

Analiza integrată a sistemelor moderne de măsurare a gazelor naturale

Student:

Victor CEBANU

Conducător:

Vera GUȚUL
conf. univ. dr.

Consultant:

Tatiana COLOMIETȚ
as.univ.

Chișinău 2026

REZUMAT

Cebanu Victor. Analiza integrată a sistemelor moderne de măsurare a gazelor naturale. Teza pentru obținerea titlului de master în inginerie. Chișinău, 2026.

Teza include: introducere, trei capitole, concluzii și recomandări, bibliografie din 17 titluri, 62 de pagini de text de bază, 9 figuri și 13 tabele.

Cuvinte-cheie: contoare de gaze, corector de volum, erori de măsurare, metrologie, digitalizare, smart metering, monitorizare la distanță, sisteme SCADA.

Domeniul de studiu: Sisteme de măsurare a gazelor naturale.

Lucrarea abordează într-o manieră integrată aspectele tehnice, metrologice și digitale ale procesului de măsurare a gazelor naturale, evidențiind importanța acestuia în cadrul sistemelor de distribuție și în procesele comerciale. În contextul dezvoltării sectorului energetic și al creșterii cerințelor de precizie și eficiență, sistemele de măsurare au cunoscut o evoluție semnificativă, fiind integrate tot mai mult în soluții digitale moderne.

În prima parte a lucrării este analizat cadrul normativ și metrologic aplicabil, precum și tipurile de contoare utilizate în practică. Sunt prezentate principiile de funcționare și caracteristicile tehnice ale acestora, evidențiindu-se avantajele și limitările fiecărui tip de echipament, precum și domeniile de aplicare specifice.

Capitolul al doilea este dedicat analizei tehnice a sistemelor de măsurare și evaluării erorilor de măsurare. Sunt examinate principalele surse de eroare care pot apărea în procesul de măsurare și influența acestora asupra preciziei sistemelor de contorizare. De asemenea, este evidențiat rolul corectoarelor de volum și al senzorilor de presiune și temperatură în determinarea volumului de gaze în condiții standard. Lucrarea include studii de caz privind corecția volumului și analiza comparativă a rezultatelor verificărilor metrologice efectuate în două laboratoare autorizate, evidențiindu-se influența parametrilor de stare și a incertitudinii măsurării asupra rezultatelor obținute.

În ultima parte a lucrării este analizată digitalizarea sistemelor de măsurare, fiind prezentate soluții moderne de tip smart metering, platforme de colectare și transmitere a datelor și sisteme de monitorizare la distanță. Analiza sistemelor de transmitere a datelor a demonstrat rolul esențial al tehnologiilor moderne, precum GSM/GPRS, radio și IoT, în asigurarea comunicării între echipamentele de măsurare și platformele digitale.

Monitorizarea la distanță a consumului de gaze naturale, realizată prin intermediul sistemelor SCADA, permite supravegherea în timp real a parametrilor de funcționare și identificarea rapidă a eventualelor abateri sau pierderi, contribuind la creșterea siguranței și la optimizarea exploatarei rețelelor de distribuție.

ABSTRACT

Cebanu Victor. Integrated Analysis of Modern Natural Gas Measurement Systems. Master's thesis in Engineering, Chişinău, 2026.

The thesis includes: an introduction, three chapters, conclusions and recommendations, a bibliography of 17 titles, 62 pages of core content, 9 figures, and 13 tables.

Keywords: gas meters, volume corrector, measurement errors, metrology, digitalization, smart metering, remote monitoring, SCADA systems.

Field of study: Natural gas measurement systems.

The paper presents an integrated approach to the technical, metrological, and digital aspects of natural gas measurement, highlighting its importance within gas distribution systems and commercial processes. In the context of the development of the energy sector and the increasing requirements for accuracy and efficiency, measurement systems have undergone significant evolution, being increasingly integrated into modern digital solutions.

The first part of the thesis analyzes the applicable regulatory and metrological framework, as well as the types of gas meters used in practice. The operating principles and technical characteristics of these devices are presented, emphasizing the advantages and limitations of each type of equipment, as well as their specific fields of application.

The second chapter is dedicated to the technical analysis of measurement systems and the evaluation of measurement errors. The main sources of error that may occur during the measurement process are examined, along with their influence on the accuracy of metering systems. The role of volume correctors and pressure and temperature sensors in determining gas volume under standard conditions is also highlighted. The paper includes case studies on volume correction and a comparative analysis of metrological verification results obtained from two authorized laboratories, emphasizing the influence of state parameters and measurement uncertainty on the obtained results.

The final part of the thesis focuses on the digitalization of measurement systems, presenting modern smart metering solutions, data collection and transmission platforms, and remote monitoring systems. The analysis of data transmission systems demonstrated the essential role of modern technologies such as GSM/GPRS, radio, and IoT in ensuring communication between measurement equipment and digital platforms.

Remote monitoring of natural gas consumption, carried out through SCADA systems, enables real-time supervision of operating parameters and rapid identification of potential deviations or losses, contributing to increased safety and optimized operation of gas distribution networks.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	1
I Studiul bibliografic privind sistemele de măsurare a gazelor naturale	3
1.1 Cadrul normativ în domeniul măsurării gazelor naturale	3
1.2 Clasificarea și tipurile de contoare de gaze naturale	6
1.2.1 Contoare volumetrice (cu membrană)	7
1.2.2 Contoare rotative	8
1.2.3 Contoare cu turbină	9
1.2.4 Contoare ultrasonice	10
1.3 Metrologia în sistemele de măsurare a gazelor naturale	13
1.4 Proceduri de calibrare a echipamentelor de măsurare a gazelor naturale	17
1.5 Concluzii	22
II Analiza tehnică a sistemelor moderne de măsurare gaze naturale	24
2.1 Principiul de funcționare al sistemelor moderne de măsurare	24
2.2 Analiza tehnică a contoarelor utilizate în sistemele de distribuție	27
2.3 Echipamente auxiliare ale sistemelor de măsurare gaze naturale	29
2.4 Analiza erorilor de măsurare	36
2.4.1 Incertitudinea măsurării	38
2.4.2 Analiza comparativă a rezultatelor verificării metrologice în două laboratoare autorizate a 10 contoare BK G4CT.....	39
2.5 Concluzii	44
III Digitalizarea sistemelor de măsurare gaze naturale	46
3.1 Sisteme inteligente de măsurare (Smart metering) gaze naturale	47
3.2 Sisteme de colectare și transmitere a datelor	48
3.3 Monitorizarea la distanță a consumului de gaze naturale	50
3.4 Avantajele digitalizării sistemelor de măsurare a gazelor naturale	54
3.5 Analiza sistemelor de măsurare în Republica Moldova.....	56
3.6 Concluzii	57
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	60
BIBLIOGRAFIE	63
ANEXE	65
Anexa 1 Pașaportul gazelor naturale livrate prin conducta de gaze.....	65
Anexa 2 Compararea rezultatelor erorii relative în urma verificării metrologice a 10 contoare tip BK G 4CT la 2 laboratoare autorizate	71

Anexa 3	Buletin de verificare metrologică a contorului de gaz (valabil).....	73
Anexa 4	Buletin de inutilizabilitate a contorului de gaz.....	74
Anexa 5	Consumul de gaze naturale la ÎM “Fabrica de vinuri Vinaria Bardar” SA pentru luna 03.2026.....	75

INTRODUCERE

Actualitatea temei investigate este determinată de necesitatea modernizării sistemelor de măsurare a gazelor naturale în contextul dezvoltării tehnologice și al cerințelor tot mai stricte privind eficiența energetică și corectitudinea proceselor comerciale. În condițiile în care gazele naturale reprezintă o resursă energetică esențială, măsurarea precisă a volumelor consumate devine un factor critic pentru funcționarea corectă a sistemelor de transport și distribuție.

Importanța temei este evidențiată de rolul pe care sistemele moderne de măsurare îl au în reducerea erorilor, optimizarea consumului și creșterea transparenței în relațiile dintre operatori, furnizori și consumatori finali. Integrarea tehnologiilor digitale, precum sistemele de tip smart metering și monitorizarea la distanță, contribuie la creșterea eficienței operaționale și la îmbunătățirea siguranței în exploatarea rețelelor de gaze naturale.

Scopul tezei constă în evaluarea performanței sistemelor moderne de măsurare a gazelor naturale, prin analiza componentelor tehnice, metrologice și digitale, în vederea creșterii preciziei și fiabilității procesului de măsurare. Pentru atingerea scopului propus, au fost stabilite următoarele **obiective** ale cercetării:

- analiza cadrului normativ și metrologic aplicabil măsurării gazelor naturale;
- studiul tipurilor de contoare utilizate în sistemele de distribuție și a principiilor de funcționare ale acestora;
- evaluarea proceselor metrologice, inclusiv calibrarea și verificarea echipamentelor de măsurare;
- analiza erorilor de măsurare și a influenței parametrilor de stare asupra rezultatelor obținute;
- analiza comparativă a rezultatelor verificărilor metrologice efectuate în laboratoare diferite;
- evidențierea rolului sistemelor digitale și a tehnologiilor de tip Smart metering în modernizarea procesului de măsurare;
- elaborarea concluziilor generale și recomandărilor.

Semnificația practică constă în aplicabilitatea rezultatelor obținute în domeniul măsurării și monitorizării gazelor naturale, în special în cadrul sistemelor de distribuție. Analizele efectuate privind corecția volumului și evaluarea erorilor de măsurare pot fi utilizate pentru îmbunătățirea preciziei proceselor de măsurare și pentru optimizarea funcționării echipamentelor metrologice. Studiile de caz realizate, inclusiv analiza comparativă a rezultatelor verificărilor metrologice în două laboratoare diferite, oferă o bază practică pentru evaluarea performanței contoarelor de gaze și pentru identificarea necesității calibrării sau ajustării acestora. Aceste rezultate pot fi utile operatorilor de distribuție în procesul de exploatare și întreținere a sistemelor de măsurare. De asemenea, lucrarea evidențiază rolul tehnologiilor digitale și al sistemelor de monitorizare la

distanță în creșterea eficienței și fiabilității infrastructurilor energetice. Implementarea soluțiilor moderne analizate contribuie la reducerea pierderilor, la îmbunătățirea controlului consumului și la creșterea transparenței în procesul de facturare.

Obiectul de studiu îl constituie sistemele moderne de măsurare a gazelor naturale, incluzând echipamentele de măsurare (contoare de gaze), dispozitivele auxiliare (corectoare de volum, senzori de presiune și temperatură) și sistemele digitale utilizate pentru colectarea, transmiterea și monitorizarea datelor. În cadrul cercetării sunt analizate atât aspectele tehnice și metrologice ale procesului de măsurare, cât și influența parametrilor de stare asupra preciziei determinării volumului de gaze naturale. De asemenea, sunt investigate metodele de corecție a volumului și evaluarea erorilor de măsurare, precum și rolul tehnologiilor moderne de tip smart metering în optimizarea sistemelor de monitorizare.

Noutatea științifică constă în abordarea integrată a sistemelor moderne de măsurare a gazelor naturale din punct de vedere tehnic, metrologic și digital. Spre deosebire de abordările clasice, corelarea analizei echipamentelor de măsurare cu evaluarea erorilor și cu utilizarea tehnologiilor digitale de monitorizare și analiza comparativă a rezultatelor verificărilor metrologice efectuate în două laboratoare diferite.

Metodologia cercetării se bazează pe o abordare complexă, care îmbină analiza teoretică cu aplicațiile practice în domeniul măsurării gazelor naturale. În prima etapă, a fost realizată analiza literaturii de specialitate și a reglementărilor normative aplicabile, au fost studiate standardele și documentele relevante din domeniul metrologiei, precum și cerințele impuse de cadrul legislativ național. În etapa următoare, s-a efectuat o analiză tehnică a echipamentelor utilizate în sistemele moderne de măsurare, incluzând contoarele de gaze, corectoarele de volum și senzorii de presiune și temperatură. Pentru prelucrarea și interpretarea datelor au fost utilizate metode statistice de bază și instrumente informatice, care au permis evidențierea diferențelor dintre rezultate și formularea concluziilor privind precizia sistemelor de măsurare. Astfel, metodologia aplicată a permis realizarea unei analize complete a sistemelor de măsurare a gazelor naturale, evidențiind atât aspectele teoretice, cât și cele practice, în contextul modernizării și digitalizării acestora.

Bibliografie

1. Baker R.C., Flow Measurement Handbook: Industrial Designs, Operating Principles, Performance and Applications, Cambridge University Press, 2000.
2. Speight J.G., Natural Gas: A Basic Handbook, Gulf Professional Publishing, 2018.
3. OIML R137, Gas Meters – International Recommendation, International Organization of Legal Metrology.
4. Legea metrologiei nr.19/2016, Republica Moldova.
5. ISO 5167 – Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices.
6. Miller R.W., Flow Measurement Engineering Handbook, McGraw-Hill.
7. JCGM, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM).
8. ANRE, Hotărârea nr. 297 din 03.06.2022 – Regulamentul privind măsurarea gazelor naturale în scopuri comerciale.
9. Boyer S.A., SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition
10. NML 3:09-2017, Contoare de gaze. Cerințe metrologice și tehnice, Republica Moldova
11. Contor cu membrana, [citât 22.01.2026], disponibil: <https://orion-gs.md/ro/produkty/membrannye-schetchiki-gaza-bk/bytovye-gazovye-schetchiki/counters>
12. Contor Rotativ, [citât 22.01.2026], disponibil: <https://orion-gs.md/ro/produkty/rotatsionnye-schetchiki-gaza-rabo/rabog16>
13. Contor cu turbina, [citât 22.01.2026], disponibil: <https://samgas.ro/cturbina.html>
14. Contor ultrasonic, [citât 22.01.2026], disponibil: <https://orion-gs.md/ro/produkty/ultrazvukovye-raskhodometry/qsonic-plus>
15. International Energy Agency, Digitalisation and Energy, Paris, 2017
16. SRL “Vestmoldtransgaz” – Pașaport a gazelor naturale livrate prin conducte de gaze pentru luna 03.2026.
17. Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică (ANRE), Hotărârea nr. 112/2019 cu privire la aprobarea Regulamentului privind racordarea la rețelele de gaze naturale și prestarea serviciilor de transport și de distribuție a gazelor naturale.
18. NML 3-11:2018 „Contoare de gaz cu pistoane rotative. Procedura de verificare metrologică”
19. “Rotalin Gaz Trading” SRL - descifrarea consumului de gaze naturale la ÎM “Fabrica de vinuri Vinaria Bardar “SA în luna 03.2026.
20. Activitatea ANRE în anul 2024.pdf - numărul total de consumatori casnici în Republica Moldova, [citât 21.04.2026], disponibil: <https://anre.md/storage/upload/administration/reports/1473/Raportul>

21. Creșterea numărului de consumatori și volumul total al consumului de gaze naturale, [citat 22.04.2026], disponibil: https://www.moldovagaz.md/rom/centrul-de-presa/comunicate-de-presa/consumul-de-gaze-naturale-in-2024?utm_source=chatgpt.com
22. Guțul V. G., Zaițev O., Colomieț T., Guțul V.I. Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor. Modul de curs pentru studii superioare de master și doctorat. Chișinău 2020. ISBN 978-9975-3299-5-8. 189 p.
<https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/33237/Calitate-aer-interior-eficienta-energ-cladiri-Modul-curs.pdf?sequence=1>
23. LEU Vasile, CERNEI Mihai, BRUMĂ Inesa. Încălzirea centralizată în Republica Moldova. In: Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului, Ed. 10, 27 noiembrie 2020, Chișinău. Chișinău: tipografia “Bons Offices SRL”, 2021, Ediția 10, pp. 299-305. ISBN 978-9975-87-779- https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/126033