|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  **ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У НОВОМ САДУ** |  |

Андреј Личанин

**Клик механизам диптара**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2021

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Редни број, **РБР**: | |  | |
| Идентификациони број, **ИБР**: | |  | |
| Тип документације, **ТД**: | | Монографска документација | |
| Тип записа, **ТЗ**: | | Текстуални штампани материјал | |
| Врста рада, **ВР**: | | Дипломски – мастер рад | |
| Аутор, **АУ**: | | **Андреј Личанин** | |
| Ментор, **МН**: | | **професор доктор Звонко Ракарић** | |
| Наслов рада, **НР**: | | **Клик механизам диптара** | |
| Језик публикације, **ЈП**: | | Српски / латиница | |
| Језик извода, **ЈИ**: | | Српски | |
| Земља публиковања, **ЗП**: | | Република Србија | |
| Уже географско подручје, **УГП**: | | Војводина | |
| Година, **ГО**: | | **2021** | |
| Издавач, **ИЗ**: | | Ауторски репринт | |
| Место и адреса, **МА**: | | Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6 | |
| Физички опис рада, **ФО**: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога) | | **<уписати статистику>** | |
| Научна област, **НО**: | | Електротехника и рачунарство | |
| Научна дисциплина, **НД**: | | Рачунарска техника | |
| Предметна одредница/Кqучне речи, **ПО**: | | **<кључне речи>** | |
| **УДК** | |  | |
| Чува се, **ЧУ**: | | У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад | |
| Важна напомена, **ВН**: | |  | |
| Извод, **ИЗ**: | | **<кратак садржај рада>** | |
| Датум прихватања теме, **ДП**: | |  | |
| Датум одбране, **ДО**: | |  | |
| Чланови комисије, **КО**: | Председник: | **<име председника комисије>** |
|  | Члан: | **<име члана комисије>** | Потпис ментора |
|  | Члан, ментор: | **<име ментора>** |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Accession number, **ANO**: | |  | |
| Identification number, **INO**: | |  | |
| Document type, **DT**: | | Monographic publication | |
| Type of record, **TR**: | | Textual printed material | |
| Contents code, **CC**: | | Master Thesis | |
| Author, **AU**: | | **<ime autora>** | |
| Mentor, **MN**: | | **<ime mentora, sa oznakom titule PhD>** | |
| Title, **TI**: | | **<naslov rada, na engleskom jeziku>** | |
| Language of text, **LT**: | | Serbian | |
| Language of abstract, **LA**: | | Serbian | |
| Country of publication, **CP**: | | Republic of Serbia | |
| Locality of publication, **LP**: | | Vojvodina | |
| Publication year, **PY**: | | **<godina odbrane>** | |
| Publisher, **PB**: | | Author’s reprint | |
| Publication place, **PP**: | | Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6 | |
| Physical description, **PD**: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes) | | **<upisati statistiku>** | |
| Scientific field, **SF**: | | Electrical Engineering | |
| Scientific discipline, **SD**: | | Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems | |
| Subject/Key words, **S**/**KW**: | | **<ključne reči, na engleskom jeziku>** | |
| **UC** | |  | |
| Holding data, **HD**: | | The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia | |
| Note, **N**: | |  | |
| Abstract, **AB**: | | **<kratak sadržaj rada, na engleskom jeziku>** | |
| Accepted by the Scientific Board on, **ASB**: | |  | |
| Defended on, **DE**: | |  | |
| Defended Board, **DB**: | President: | **<ime predsednika komisije>** |
|  | Member: | **<ime člana komisije>** | Menthor's sign |
|  | Member, Mentor: | **<ime mentora>** |  |

**Zahvalnost**

< Na ovo mesto treba ubaciti zahvalnicu, ukoliko postoji >

**Sadržaj**

[1. Klik mehanizmi 1](#_Toc77620641)

[2. Bio mimikrija 2](#_Toc77620642)

[3. Mikro letelice 3](#_Toc77620643)

[4. Mehanizam leta diptera 4](#_Toc77620644)

[4.1 Anatomija diptera (kućna muva) 5](#_Toc77620645)

[4.2 Mehanizam leta 6](#_Toc77620646)

[4.3 Mehanizam pokretanja letećih mišića 8](#_Toc77620647)

[4.4 Kontrola leta 8](#_Toc77620648)

[5. Model klik mehanizma 9](#_Toc77620649)

[6. Rešavanje modela 10](#_Toc77620650)

[7. Analiza 11](#_Toc77620651)

[8. Zaključak 12](#_Toc77620652)

[9. Literatura 13](#_Toc77620653)

**Spisak slika**

**No table of figures entries found.**

**Spisak tabela**

**No table of figures entries found.**

**Skraćenice**

**FPGA** - *Field Programming Gate Array*, Programabilne sekvencijalne mreže

**CPU** - *Central Processor Unit*, Centralni procesoor

**GND** - Oznaka za signal na nultom potencijalu

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1) |

# Klik mehanizmi

# Bio mimikrija

# Mikro letelice

# Mehanizam leta diptera

Dipteri su česta vrsta u svim većini zemaljskih biosfera i do sada je otkriveno oko više od 150 000 vrsta. Smatra se da su pored pčela najbitniji insketi koji pomažu razmonžavanje biljaka oprašivanjem. Pripadaju supergrupi Endopterigota, tj insekata koje u svom životnom ciklusu imaju radikalne morfološke promene, što se može primetiti kada se porede larve i odrasle jedinke. Interesantna razlika kod diptara u odnosu da druge leteće vrste je to da su za let razvile specifične dodatke , umesto da krila budu nakačena na već postojeće ruke kao kod ostalih

Let je evoluirao tačno četri puta u nama vidljivoj istoriji.života.Kod pterosaura, ptica, letećih miševa i insekata. Svaki put kada je evoluirao proizveo je veliki spektar raznih vrsta. Let je jako koristan i jeftin vid kretanja koji omogućava vrstama koje ga imaju da razvijaju jedinstvene niše u načinu nalaženja hrane, migracije i pronalaženja partenra za reprodukciju. U ovom radu se fokusiramo na insekte iz roda Diptera ( dvokrilci, muve ).

|  |
| --- |
| Slika 4.1Vrste koje su evoluirale letenje |

## Anatomija diptera (kućna muva)

Telo diptere se deli na glavu, toraks i abdomen. Na glavi se nalaze oči, antena i usta za hranjenje.Na toraksu su krila, halteri i noge. Abdomen nosi organe za varenje i reprodukciju.

Diptare imaju specijalizovane organe zvane halteri ili balanseri, koji služe kao ugrađeni giroskopi kojima one mere svoju poziciju i orijentaciju u prostoru. One osciluju velikom frekvencijom zajedno sa krilima, skupljaju informacije i šalju direktno mišićima koji kontrolišu krila. Jedinke kojima je ovaj organ odstranjen ne mogu da lete. Ovaj sistem im je omogućio da budu jedni on najboljiš letača u životninjskom carstvu.

|  |
| --- |
| Slika . Anatomija muve (CeCe i obična kućna)  Glava muve je opremljena sa dva velika kompozitna oka, koje imaju različite podele na ćelije oka zavino od vrste do vrste. Poseduju još dva očna organa na vrhu glave ali dosada nije ustanovljeno za šta se koriste. Pored očiju na glavi se nalazi i par antena kojima muva detektuje miris i ukus. Usta su specijalizovana za penetraciju i sisanje  Diptare poseduju jedan par krila i jedan par haltera sa obe strane toraksa, koje imaju specijalizovane mišiće i nervni sistem što im omogućuje da budu veoma okretni tokom leta.  Za kretanje po krutim površinama muve koriste tri para segmetnisanih nogu. Abdomen je segmentisan različito zavisno od vrste. Uglavnom je podeljen na 8-10 segmenata, gde zadnja dva služe za reprodukciju, a ostatak je sistem za varenje. |

## Mehanizam leta

### Rana ispitivanja

Da bi bilo koji objekat mogao da leti potrebne su da se reše tri ključne stvari. Način na koji će proizvesti dovoljnu podizajnu silu, sistem koji će ga održati u vazduhu i mehanizam kojim će kontrolisati kretanje dok leti. Prvo će se posmatrati kako se generišu sile koje muvama omogućuju let. Ako se posmatra poprečni presek krila **S** može se uočiti da krilo napada vazduh (fluid) pod nekim uglom . Ako se krilo kreće nekom brzinom **U,** može se zapaziti da krilo generiše silu koja je upravna na površinu krila. Ta sila se dalje može razložiti na dve sile, Uzgon koji je normalan na vektor brzine krila i paralelnu silu koja predstavlja otpor sredine kretanju.

|  |
| --- |
| Slika 4.3 Prikaz krila muve i sila koje deluju na nju  Drugi Njutnov zakon kaze da je promena u količini kretanja jednaka sili koja deluje na to telo. Ako posmatramo gornji sistem sa strane fluida mogu se izvesti jednačine za silu. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2.1) |

Gde je  - Gustina fluida. Ova jednačina se drugačije može napisati kao:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2.2) |

Gde je CF  - Koeficjent sile.

Ovaj koeficjent govori koliko je bilo koje krilo dobro u smislu stvaranja Uzgona, tj. koliko dobro smiče vazduh ka dole. Dalje se ova formula može raložiti na svoje komponente koje odgovaraju sili uzgona (eng. *lift*) i sili otpora (eng. *drag*)

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2.3) |

Koeficjent uzgona i otpora se ispituje u vazdušnom tunelu tako što se krilo izloži kontrolisanom toku vazduha (kome se nekada dodaju boje radi vizualizacije), pa se onda varira ugao napada I preko senzora se meri sila uzgona I otpora.

|  |
| --- |
| Slika 4.4 Ispitivanje u vadušnom tunelu |

Ova merenja se mogu predstaviti grafički i bolje sagledati kako se krilo ponaša. Praksa je da se vrednosti koefcijenata predstavi jedan u odnosu na drugi za raličite vrednosti napada. Ovako se dobija nova kriva koja se zove Aerodinamička polara. Ova kriva je veoma korisna u analizi letelica.

|  |
| --- |
| Slika . Grafički prikazi koeficjenata |

Da bi se razmula mehanika letenja kod muva neophodno je uvesti jos jedan koncept. Ako ubacimo ravno krilo u fluid koji teče, i nagnemo ga malo, čestice koje se kreću na gornjem delu krila će se kretati brže nego čestice koje su ispod krila. Ovo stvara razliku pritiska i silu potiska nagore. Ovo se drugačije može zamisliti kao cirkulacija fluida oko krila.

|  |
| --- |
| Slika . Cirkulacija vazduha oko krila |

Kutta-Jukovski Teorema. Jedna od najbitnih u aerodinamici.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2.4) |

Gde je:

*  gustina fluida
* brzina toka
*  Cirkulacija
*  potisak po razmaku krila

Bilo koja sila potiska bilo kog poprečnog dela krila je proporcijalna cirkulaciji brzini i gustini fluida.

U 1960 I 1970 godinama, naučnici su imali prvi put pristupak kamerama koje mogu da snimaju velikom brzinom (veliki broj slika u sekundi). Neki naučnici su dobili ideju da snimaju let muve ne bi li odgonetnuli tajnu njenog leta.

Torkel Weis-Fogh (1922-1975) je radio ovakvu vrstu merenja ne bi li došao do odgovora. On je uradio sledeću vežbu.

|  |
| --- |
| Slika 4.7 Kvazistatička analiza muve brzom kamerom |

Ako se krilo snimi u određenom položaju ( ponoću brze kamere), mogue će izvući sve podatke preko kojih se računa potisna sila 4.2.3.1. Ovo je moguće uraditi u mnogo položaja duž krila i rezultat se sumira. Suma ovih sila bi trebala da bude veća ili jednaka težini tela muve.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2.5) |

|  |
| --- |
| Slika 4.8 Aerodinamičke polare rezultata kvazistatičke analize |

Kada je ova vežba sprovedena na mnogo više insekata, učenik Torkela, Čarli Elington (1952-2019.) je grafički predstavio sve areodinamičke polare insekata I došao do zaključka da insekti ne bi mogli da polete, jer njihova krila ne generišu dovoljno sile.

### Areodinamičko skaliranje I realni rezultati

### Q

## Mehanizam pokretanja letećih mišića

## Kontrola leta

# Model klik mehanizma

# Rešavanje modela

# Analiza

# Zaključak

# Literatura

1. Vladimir Kovačević: *Logičko projektovanje računarskih sistema I –projektovanje digitalnih sistema*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2001