



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**SISTEM PENTRU IDENTIFICAREA  
DEFECTELOR ÎN MOTOARELE CU ARDERE  
INTERNĂ**

**Masterand:**

**Arapan Radu**

**Conducător:**

**conf.univ.,dr. Dicusară Ion**

**Chișinău 2019**

## Adnotare

La lucrarea de master „Sistem pentru identificarea defectelor în motoarele cu ardere internă” a studentului Arapan Radu.

În lucrarea s-a efectuat proiectarea unui sistem specializat destinat pentru testarea funcțională a motoarelor cu ardere internă în scopul identificării defectelor care se pot manifesta prin generarea de zgomote sau vibrații.

Metoda de identificare a defectelor se bazează pe analiza spectrală a sunetului și vibrațiilor generate de motor. Aplicând o analiză spațială și temporală a acestor semnale sunt obținute informații ce pot determina locul defectelor mecanice în motoarele cu ardere internă.

Lucrarea face parte din domeniul dezvoltării sistemelor specializate pentru testarea funcțională a motoarelor cu ardere internă.

În rezultatul proiectării tezei de magistrul au fost elaborate: schema de structură a sistemului, algoritmul de procesare numerică a semnalelor și schema electrică de principiu. S-a efectuat modelarea sistemului în baza limbajului UML în care s-au obținut diagramele de secvențe și cazuri de utilizare.

Rezultatele proiectării au fost implementate într-un produs program testat pe un Kit de dezvoltare Intel Galileo Gen 2.

Lucrarea de magistrul include 3 capitole pe 58 de pagini text de bază, anexe, figure și concluzii finale.

## **Annotation**

In this master thesis on " System for identifying defects in internal combustion engines" of the student First Name.

The project was designed a specialized system for the functional testing of internal combustion engines in order to identify defects that can be manifested by noise or vibration generation.

The method of identifying defects is based on the spectral analysis of the sound and vibrations generated by the engine. By applying a spatial and temporal analysis of these signals, information is obtained that can determine the place of mechanical defects in internal combustion engines.

The work is part of the development of specialized systems for the functional testing of internal combustion engines.

As a result of designing the master's thesis, the system structure diagram, the numerical signal processing algorithm and the principle electrical scheme were elaborated. System modeling was performed based on the UML language in which the sequence diagrams and use cases were obtained.

The design results were implemented in a software product tested on an Intel Galileo Gen 2 Development Kit.

The master's thesis includes 3 chapters on 58 pages of basic text, annexes, figures and final conclusions.

## Cuprins

<b>Introducere .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Analiza situației în domeniul de testare și diagnosticare a motoarelor cu ardere internă .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>1.1. Clasificarea parametrilor de testare și diagnosticare .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>1.2. Caracteristicile specifice parametrilor de diagnosticare .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>1.3. Identificarea parametrilor de stare și de diagnosticare.....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>1.4. Mijloace și dispozitive aplicate în procesul de testare a motoarelor cu ardere internă .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>1.5. Concluzii la capitolul I .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2. Metode, tehnici și tehnologii aplicate în dezvoltarea proiectului.....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2.1. Metode de testare a motoarelor cu ardere internă...</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2.2. Metode teoretice și practice pentru achiziția datelor de stare a motoarelor cu ardere internă .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2.3. Metode teoretice și practice de procesare numerică a semnalelor de stare a motoarelor cu ardere internă .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2.4. Metode și tehnici de implementare a sistemelor pentru achiziția și procesarea numerică a datelor.....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2.4.1. Dispozitive MCU pentru implementarea proiectului de magistru .</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2.4.2. Senzori de sunet pentru implementarea proiectului de magistru...</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2.4.3. Senzori de vibrație pentru implementarea proiectului de magistru .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>3. Proiectarea sistemului pentru identificarea defectelor în motoarele cu ardere internă .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>3.1. Modelarea funcțională a sistemului.....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>3.2. Elaborarea algoritmului de funcționare a sistemului .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>3.3. Elaborarea schemei de structură .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>3.3. Elaborarea schemelor electrice de principiu .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>3.4. Elaborarea produselor program.....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>3.5. Testarea funcțională a sistemului .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>Concluzii.....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>Bibliografie.....</b>	<b>8</b>
<b>Anexa 1. Surse de cod .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## Introducere

Eficiența folosirii automobilelor este determinată, în principal, de reducerea la minimum a cheltuielilor de întreținere și reparare, de realizarea unui cât mai ridicat rulaj între căderi și menținerea unor înalți parametrii ecologici.

Acest lucru implică o atentă și continuă observare a funcționării și stării tehnice a automobilelor, supunerea periodică a acestora unor procese de testare și diagnosticare care să detecteze chiar și micile defecțiuni și să permită stabilirea celor mai bune soluții de intervenție.

Testarea reprezintă procesul de determinare experimentală a unor parametri în scopul stabilirii stării tehnice și / sau a performanțelor unor piese, subansambluri, ansambluri, instalații sau sisteme tehnice.

În accepțiunea sa clasică, diagnosticul reprezintă o previziune sau o ipoteză care rezultă din interpretarea unor semne specifice stării sistemului.

Diagnosticarea unui sistem tehnic este procesul de stabilire a cauzelor unei funcționări necorespunzătoare a acestuia, pe baza simptomelor sau rezultatelor obținute în urma unor probe.

Implementarea testării și diagnosticării în procesul de exploatare a automobilelor impune elaborarea prealabilă a unui sistem de testare și diagnosticare, în care intră [1-3]:

- obiectul testării / diagnosticării – automobilul;
- parametrii de diagnosticare;
- mijloacele tehnice de testare și diagnosticare;
- metodele și organizarea proceselor tehnologice de testare și diagnosticare.

Structurarea sistemului de diagnosticare urmărește legile de evoluție a stării tehnice a obiectului testat și diagnosticat, deci modificarea parametrilor de stare, în următorii pași [1]:

- alegerea parametrilor de diagnosticare;
- stabilirea valorilor nominale și limită ale acestora;
- determinarea mijloacelor și procedeele tehnice de măsurare a valorilor efective ale parametrilor de diagnosticare selectați.

Automobilul constituie un complex de piese organizate în structuri, dispuse succesiv sau în paralel, a căror funcționare depinde de interacțiunea dintre ele sau cu mediul exterior. În timpul procesului de lucru aceste structuri suferă modificări continue sau discrete, trecând prin diverse stări care reprezintă abateri mai mult sau mai puțin importante de la structura inițială. Astfel de modificări sunt de natură [1]:

- dimensională sau de formă;

- mecanică;
- fizico-chimică;
- electrică;
- complexă.

Ele se pot exprima cantitativ, prin schimbare valorică a unor parametrii ce caracterizează starea organului sau structurii respective (sistem, instalație, mecanism), numiți parametri de stare.

De cele mai multe ori determinarea valorică exactă parametrilor de stare nu este posibilă, ceea ce îngreunează sensibil operațiile de determinare a stării tehnice sau chiar le face imposibile. De aceea trebuie să se recurgă la un procedeu de stabilire indirectă a stării tehnice a mașinilor operând cu alte mărimi, dependente într-un anumit fel de parametri de stare, și măsurabile. Valoarea acestor parametri, numiți parametri de diagnosticare, constituie exprimarea cantitativă a manifestării exterioare a mutațiilor survenite în structura ansamblului mașinii și deci a modificării parametrilor de stare ai acestuia [2,3].

În lucrarea de magistru se propune dezvoltarea unui sistem pentru identificarea defectelor în motoarele cu ardere internă care să asigure monitorizarea în timp real a evoluției sunetului emis de motor în scopul prevenirii sau identificării unei posibile defecțiuni ale motorului.

În capitolul 1 al tezei de magistru s-a efectuat analiza sistemelor și metodele de efectuare a operațiilor de testare a automobilelor.

În capitolul 2 sunt prezentate metode, tehnici și tehnologii în domeniul testării și diagnosticării automobilelor.

Capitolul 3 include proiectarea sistemului în detaliu unde sunt prezentate modelarea sistemului, elaborarea schemelor de structură, electrice de principiu și algoritmi de procesare a datelor în scopul identificării stării tehnice a motorului cu ardere internă.

Lista de bibliografie include principalele surse utilizate în procesul de proiectare și implementare a proiectului de magistru.

## Bibliografie

1. <https://mec.tuiasi.ro/diverse/Indrumar%20Motoare.pdf>, citat 20.11.2019.
2. Rakosi E., Roșca R., Manolache Gh.: *Ghid de proiectare a motoarelor de automobil*, Editura "Politehniun" Iași, 2004.
3. Roșca R., Rakosi E., Manolache Gh, Roșu V., *Elemente de tehnologia autovehiculelor*, Editura "Politehniun" Iași, 2005.
4. <https://www.scribd.com/document/135204248/Motoare-Cu-Ardere-Interna>, citat 21.11.2019.
5. <https://biblioteca.utcluj.ro/files/carti-online-cu-coperta/021-8.pdf>, citat 19.11.2019.
6. Ene Gh., Pavel Cr. *Introducere în tehnica izolării vibrațiilor și a zgomotului*. Matrix Rom, București, 2012, 256p.
7. Bereteu L. *Vibrațiile sistemelor mecanice*. București, 2009, 251p.
8. <https://utm.md/metrolog/manuale/metrologie/Capitol%2010.pdf>, citat 21.11.2019.
9. [https://www.researchgate.net/publication/316738787\\_Sisteme\\_de\\_achizitie\\_si\\_interfete\\_-\\_Curs\\_pentru\\_studentii\\_facultatii\\_de\\_Mecanica](https://www.researchgate.net/publication/316738787_Sisteme_de_achizitie_si_interfete_-_Curs_pentru_studentii_facultatii_de_Mecanica), citat 10.11.2019.
10. Paleu V. *Sisteme de achiziție și interfețe. Curs pentru studenții Facultății de Mecanică*. Iași, 2013, 122p.
11. O. Postolache, C.Foșalău, *Tratarea numerică a semnalelor*, Editura "Gh.Asachi" Iași, 2000.
12. M. Ghinea, *Procesarea digitală a semnalelor*, Editura Tritronic, București, 1997.
13. Edmund Lai, *Practical Digital Signal Processing for Engineers and Technicians*, Elsevier, 2003.
14. *Sisteme de achiziție și interfețe de process.*  
[http://automation.ucv.ro/Romana/cursuri/saip32/c\\_saip32.pdf](http://automation.ucv.ro/Romana/cursuri/saip32/c_saip32.pdf), citat 12.11.2019.
15. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1403/1403.4508.pdf>, citat 10.11.2019.
16. Ababei S., Daniel P. *Achiziția și prelucrarea datelor. Note de curs, Indrumar de laborator*. Bacău, 2012. 194p.
17. [http://ep.etc.tuiasi.ro/site/Senzori\\_si\\_Tructoare/Cursuri/senzori\\_7.pdf](http://ep.etc.tuiasi.ro/site/Senzori_si_Tructoare/Cursuri/senzori_7.pdf), citat 05.12.2019.
18. *Procesarea numerică a semnalelor.*  
[https://www.researchgate.net/publication/281836439\\_Prelucrarea\\_numerica\\_a\\_semnalelor](https://www.researchgate.net/publication/281836439_Prelucrarea_numerica_a_semnalelor), citat 04.12.2019.

19. Emmanuel C., Barrie W. *Digital Signal Processing: a practical approach*, Addison-Wesley Longman, 2001.
20. Mateescu A., Ciochina S., Dumitriu N., *Prelucrarea numerică a semnalelor*, Ed. Tehnică, București, 1997.
21. Smith S. *Digital Signal Processing. A practical guide for Engineers and Scientist*, Elsevier Ltd, Oxford, 2002
22. Gh. Cartianu , M. Săvescu, I. Constantin, D. Stanomir, *Semnale, circuite și sisteme*, Editura Didactică și Pedagogică București, 1980.
23. O. Radu, Gh. Săndulescu, *Filtre numerice. Aplicații*, Ed. Tehnică București, 1979.
24. [http://www.regielive.ro/facultate/cursuri/\\*.\\*](http://www.regielive.ro/facultate/cursuri/*.*) , citat 10.11.2019.
25. Surducan V., Wouter van Ooijen. *Microcontrolere pentru toți*. Ediția a 2-a, completată și revizuită. Editura Mîna Autorului, 2006, 307p.
26. [http://tet.pub.ro/pages/Microprocesoare2/curs\\_microcontrolere\\_P.pdf](http://tet.pub.ro/pages/Microprocesoare2/curs_microcontrolere_P.pdf), citat 12.11.2019.
27. Microcontrolere. <https://www.scribd.com/document/136108964/Microcontrolere-pdf>, citat 10.11.2019.
28. Romanca M. *Microprocesoare și microcontrolere*. Universitatea Transilvaia din Brașov, 2015, 319p.
29. <http://www.atmega.ru>, citat 11.11.2019.
30. <http://arduino.cc>, citat 10.11.2019.
31. [www.codesourceonline.com](http://www.codesourceonline.com), citat 15.12.19
32. [www.ghithub.com](http://www.ghithub.com), citat 10.12