



Universitatea Tehnică a Moldovei

Programul de masterat **Inginerie Electrică**

**ELABORAREA MOSTREI ȘI EFICIENTIZAREA
REGIMURILOR DE ZBOR A
MULTICOPTERULUI CU PATRU ROTOARE**

Teza de master

Masterand: Soltinschi Victor

Conducător: dr.conf. Nucă Ilie

Chișinău 2019

Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea de Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Inginerie Electrică

Admis la susținere
Șef departament dr. conf. Ilie Nuca

_____ 2019
" " _____

**ELABORAREA MOSTREI ȘI EFICIENTIZAREA
REGIMURILOR DE ZBOR A
MULTICOPTERULUI CU PATRU ROTOARE**

Teza de master

Masterand:  Soltinschi Victor

Conducător:  dr.conf. Nucă Ilie

Chișinău 2019

REZUMAT

Teza conține: 79 pagini, 82 de ilustrații, 2 tabele și 31 surse bibliografice.

Cuvinte cheie: quadcopter, multicopter, drona, arducopter, apm, controler de zbor, controler de viteză, programarea, baterii de acumuloare, BLDC, mission planner.

Scopul general al tezei: elaborarea machetei și eficientizarea regimurilor de zbor al unui multicopter.

Actualitatea temei: beneficierea utilizării multicopterilor, cu posibilitățile lor extensive, aplicațiile lor de programare și setare foarte vaste, eficientizează orice zbor datorită varietății de regimuri și setărilor de siguranță în cazuri de avarie sunt ca factor principal extrem de utile, interesante și atrăgătoare din ce în ce mai mult și continuă de a ne surprinde cu posibilitățile și direcții noi de aplicare care își găsesc.

Memoriul explicativ include: introducerea, 3 capitole și concluzie.

Capitolul 1 conține o descriere și conceptele generale despre multicoptere, clasificarea și tipurile acestora. Descrie enorm construcția, rolul și importanța a fiecărui component și deasemenea principiul de funcționare și fizica zborului a vehicului aerian cu 4 rotoare, tipuri de motoare electrice și baterii acumuloare posibile ce se utilizează. Arată situația actuală a implicării surselor cu pile de combustie de hidrogen utilizate la multicoptere.

Capitolul 2 are ca țintă dimensionarea unui multicopter cu patru rotoare(quadcopter). Sunt alese piese componente preliminare cu caracteristici compatibile și sunt realizate calcule necesare de masa, consum, durata de zbor al aparatului și sunt alese piese finale și auxiliare în conformitate cu valorile obținute, asamblarea și conectarea conform schemei electrice prezentate. Capitolul se încheie cu determinarea duratei de zbor.

Capitolul 3 constituie elaborarea quadcopterului, modelarea și simularea în mediului MatLaB - SimPowerSytem al acestuia, familiarizarea și însușirea cu programul de setare-programare a quadcopterului, eficientizarea regimurilor de zbor cu setări de siguranță.

Putem considera că obiectivele acestei lucrări au fost: calcularea și alegerea pieselor componente preliminare cu caracteristici compatibile, cât și piesele finale și auxiliare, calcularea masei, consumului și duratei de zbor al aparatului, elaborarea și simularea modelului în mediul MatLab, asamblarea și conectarea quadcopterului conform schemei indicate, programarea și setarea parametrilor pentru o performanță optimă , eficientizarea regimurilor de zbor.

Macheta elaborată a fost prezentată la expozițiile studentești UTM si va fi utilizată în procesul didactic la Dep.Ing.Electrica UTM.

SUMMARY

The thesis contains: 79 pages, 82 illustrations, 2 tables and 120 bibliographic sources.

Keywords: quadcopter, multicopter, arducopter, apm, flight controller, speed controller, programming, battery pack, BLDC, mission planner.

The general purpose of the thesis: the development of the model and the efficiency of the flight regimes of the multicopter wetland.

Topical theme: the benefit for using multicopters, with their expensive possibilities, their very extensive programming and setting applications, make any flight more efficient due to the variety of regimes and safety settings in case of damage, as they are interesting and attractive main factor. which continues to amaze us with the new possibilities and directions of application that they find.

The explanatory report includes: introduction, 3 chapters and conclusion.

Chapter 1 contains a description and general concepts about multicopters, their classification and types. It describes enormously the construction, role and importance of each component and also the principle of operation and flight physics of the 4-wheeled aerial vehicle, types of electric motors and possible accumulator batteries to be used. It shows the current situation of the involvement of sources with hydrogen fuel cells used in multicopters.

Chapter 2 aims at sizing a quadcopter with four rotors. Preliminary component parts with compatible characteristics are chosen and the necessary calculations are made for the mass, consumption, flight time of the apparatus and final and auxiliary parts are chosen according to the obtained values, the assembly and connection according to the electrical diagram presented. The chapter ends with determining the flight duration.

Chapter 3 is the development of the quadcopter, modeling and simulation in its MatLaB - SimPowerSytem environment, familiarizing and acquiring with the quadcopter setting-programming program, streamlining the flight regimes with safety settings.

We can consider that the objectives of this work were: calculating and choosing the preliminary component parts with compatible characteristics, as well as the final and auxiliary parts, calculating the mass, consumption and flight time of the device, developing and simulating the model in the MatLab environment, assembling and connecting the quadcopter according to the indicated scheme, the programming and the setting of the parameters for optimum performance, the efficiency of the flight regimes.

The elaborated model was presented at the UTM student exhibitions and will be used in the teaching process at UTM Electrical Department.

CUPRINS:

INTRODUCERE

1. DESCRIEREA ȘI CONCEPTELE GENERALE PRIVIND ANALIZA SITUAȚIEI ACTUALE A MULTICOPTERELOR.

1.1	Noțiuni generale.....	10
1.2	Clasificarea multicopterilor.....	10
1.3	Domenii de utilizare a multicopterilor.....	13
1.4	Construcția și principiul de funcționare a multicopterului cu patru rotoare (quadcopter).....	17
1.5	Sisteme de protecție implementate pentru multicoptere.....	31
1.6	Surse de energie cu pile de combustie pe Hidrogen.....	35

2. DIMENSIONAREA MULTICOPTERULUI CU PATRU ROTOARE (QUADCOPTER).....

2.1	Alegerea părților componente a multicopterului.....	36
2.2	Calculul consumului și alegerea bateriei de acumulare (mAh).....	46
2.3	Calculul masei aparatului.....	47
2.4	Schema de conectare-asamblare.....	50
2.5	Calculul duratei de zbor a aparatului.....	51

3. MODELAREA, SIMULAREA MULTICOPTERULUI CU PATRU ROTOARE ȘI EFICIENTIZAREA REGIMURILOR DE ZBOR.....

3.1	Simularea quadcopterului în mediul MatLab.....	53
3.2	Elaborarea modelului SimPowerSystem a quadcopterului.....	61
3.3	Concluzie asupra rezultatelor obținute.....	64
3.4	Programarea și setarea parametrilor a quadcopterului.....	65
3.5	Eficientizarea regimurilor de zbor.....	67

CONCLUZIE.....

BIBLIOGRAFIE.....

BIBLIOGRAFIE

1. Ilie Nucă/ Acționări electrice:curs - <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=68>
2. Intrucere în controlul numeric a proceselor / Vasile Horga; - Universitatea Tehnică "Gh.Asachi" – Iași 2014
3. Ilie Nucă/ Modelarea matematica a sistemelor electromecanice - <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=67>
4. Sergiu Ivanov/ Modelarea și simularea sistemelor electromecanice - <http://elearning.utm.md/moodle/mod/resource/view.php?id=33826>
5. Mașini electrice, Volumul II: Mașini sincrone side current continu, procese tranzitorii/Tudor Ambros; – UTM Chișinău, 2017.
6. Электрические Машины: машины постоянного тока/ А.И.Вольдек, В.В.Попов -Санкт-Петербург,2004;
7. Sisteme de comandă și reglare ale mașinilor electrice/ Constantin Filote, Adrian Graur - Suceava,1998.
8. Acționarea mașinilor electrice/Ioan Ionescu –București,2005.
9. Dispozitive și circuite electronice:cilu de prelegeri/Valeriu Blaja - UTM,Chișinău 2005
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle
11. <https://rustep.com/2017/06/rf-drony-dostavka/>
12. <https://миамир.рф/наука/3215/>
13. <https://korrespondent.net/lifestyle/gadgets/3937637-v-sety-pokazaly-kytayskoe-dron-taksy-Ehang>
14. <http://hronika.info/videonovosti/308298-v-latvii-razrabotali-interesnyy-pozharnyy-dron-video.html>
15. <https://en.wikipedia.org/wiki/Quadcopter>
16. <https://blog.rcdetails.info/vybiraem-poletnye-kontroller-dlya-kvadrokoptera/>
17. <https://www.e-education.psu.edu/geog892/node/5>
18. <https://www.giz.ro/gadgeturi/drone-41091/>
19. <https://www.thedroneinfo.com/what-is-a-drone/>
20. <https://www.nacdl.org/domesticdrones/>
21. <https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/technology/aviation-general/drone>
22. <https://3dnews.ru/942820>
23. <https://dronomania.ru/faq/chto-takoe-kvadrokopter.html> - ЧТО ТАКОЕ КВ...КОПТЕР
24. <http://intalent.pro/article/kak-drony-pokoryayut-mir-i-chto-budet-dalshe.html>
25. <http://www.customelectronics.ru/chast-3-vse-ob-akkumulyatorah-dlya-kvadrokoptero/>
26. <http://kvadrokoptery.com/akkumulyatoryi-dlya-kvadrokoptera/>

27. <http://mykvadrocopter.ru/kak-vybrat-akkumulyator-dlya-kvadrokoptera/>
28. <http://infocopter.ru/akkumulyatoryi-dlya-dronov/> -
29. <https://robot-ex.ru/ru/article/droni-kakie-bivayut-i-kak-rabotayut-60349>
30. <https://www.firerescue1.com/emergency-response-in-the-drone-age/articles/376640018-A-firefighters-guide-to-drone-flight-7-elements-of-a-copter-drone/>
31. <http://lemarbet.com/razvitie-internet-magazina/dostavka-dronami/>