



Universitatea Tehnică a Moldovei

Teza de master

**DISPOZITIV PENTRU DIRIJAREA SARCINII
DE CURENT ALTERNATIV**

Student: Cebotari Vadim

**Conducător: prof.univ., dr.hab.
Trofim Viorel**

Chișinău – 2020

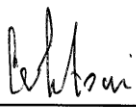
Ministerul Educației al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Programul de masterat „Microelectronica și Nanotehnologii”

Admis la susținere
Șef de departament MIB:
prof.univ.dr. Șontea Victor

” ____ ” _____ 2020

DISPOZITIV PENTRU DIRIJAREA SARCINII DE CURENT ALTERNATIV

Teză de master

Masterand:  (Cebotari Vadim)

Conducător:  (Trofim Viorel)

Chișinău – 2020

REZUMAT

la teza de master cu tema “Dispozitiv pentru dirijarea sarcinii de curent alternativ”,

Teza cuprinde introducerea, trei capitole, concluzii, bibliografia din 34 titluri, 60 pagini text de bază, inclusiv 36 figuri și 1 tabel.

Cuvinte cheie: convertor static, convertor comandat, convertor reglabil de tensiune, dispozitive semiconductoare de putere, modularea după fază, modularea prin impuls.

Domeniul de cercetare îl constituie aspectele teoretice și practice ale modulării semnalelor de putere în domeniul electronicii prin intermediul dispozitivelor semiconductoare comandate pentru dirijarea sarcinilor de diferite tipuri.

Scopul lucrării constă în elaborarea unui dispozitiv universal pentru dirijarea simplă și rapidă a sarcinilor de curent alternativ în baza unui dispozitiv semiconductor de putere care ar permite furnizarea unei tensiuni maxime de 600 V și un curent maximal de 12 A. De asemenea se va efectua izolarea galvanică între partea de control și cea de putere din motiv de siguranță a utilizatorului.

Metodologia cercetării științifice se bazează pe cercetarea diferitor metode de modulare a semnalelor electrice, precum tensiunea în curent alternativ din rețeaua națională cu scopul reglării simple și rapide a energiei furnizate către sarcină.

Noutatea și originalitatea științifică a rezultatelor obținute constă în implementarea a două metode diferite de modulare a semnalului, și anume prin modularea de fază prin tăierea semiundelor cu o valoare dorită cuprinsă între 0 și 20 ms, având un pas de 2 ms. A doua metodă constă în modularea semnalului de la rețea prin impuls, și anume limitarea controlată a impulsurilor aplicate la sarcină timp de o perioadă, aleasă experimental de 100 ms. Astfel se poate controla numărul de impulsuri aplicate cu o precizie de până la un impuls pe o perioadă de timp. Ambele metode permit reglarea cu precizie a energiei furnizate către sarcină.

Semnificația teoretică a lucrării o constituie elaborarea și optimizarea algoritmilor de modulare a semnalului sinusoidal de la rețea în baza unui microprocesor, care permite procesarea rapidă a datelor.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în elaborarea unui dispozitiv universal de control a unei game largi de sarcini rezistive, inductive și capacitive prin diferite metode alese în dependență de inerția sarcinii, care va putea fi dezvoltat în continuare pentru a fi propus spre vânzări pe piață.

SUMMARY

of Master Thesis “Device for control of loads powered by alternative current”,

This thesis contains an introduction, three chapters, conclusions, bibliography with 34 references, 60 basic pages, including 36 figures and 1 table.

Key words: static converter, power converter, adjustable voltage converter, solid state devices, modulation by phase, modulation by pulses.

Research field it constitutes the theoretical and practical aspects of the modulation of power signals in the field of electronics through the semiconductor devices ordered for directing the tasks of different types.

Goals of the work consists in the elaboration of a universal device for the simple and rapid steering of AC loads based on a semiconductor device of power that would allow to supply a maximum voltage of 600 V and a maximum current of 12 A. Also the galvanic isolation between the part will be carried out. control and power due to user safety.

Methodology of scientific researches is based on the research of different methods of modulation of electrical signals, such as AC voltage from the national network with the aim of simple and rapid regulation of the energy supplied to the load.

Obtained scientific **novelty and originality** of the results consists of the implementation of two different methods of modulation of the signal, namely by the phase modulation by cutting the semiconductors with a desired value between 0 and 20 ms, having a step of 2 ms. The second method consists of modulating the signal from the network by impulse, namely the controlled limitation of the impulses applied to the load for a period, chosen 100 ms experimentally. This way you can control the number of pulses applied with an accuracy of up to a pulse over a period of time. Both methods allow the precise adjustment of the energy supplied to the load.

Theoretical significance of the paper is the elaboration and optimization of the algorithms for modulation of the sinusoidal signal from the network based on a microprocessor, which allows the rapid processing of the data.

The applicative significance of the work consists in the elaboration of a universal control device of a wide range of resistive, inductive and capacitive loads by different methods chosen depending on the inertia of the load, which can be further developed to be proposed for sale on the market.

CUPRINS

REZUMAT	1
INTRODUCERE	3
1. CONSTRUCȚIILE DISPOZITIVELOR DE DIRIJARE A SARCINILOR	4
1.1. Clasificarea dispozitivelor semiconductoare de putere	4
1.2. Parametrii dispozitivelor semiconductoare de putere	7
1.3. Aplicațiile dispozitivelor semiconductoare de putere	17
1.4. Convertoare reglabile de tensiune alternativă	21
1.5. Scopul și obiectivele tezei	26
2. ELABORAREA CONVERTORULUI REGLABIL DE TENSIUNE ALTERNATIVĂ	27
2.1. Elaborarea cerințelor tehnice a convertorului reglabil de tensiune	27
2.2. Elaborarea sistemului hardware al convertorului	29
2.3. Elaborarea sistemului software pentru ATmega16A	40
3. ASAMBLAREA ȘI TESTAREA CONVERTORULUI REGLABIL DE TENSIUNE ALTERNATIVĂ	44
3.1. Asamblarea schemelor electrice și realizarea cablajului imprimat	44
3.2. Testarea convertorului reglabil de tensiune alternativă	52
CONCLUZII	60
BIBLIOGRAFIE	61

INTRODUCERE

Astăzi este imposibil să me imaginăm viața fără electricitate. În fiecare zi, întreaga populație a planetei noastre folosește milioane de wați de electricitate pentru a asigura viața normală. Dar, încă o dată, inclusiv un ceainic electric, o persoană nu se gândește la ce drum trebuie să meargă electricitatea, astfel încât să poată face singură o cană de cafea aromată. Preocupările pentru limitarea poluării mediului de către centralele electrice utilizând surse fosile precum și pentru o utilizare eficientă a surselor locale de energie poate determina modificări importante în structura rețelelor electrice de distribuție, prin dezvoltarea unor microrețele care pot funcționa practic izolat sau conectate la rețeaua electrică de interes public cu schimburi bilaterale de energie. În special atunci când funcționează fără schimb de energie cu rețeaua publică (practic izolat) este necesară o analiză de detaliu a nivelului calității energiei electrice furnizată utilizatorilor din microrețea și a soluțiilor adoptate pentru asigurarea unui nivel de calitate care să satisfacă necesitățile utilizatorilor [1-5].

Energia electrică este produsă și distribuită prin rețelele electrice industriale și interne, în principal pe curent alternativ. Tensiunea sursei de energie primară variază de obicei în anumite limite, iar dacă sarcina necesită un nivel de tensiune constant, atunci este necesar de stabilizare. Pe de altă parte, pentru implementarea diferitelor procese tehnologice, poate fi necesară modificarea tensiunii conform unei anumite legi. În astfel de cazuri, este necesar reglarea tensiunii. Ramura cunoștințelor asociate studiului conversiei parametrilor energiei electrice este denumită tehnologie de conversie. Dispozitivele de tehnologie de conversie sunt puse în aplicare pe baza dispozitivelor semiconductoare de putere - diode, tiristoare, tranzistoare [2, 3].

Echipamentele electronice de uz casnic, precum și echipamentele utilizate în echipamentele de măsurare, sistemele de control și o serie de alte dispozitive, sunt alimentate de o rețea de tensiune alternativă, în timp ce componentele individuale ale echipamentului trebuie să fie furnizate cu tensiune constantă (alimentare cu amplificatoare, dispozitive computerizate etc.). Tendința de dezvoltare a bazei elementelor vizează unificarea cheilor electronice, reducerea capacității lor instalate, reducerea pierderilor și scăderea puterii de control. În prezent, sunt produse blocuri integrate, care includ nu numai elementele cheii de alimentare, ci și driverele semnalelor de control pentru aceste taste (drivere) sau, cum sunt numite altfel, drivere de semnal de control (ESF).

Astfel, scopul lucrării date prezintă elaborarea unui dispozitiv universal de control a sarcinii de curent alternativ baza pe un microprocesor, iar parametrii principali și mai multe detalii vor fi prezentate în continuare în capitolul respectiv.

BIBLIOGRAFIE

1. BANERJEE, S., VERGHESE, G.C., Nonlinear phenomena in power electronics: IEEE; 1999.
2. BOSE, B.K., Power electronics and AC drives. In: *Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1986, 416 p.* 1986.
3. ERICKSON, R.W., MAKSIMOVIC, D., Fundamentals of power electronics: Springer Science & Business Media; 2007.
4. Electronica de putere. Aplicații practice. Accesat 11 Octombrie 2019, ora 13.15
[HTTPS://DANYKOM.RU/RO/USTROISTVO-PREOBRAZUYUSHCHEE-PEREMENNOE-NAPRYAZHENIE-V-POSTOYANNOE/](https://danykom.ru/ro/ustroistvo-preobrazuyushchee-peremennoe-napryazhenie-v-postoyanno/)
5. KAZMIERKOWSKI, M.P., KRISHNAN, R., BLAABJERG, F., IRWIN, J., Control in power electronics: selected problems: Academic press; 2002.
6. MCKENZIE, A.A., FINK, D.G., Electronics engineers' handbook: McGraw-Hill; 1975.
7. Generalități asupra dispozitivelor și modulelor semiconductoare de putere. Accesat 16 Octombrie 2019, ora 11.25 http://www.euedia.tuiasi.ro/lab_ep/ep_files/Lucrarea_2_img.pdf.
8. Wikipedia. Accesat 08 Octombrie 2019, ora 16.24
[HTTPS://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/TRIAC](https://en.wikipedia.org/wiki/Triac)
9. Dispozitive de putere. Material de curs. Accesat 22 Octombrie 2019, ora 11.54
http://aie.ugal.ro/Convertoare/Curs_EP_CS.pdf.
10. MOHAN, N., Power electronics: a first course: Wiley; 2011.
11. Referat Locul și importanța electronicii de putere. Accesat 16 Noiembrie 2019, ora 16.44
http://www.euedia.tuiasi.ro/lab_ep/ep_files/Lucrarea_1_img.pdf
12. Aplicarea electronicii de putere. Accesat 02 Decembrie 2019, ora 13.41
<https://riverglennaps.com/ro/thyristor/866-application-of-power-electronics.html>
13. HOROWITZ, P., HILL, W., The art of electronics: Cambridge Univ. Press; 1989.
14. Mihaela Popescu. Convertoare statice. Suport curs. Accesat 16 Noiembrie 2019, ora 10.21
<http://elth.ucv.ro/fisiere/probleme%20studentesti/Cursuri/Convertoare%20statice/Convertoare%20statice%20-%20IEC.pdf>
15. MAGHIAR, T., CĂLUGĂREANU, M., STANESCU, C., STANESCU, C., BONDOR K. Electronică industrială. Editura Universității din Oradea, 2001, 259 p., ISBN: 973-8219-76-0.
16. SCHERZ, P., Practical electronics for inventors: McGraw-Hill, Inc.; 2006.
17. Tipuri de sarcini electrice. Accesat 21 Octombrie 2019, ora 15.24
<https://webstarsnet.com/ro/59-types-of-electrical-loads.html>
18. Datasheet BT138. Accesat 21 Octombrie 2019, ora 14.22
<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/16778/PHILIPS/BT138.html>
19. Datasheet MOC3021. Accesat 21 Octombrie 2019, ora 14.46
<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/5039/MOTOROLA/MOC3021.html>
20. MULLER, R.S., KAMINS, T.I., CHAN, M., KO, P.K., Device electronics for integrated circuits. In. 1986.
21. Convertoare DC-DC. Accesat 25 Noiembrie 2019, ora 12.41
<https://hobbytronica.ro/convertoare-dc-dc-cu-mc34063/>
22. KAPLAN, S.M., Wiley electrical and electronics engineering dictionary: Wiley-Interscience; 2004.
23. Datasheet MC34063A. Accesat 25 Octombrie 2019, ora 12.56
<https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MC34063A-D.PDF>
24. MOORE, G.E., Progress in digital integrated electronics, Electron Devices Meeting 1975, pp. 11-13.
25. Fabricarea circuitelor imprimate în laboratorul propriu. Accesat 11 Noiembrie 2019, ora 16.23
<http://electrokits.ro/articole-c-39/fabricarea-circuitelor-imprimate-in-laboratorul-propriu-i-p-500.html>.
26. Echiparea cablajelor imprimate. Accesat 2 Decembrie 2019, ora 15.55
<http://www.scriub.com/tehnica-mecanica/ECHIPAREA-CABLAJELOR-IMPRIMATE81285.php>

27. Tehnici CAD de realizare a modulelor electronice. Accesat 15 Decembrie 2019, ora 14.10. http://radio.ubm.ro/EA/Documente/Cursuri_Laboratoare/TCAD/tcad_15_pdf.pdf
28. Complemente de calcul termic in echipamentele electronice. Accesat 11 Octombrie 2019, ora 15.12. http://mec.upt.ro/dolga/EIM_6.pdf
29. MITZI, D.B., CHONDROUDIS, K., KAGAN, C.R., Organic-inorganic electronics. In: *IBM journal of research and development*. 2001, vol. 45, nr. 1, pp. 29-45. ISSN 0018-8646.
30. Loyd, I, Sinth, S., Semiconductor physical electronics: Springer Science & Business Media; 2012.
31. Radiatoare pentru dispozitive electronice. Accesat 14 Noiembrie 2019, ora 12.50 <https://www.electronica-azi.ro/2007/04/27/radiatoare-pentru-dispozitive-electronice/>
32. Wikipedia. Accesat 22 Noiembrie 2019, ora 21.30 https://en.wikipedia.org/wiki/Zero_crossing_control
33. Semnale periodice. Accesat 3 Decembrie 2019, ora 12.40 <http://www.afahc.ro/ro/facultate/cursuri/ccg/MSE/C05%20-%20Semnale%20periodice.pdf>
34. Wikipedia. Accesat 21 Noiembrie 2019, ora 11.20. <https://en.wikipedia.org/wiki/Dimmer>