



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Programul de masterat Inginerie Electrică**

**DEZVOLTAREA UNITĂȚILOR INDIVIDUALE  
DE TRANSPORT CU TRACȚIUNE ELECTRICĂ**

**Teză de master**

**Masterand: Ivan PISMENNÎ**

**Conducător: Prof.univ.dr. Petru TODOS**

**Chișinău – 2020**

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea de Energetică și Inginerie Electrică  
Departamentul Inginerie Electrică

Admis la susținere

Șef departament dr. conf., dr. Ilie NUCA

„12” \_\_\_\_\_ 2020

## DEZVOLTAREA UNITĂȚILOR INDIVIDUALE DE TRANSPORT CU TRACȚIUNE ELECTRICĂ

Teză de master

Masterand:  (Ivan PISMENI)

Conducător:  (Petru Todos)

Chișinău – 2020

## REZUMAT

**Teza conține:** 54 pagini, 51 de ilustrații, 1 tabel și 25 surse bibliografice.

**Cuvinte cheie:** Motor electric, trotinetă electrică, acționare electrică, tracțiune electrică, controler, invertor, senzori Hall, modelarea matematică.

**Scopul general al tezei:** Obținerea cunoștințelor teoretice și practice în domeniul acționărilor electrice moderne, modernizarea sistemelor de acționare și tracțiune în domeniul transportului individual cu tracțiune electrică.

**Actualitatea temei:** Studiu în domeniul dezvoltării unităților de transport individual electric, optimizarea acționării electrice, modernizarea echipamentului și a dispozitivelor electrice și electromecanice. Pentru studiul acționărilor electrice cu regim de funcționare complex a fost folosită modelarea matematică.

**Memoriul explicativ** include: Introducerea, 3 capitole și concluzii.

Capitolul 1: Este prezentată descrierea generală, clasificarea și date statistice globale a transportului individual cu tracțiune electrică.

Capitolul 2: Alegerea prototipului și caracterizarea generală a trotinetei electrice. Determinarea funcțiilor generale, descrierea structurii, pieselor componente, dar și modernizarea sistemului.

Capitolul 3: Este destinat modelării matematice a acționării electrice sistemului de tracțiune electrică la transportul individual.

În concluzii: Sunt descrise cele mai importante rezultate, obținute în baza studiului, cercetărilor și a calculelor efectuate.

## SUMMARY

**Thesis content:** 54 pages, 51 images, 1 tables and 25 references.

**Key words:** Electric motor, electric scooter, electric drive, electric traction, controller, inverter, Hall sensors, mathematical modeling.

**The general purpose of the thesis:** Obtaining theoretical and practical knowledge in the field of modern electrical operations, upgrading drive and traction systems in the field of individual transport with electric traction.

**The actuality of the subject:** Study in the field of development of individual electric transport units, optimization of electrical drive, modernization of electrical and electromechanical equipment and devices. Mathematical modeling was used for the study of electrical actuators with complex operation regime.

**The explanatory memo includes:** the introduction, 3 chapters and conclusions.

Chapter 1: Is presented the general description, classification and overall statistical data of individual electric traction transport.

Chapter 2: The chosen prototype and the general characterization of the electric scooter. Determination of general functions, description of structure, component parts, but also modernization of the system.

Chapter 3: It is intended for mathematical modelling of the electrical operation of the electric traction system for individual transport.

In Conclusions: Are described the most important results, obtained from the study, research and calculations performed.

## CUPRINS

INTRODUCERE .....	8
<b>1. DESCRIEREA GENERALĂ A TRASPORTULUI INDIVIDUAL CU TRACȚIUNE ELECTRICĂ.....</b>	<b>9</b>
1.1 SCURT ISTORIC A TRANSPORTULUI INDIVIDUAL ELECTRIC .....	9
1.2 CLASIFICAREA TRANSPORTULUI INDIVIDUAL ELECTRIC /.....	11
1.3 DATE STATISTICE GLOBALE A TRANSPORTULUI INDIVIDUAL ELECTRIC.....	21
<b>2. ALEGEREA PROTOTIPULUI ȘI CARACTERIZAREA GENERALĂ PENTRU CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE .....</b>	<b>25</b>
2.1 TROTINETA ELECTRICĂ DE TIP XIAOMI MI ELECTRIC SCOOTER 1S .....	25
2.2 CE REPREZINTĂ O TROTINETĂ ELECTRICĂ? DEFINIȚIE .....	25
2.3 STRUCTURA, PIESELE COMPONENTE ȘI FUNCȚIILE GENERALE ALE XIAOMI MI ELECTRIC SCOOTER 1S .....	25
2.4 CARACTERISTICELE GENERALE ALE XIAOMI MI ELECTRIC SCOOTER 1S.....	35
2.5 MODIFICĂRILE NECESARE ÎNAINTE DE EXPLOATAREA A VEHICULUI.....	38
<b>3. MODELAREA MATEMATICĂ A ACȚIONĂRII ELECTRICE SISTEMULUI DE TRACȚIUNE A TROTINETEI ELECTRICE .....</b>	<b>42</b>
3.1 PRINCIPIUL DE FUNCȚIONAREA A MOTORULUI BLDC CU SENZORI HALL.....	42
3.2 MODELAREA MATEMATICĂ A MOTORULUI BLDC, CONTROLERULUI ȘI A ECHIPAMENTULUI AUXILIAR.....	44
3.3 MODELAREA ACȚIONĂRII ELECTRICE A ÎNTREGULUI SISTEM ÎN MEDIU MATLAB SIMULINK .....	47
3.4 REZULTATELE EXPERIMENTALE OBȚINUTE ÎN URMA SIMULĂRII SISTEMULUI CU ACȚIONARE ELECTRICĂ ÎN SIMULINK .....	49
CONCLUZII .....	52
BIBLIOGRAFIE .....	53

## BIBLIOGRAFIE

1. <https://patents.google.com/patent/US552271A/en>
2. <https://romanalibera.ro/lifestyle/istoria-trotinetei-electrice-829111>
3. <https://www.digi24.ro/special/digi-portrete/oameni/ce-s-a-intamplat-cu-romanul-care-a-inventat-bicicleta-electrica-in-anii-70-1024816>
4. <https://electrek.co/2020/10/15/that-odd-little-laptop-sized-electric-scooter-from-japan-is-now-going-global/>
5. <https://ibikes.wordpress.com/2017/01/11/ebike-motorcycle-industry-trends/>
6. <https://medium.com/@techiejayk/startups-disrupting-uber-a85f7faa04db>
7. <https://www.statista.com/chart/17686/incidence-rate-of-childhood-asthma-due-to-traffic-pollution/>
8. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/ro/sheet/75/poluarea-atmosferica-si-poluarea-fonica>
9. <http://pdb2.turck.de/ro/DE/products/0000000b0003d3e10006003a>
10. <https://waqi.info/ro/>
11. <https://www.eea.europa.eu/ro/themes/air/intro>
12. <https://darwin.md/xiaomi-mijia-1s-black-fbc4019gl.html>
13. <https://www.mi.com/global/mi-electric-scooter-1S/>
14. <https://www.electronica-azi.ro/print.php?id=8923>
15. Valeriu Blajă. Electronica. „Dispozitive și circuite electronice”. Ciclu de prelegeri. Chișinău, U.T.M., 2005.
16. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Efectul\\_Hall](https://ro.wikipedia.org/wiki/Efectul_Hall)
17. <http://www.e-automobile.ro/categorie-electronica/106-senzor-hall.html>
18. Petru Todos. „Senzori și traductoare”. Note de curs. Chișinău, U.T.M., 1998-2014, (format electronic) pe platforma MOODLE: <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=172>
19. Ilie Nuca. Acționări electrice. Note de curs. Chișinău, 2011, 90 p., (format electronic) pe platforma MOODLE: <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=68>.
20. <https://blog.bimax.ro/info/cum-functioneaza-o-bicicleta-electrica>
21. Ilie Nuca. Modelarea matematică a sistemelor electromecanice. (Conspect prelegeri). Chișinău, 2005, 100 p., (format electronic) pe platforma MOODLE: <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=67>.
22. Ahmad Faiz Noor Azam, Auzani Jidin “Current Control of BLDC Drives for EV Application” 2013 IEEE 7th international power engineering and optimization conference.
23. G. R. Kumar, K. Prasad, and M. A. N. Doss, "Improve the transient response of speed and torque ripple minimization of the BLDC motor by varies controllers", in *Computer Communication and Informatics (ICCCI), 2012 International Conference on*, 2012, pp. 1-6.

24. P.Pillay ad R.Krishnan, “*Modeling, Simulation and Analysis of a Permanent Magnet Brushless DC motor drive partII: The brushless DC motor drive*”, IEEE Transactions on Industry application, Vol.25, May/Apr 1989.

25. Ilie Nuca. *Ghidul și cerinte de elaborare Tezei de master*. Reguli și sugestii de elaborare a Teze de master., (format electronic) pe platforma MOODLE:

<http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=694>.