTEC	44
3. SECURITATEA ÎN MUNCĂ LA STAȚIILE ENERGETICE	59
3.1 Securitatea în muncă.....	59
3.2 Ocrotirea mediului ambiant la proiectarea rețelei.....	59
CONCLUZII	61
BIBLIOGRAFIE	62

INTRODUCERE

În zilele noastre, tehnologia SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) joacă un rol vital în sectorul RTEE (Rețele de Transport și Energie Electrică). SCADA este o tehnologie utilizată în domeniul sistemelor de control și monitorizare în timp real. Aceasta este deosebit de importantă în cadrul RTEE (Rețele de Transport și Energie Electrică), unde ajută la gestionarea și controlul eficient al rețelelor electrice. Cu creșterea cerințelor pentru o gestionare mai eficientă și sigură a rețelelor de energie electrică, SCADA oferă soluții avansate de monitorizare și control.

Această introducere la tema SCADA în RTEE în contextul actual se concentrează pe câteva aspecte cheie:

- **Eficiență Operațională:** Sistemele SCADA permit monitorizarea în timp real a stării rețelei de energie electrică, a capacității și a consumului. Această informație este crucială pentru a optimiza operațiunile și pentru a evita supraîncărcările sau întreruperile de energie.
- **Reacție Rapidă la Evenimente:** SCADA oferă capacitatea de a detecta imediat evenimente neprevăzute, cum ar fi defectele în rețea sau fluctuațiile de tensiune. Echipa de control poate reacționa rapid pentru a minimiza impactul acestor evenimente.
- **Securitate Cibernetică:** În era digitală, securitatea cibernetică devine o preocupare majoră. SCADA trebuie să fie protejată împotriva amenințărilor cibernetice pentru a asigura funcționarea continuă și sigură a rețelelor de energie electrică.
- **Integrarea Tehnologiei Avansate:** Cu avansarea tehnologică, SCADA se integrează acum cu tehnologii precum Internetul Lucrurilor (IoT) și inteligența artificială (AI) pentru a oferi funcționalități mai avansate, cum ar fi predictivitatea și automatizarea deciziilor.
- **Extinderea Rețelelor de Energie Verde:** O schimbare importantă în RTEE este extinderea rețelelor de energie verde, cum ar fi parcurile eoliene și instalațiile solare. SCADA joacă un rol vital în monitorizarea și gestionarea acestor surse de energie regenerabilă.

În ansamblu, SCADA în RTEE a evoluat semnificativ în zilele noastre, adaptându-se la cerințele complexe ale industriei energetice moderne. Asigurarea securității, eficienței operaționale și adaptarea la noile surse de energie sunt priorități cheie pentru a menține rețelele de transport și energie electrică fiabile și durabile.

În contextul energiei electrice, regiile de transport electric (RTEE) au rolul crucial de a asigura distribuția eficientă și sigură a energiei electrice către consumatori. Monitorizarea și controlul acestor rețele sunt esențiale pentru a preveni avarii, a optimiza fluxurile de energie și a menține fiabilitatea sistemului. Sistemele SCADA au devenit un instrument de bază pentru RTEE, permițând monitorizarea în timp real și controlul echipamentelor și proceselor.

Pentru un sistem SCADA – RTEC alegerea tipului de rețea este crucială pentru asigurarea funcționării eficiente, securizate și fiabile a sistemului. Fibrele optice, cu lățimea lor de bandă mare și

securitatea crescută, au devenit o opțiune preferată pentru transmiterea datelor în astfel de medii critice. Integrarea fibrei optice în rețelele SCADA – RTEC oferă o infrastructură de comunicații robustă și eficientă pentru colectarea și transmiterea datelor.

Tabelul 1 Compararea Mediilor de Transmisie

	Fibră optică	Cablul Coaxial:	Rețeaua Fără Fir:
Mediu de Transmisie:	Utilizează cabluri de sticlă sau fibră de plastic pentru a transmite semnalele sub formă de lumină (unde lumina este utilizată pentru a transporta datele).	Are un conductor central înconjurat de un strat izolator și apoi de un ecran metalic pentru a transmite semnalele de radiofrecvență.	Transmite semnalele prin unde radio sau unde electromagnetice, fără a fi nevoie de conexiuni fizice.
Lățime de Bandă:	Oferă o lățime de bandă foarte mare, cu capacitate de transmitere a datelor de gigabiți și chiar terabiți pe secundă.	Dispune de o lățime de bandă largă, dar mai mică decât cea a fibrei optice.	Lățimea de bandă variază, fiind influențată de standardele wireless utilizate și de condițiile de mediu.
Imunitate la Interferențe:	Este imună la interferențe electromagnetice și radiofrecvențe.	Are o bună imunitate la interferențe, dar este mai susceptibil la ele în comparație cu fibră optică.	Este mai susceptibilă la interferențe și poate fi afectată de obstacole și condiții meteorologice.
Distanțe de Transmisie:	Permite transmiterea pe distanțe mari fără degradarea semnalului.	Distanțele de transmisie sunt mai scurte decât cele ale fibrei optice, dar mai lungi decât în cazul rețelelor fără fir.	Este potrivită pentru distanțe mai scurte, dar poate fi afectată de obstacole precum clădiri, pereți sau alte interferențe.
Securitate:	Oferă o securitate ridicată, deoarece este dificil de interceptat semnalul fără detectare.	Semnalul poate fi mai ușor interceptat decât în cazul fibrei optice.	Necesită măsuri de securitate suplimentare, deoarece semnalul poate fi mai ușor interceptat.

Această lucrare are o semnificație considerabilă în contextul industriei energetice. Implementarea cu succes a unei rețele de fibră optică pentru SCADA în cadrul RTEC poate îmbunătăți semnificativ monitorizarea, controlul și siguranța rețelei de transport electric.

Scopul proiectului de master este proiectarea rețelei de transmitere a datelor pentru sistemul SCADA de monitorizare a stațiilor energetice.

Pentru soluționarea problemei au fost determinate următoarele **obiective**:

- Analiza rețelei și a echipamentelor existente;
- Analiza principiilor de transmitere a datelor prin fibră optică pentru sistemul SCADA;
- Proiectarea rețelei de fibră optică pentru substațiile RTEC;
- Selectarea echipamentelor necesare;
- Analiza mecanismelor de asigurare a calității în transportul de date.

BIBLIOGRAFIE

1. <https://askanydifference.com/ru/difference-between-optical-fiber-and-coaxial-cable/>
2. ЧИКЛИКЧИ В., СИДОРЕНКО Д., СИДОРЕНКО В., КУДРЯКОВ А., Система управления тяговыми подстанциями муниципального электротранспорта SCADA RTEC Disponibil: <https://www.cta.ru/articles/otrasli/gorodskoy-transport/124989/>
3. WILLNER A. Optical Fiber Telecommunications. Academic Press, 2020.
4. PINHO PEDRO. Optical Communication Technology. InTech, 2017.
5. KEISER GERD. Fiber Optic Communications. Springer, 2021.
6. ITU-T Rec. G.983.1, Study Group 15, "Broadband Optical Access Systems based on Passive Optical Networks (PON)", Oct., 1998.
7. <https://elmatic.ro/ce-este-scada/>
8. <https://ro.fmuser.net/content/?15407.html>
9. http://syscom.md/projects/RTEC/SCADA_RTEC_SYSCOM_ro2.pdf
10. <https://etap.com/ru/product/real-time-system-architecture>
11. *Jeff Hieb (2008). Unități terminale la distanță întărite de securitate pentru rețele SCADA. Universitatea din Louisville.*
12. *„Introducere în rețelele de control industrial” (PDF). *Sondaje și tutoriale de comunicații IEEE. 2012.**
13. *BIROUL MANAGERULUI SISTEMUL NAȚIONAL DE COMUNICAȚII octombrie 2004. „Sisteme de control de supraveghere și achiziție de date (SCADA)” (PDF). *SISTEMUL NAȚIONAL DE COMUNICAȚII. Arhivat din original (PDF) la 14 iulie 2015*. Consultat la 14 iulie 2015.*
14. *„Sisteme SCADA aprilie 2014” .*
15. *Unități terminale la distanță întărite de securitate pentru rețele SCADA . 2008.*
16. Li D, Serizawa Y, Kiuchi M. Concept design pentru un sistem de control de supraveghere și achiziție de date bazat pe web (scada). În: Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002: Asia Pacific. IEEE/PES; Vol. 1; p. 32–36.