

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Electronică și Telecomunicații

Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice

**Admisă la susținere
Șefă departament TSE:
Tîrșu Valentina, conf.univ., dr.**

” _____ ” _____ 2025

**Analiza colectării automate a indicatorilor de consum
de la contoarele casnice.**

Teză de master

Studenta: _____ Negru Tamara, gr. MMRT-231M

Conducător: _____ Nistiriuc Pavel, conf.univ., dr.

Chișinău 2025

REZUMAT

Negru Tamara , studenta grupei MMRT-231M

Tema: Analiza colectării automate a indicatorilor de consum de la contoarele casnice.

Teza este constituită din introducere, trei capitole, concluzii și bibliografie.

Cuvinte cheie: Oraș inteligent, LoRa, LoRaWAN, IoT, Internetul obiectelor.

Scopul lucrării este de a studia caracteristicile și principiile pentru proiectarea și configurarea unei rețele IoT în baza tehnologiei LoRaWAN, ce ar permite colectarea și prelucrarea automatizată al indicatorilor de consum de pe contoarele de energie electrică, termică, apă și gaz pentru persoanele fizice. Respectivul proces include 2 faze principale: faza arhitecturală în care are loc stabilirea arhitecturii rețelei, selectarea protocoalelor utilizate etc, și faza de implementare în care este descrisă modalitățile de configurare al serverului IoT, modalitatea de conectare și configurare al unei stații de bază, modalitățile de monitorizare al funcționării stațiilor de bază și modalitățile de conectare și configurare al contoarelor de energie electrică, termică, apă și gaz.

Pentru a proiecta rețeaua au fost stabilite următoarele obiective:

1. Analiza și selectarea tehnologiei IoT utilizate;
2. Selectarea vendorului în baza echipamentului cărui va fi proiectată rețeaua;
3. Studiarea modalității de configurare al serverului IoT;
4. Studiarea modalității de configurare al stației de bază Vega BS-1.2 gateway;
5. Studiarea modalității de monitorizare al rețelei folosind softul specializat VegaAdminTool;
6. Studiarea modalității de racordare al dispozitivelor finale la rețea.

Semnificația și valoare aplicativă constă în:

Proiectarea și implementarea practică al rețelei LoRaWAN descrise va permite monitorizarea continuă al consumului de energie de către furnizori, formarea de prognoze și statistici practic în regim real. Ceea ce va permite combaterea și depistarea cazurilor de racordare ilicită la rețea. Prevenirea cazurilor de pierderi neargumentată al energiei din rețea.

SUMMARY

Negru Tamara, the student of the group MMRT-231M

Theme: Analysis of the automatic collection of consumption indicators from household meters.

The thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions and bibliography.

Keywords: Smart City, LoRa, LoRaWAN, IoT, Internet of Things

The aim of the paper is to study the characteristics and principles for designing and configuring an IoT network based on LoRaWAN technology, which would allow the automated collection and processing of consumption indicators on electricity, heat, water and gas meters for individuals. That process includes 2 main phases: the architectural phase in which the network architecture is established, the selection of the protocols used, etc., and the implementation phase in which the configuration of the IoT server is described, the connection and configuration of a base station, the monitoring the operation of base stations and how to connect and configure electricity, heat, water and gas meters.

To design the network or set the following objectives:

1. Analysis and selection of the IoT technology used;
2. Selection of the vendor based on the equipment for which the network will be designed;
3. Studying how to configure the IoT server;
4. Studying how to configure the Vega BS-1.2 gateway base station;
5. Studying the network monitoring method using the specialized software VegaAdminTool;
6. Studying the way of connecting the final devices to the network.

The meaning and applicative value consists in:

The design and practical implementation of the described LoRaWAN network will allow continuous monitoring of energy consumption by suppliers, the formation of forecasts and statistics practically in real mode. This will allow the fight against and detection of cases of illicit connection to the network. Prevention of cases of unargued losses of grid energy.

CUPRINS

INTRODUCERE	7
1. ANALIZA TEHNOLOGIILOR INTERNET OF THING	8
1.1 Istoria apariției Internetului lucrurilor și esența acestuia.....	8
1.2 Reprezentanți principali în domeniul echipamentelor IoT.....	10
1.3 Utilizarea practică a IoT într-un oraș inteligent.....	11
1.4 Impulsuri în dezvoltarea Internetului lucrurilor în Smart City.....	12
2. ANALIZA TEHNOLOGIEI LORAWAN.	14
2.1 Structura rețelei LoRaWan.	14
2.2 Caracteristicile rețelelor LoRaWAN.	18
2.3 Proiectarea rețelei LoRaWAN.....	22
2.4 Canalul radio din stratul fizic.	25
2.5 LoraWan - dispozitive periferice.....	27
2.6 Compararea tehnologiilor LPWA.....	29
2.7 Avantajele rețelelor LoRaWAN	31
3 ANALIZA FUNCȚIONĂRI REȚELEI LORAWAN ÎN CONDIȚII URBANE	32
3.1 Analiza generală	32
3.2 Analiza echipamentului pentru proiectarea rețelei	43
3.3 Arhitectura rețelei	48
3.4 Amplasarea echipamentelor în dulapurile de montaj	49
3.5 Lista stațiilor de bază5	50
3.6 Harta de acoperire al rețelei.....	52
3.7 Configurarea rețelei LoRaWAN.....	53
3.8 Configurarea stației de bază pentru funcționarea prin rețele 3G sau LTE	59
CONCLUZII	60
BIBLIOGRAFIE	61

INTRODUCERE

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) este o rețea tehnologică eficientă din punct de vedere energetic, care ajută la depășirea provocărilor de colectare și analiză a datelor care provin de la dispozitivele folosite și necesare pentru a lua decizii de management. Astfel de soluții nu erau disponibile anterior din cauza duratei de viață limitate a bateriilor, a caracteristicilor de transmitere a informațiilor pe rază scurtă de acțiune, a costurilor ridicate și a lipsei datelor necesare.

Senzorii LoRaWAN pot oferi rate de schimb de date de la 300 bps la 100 kbit/s, oferind informații cu volum redus pe distanțe de peste 100 km în medii favorabile și până la 5 km în medii dense cu facilități urbane și industriale frecvente.

Utilizarea instalațiilor de alimentare cu apă și căldură și a substațiilor electrice necesită astăzi necesitatea de a acorda mai multă atenție reducerii costurilor, pe lângă furnizarea continuă de resurse de calitate către consumatori. Astăzi, există numeroase tehnologii și activități care vizează utilizarea cât mai eficientă a resurselor în acest domeniu. În primul rând, pentru a evita situațiile de urgență în toate etapele procesului de alimentare cu energie electrică și apă, este necesar să se mențină parametrii tehnologici, iar dacă aceștia apar, să îi izoleze și să le elimine rapid, precum și să se economisească energie electrică și apă în producția, rețeaua de transport și consumul casnic. Toate aceste măsuri necesită o monitorizare atentă a parametrilor tehnologici ai procesului, precum și crearea și implementarea unui sistem de monitorizare, evaluare și previziune a stării rețelelor de încălzire, a rețelelor de alimentare cu apă și a obiectelor consumatoare de energie.

Pentru a asigura o monitorizare eficientă, este adesea necesară amplasarea senzorilor sistemului de colectare a datelor în locuri „greu accesibile” - zone fără alimentare cu energie și canale de comunicație prin cablu. Prin urmare, este rezonabil să folosiți senzori fără fir (nu mai puțin decât intervalul de inspecție al senzorului) care pot fi monitorizați împreună cu o sursă de alimentare autonomă autocontrolată, de lungă durată, de la o singură sursă de alimentare.

Scopul tezei este de a examina utilizarea tehnologiilor Internet of Things pentru dezvoltarea unui oraș inteligent în baza tehnologiei LoraWan .

Pentru a proiecta rețeaua au fost stabilite următoarele obiective:

1. Analiza și selectarea tehnologiei IoT utilizate;
2. Selectarea vendorului în baza echipamentului cărui va fi proiectată rețeaua;
3. Studierea modalității de configurare al serverului IoT;
4. Studierea modalității de configurare al stației de bază Vega BS-1.2 gateway;
5. Studierea modalității de monitorizare al rețelei folosind softul specializat VegaAdminTool;
6. Studierea modalității de racordare al dispozitivelor finale la rețea.

BIBLIOGRAFIE

1. РОСЛЯКОВ, А. В., ВАНЯШИН, С. В., ГРЕБЕШКОВ, А. Ю., САМСОНОВ, М. Ю. «Интернет вещей».- Самара: ПГУТИ, АСТАРД, 2014 .
2. МАЧЕЙ, К.«Интернет вещей. Новая технологическая революция». Москва: ЭКСМО, 2018.
3. КАРАЧЕВ, О. «Интернет вещей : что это такое и с чем его едят?» . Москва: Экотрендз, 2014.
4. ЛИНДЗИ Д. «Вендоры Интернета вещей: оборудование для IoT. Москва: Лань, 2017.
5. КАБАНОВА, А. Б., БОДРОВА, А. А., ЛОГВИН, В. И. «Исследование интернета вещей и его применение в создании умного дома» Журнал «Символ науки» № 11, 2016.
6. ПЯТНИЦКИХ, А. «Технологии IoT на службе умного города.» СТА №4, 2015.
7. ПЛОТНИКОВ, О. Сети LoRaWAN. Москва: Экотрендз, 2017.
8. SAVA L., TÎRȘU V., PLĂMĂDEALĂ C. Performance evaluation of microtik routers according to electromagnetic compatibility testing standards. În: Electrotehnica, Electronica, Automatica, vol.72/4, p.57-61. Romania, Sibiu: ISSN: 2392-828X, categoria B+. Disponibil: <https://eea-journal.ro/articles-and-issues/current-issues/>
9. TÎRȘU, V., CRISTEA E. Baze de date : Ghid metodic pentru lucrările de laborator. Chișinău: Ed. “Tehnica-UTM”, 2024, 112 pag. ISBN 978-9975-64-392-4. Disponibil: <https://library.utm.md/items/?biblionumber=2628876>
10. TÎRȘU, V. Programare : Ghid metodic pentru lucrări de laborator. Chișinău: Ed. “Tehnica-UTM”, 2022, pag.130, ISBN 978-9975-45-861-0. Disponibil: <https://library.utm.md/items/?biblionumber=2619626>
11. GUL, F., TUDOSE, D., ȚURCANU, T. A Versatile IoT Development Board for Environmental Sensing and Biometric Applications. In: 23rd RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet). 19-20 September, 2024, Bucharest, Romania. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10722601>
12. Internet Of Aircraft Things: An Industry Set To Be Transformed, Bhoopathi Rapolu | AviationWeek.com, 2016 [resursă electronică]. [cc//aviationweek.com/connected-aerospace/internet-aircraft-things-industry-set-be-transformed](https://aviationweek.com/connected-aerospace/internet-aircraft-things-industry-set-be-transformed)
13. The complete list of wireless IoT network protocols. Accesibil la: <https://www.link-labs.com/blog/complete-list-iot-network-protocols>

14. System Reference document (SRdoc); Technical characteristics for Low Power Wide Area Networks Chirp Spread Spectrum (LPWAN-CSS) operating in the UHF spectrum below 1 GHz [resursă electronică]. Accesibil la: https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103500_103599/103526/01.01.01_60/tr_103526v010101p.pdf
15. ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition [resursă electronică]. Accesibil la: <https://www.wardriving.ch/hpneu/info/doku/802.11-1999.pdf>
16. ZigBee Specification – 05–3474 Rev 20, September 7, 2012 [resursă electronică]. Accesibil la: <http://www.zigbee.org/wp-content/uploads/2014/11/docs-05-3474-20-0csg-zigbee-specification.pdf>
17. RAPPAPORT, T. S. Wireless Communications: Principles and Practice, Prentice Hall, 2002.
18. WU, K., BEHMANN, F. Collaborative Internet of Things (C-IoT). for Future Smart Connected Life and Business, John Wiley & Sons Limited, 2018.
19. Business at Gartner Symposium/ITxpo 2015, November 8–12 in Barcelona, Spain. 2. Cellular Network for massive IoT/Ericsson White paper/Uen 284 23-3278/.
20. LoRaWAN™ Specification, LoRa Alliance, Version: V1.0, 2015 January. 4. Mobile Experts. White Paper for LoRa Alliance, 2015. 5. ETSI EN 300.220 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 25 MHz to 1000 MHz frequency range with power levels ranging up to 500 mW.
21. VLASIOS, T. STAMATIS, K. Internet of Things: Technologies and Applications for a New Age of Intelligence. Academic Press. New York, 2019.
22. HWAIYU, G. Internet of Things and Data Analytics Handbook. Willey. New Jersey, 2016.
23. HWAIYU, G. Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center (2). Willey. New Jersey, 2021.