



Sveučilište u Zagrebu

FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Marko Markić

NASLOV DISERTACIJE TEST HR

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2022.



Sveučilište u Zagrebu

FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Marko Markić

NASLOV DISERTACIJE TEST HR

DOKTORSKI RAD

Mentori: prof. dr. sc. Miki Mikić, dip. ing.
dr. sc. Pero perić, dip. ing.

Zagreb, 2022.



University of Zagreb

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING AND NAVAL
ARCHITECTURE

Marko Markić

TITLE DISSERTATION TEST ENG

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisors: Full prof. Miki Mikić, PhD
Associate prof. Pero perić, PhD

Zagreb, 2022.

Bibliography data

<i>UDC:</i>	2222
<i>Keywords:</i>	PID; LQR; hydraulics
<i>Scientific area:</i>	stroj
<i>Scientific field:</i>	polje
<i>Institution:</i>	institucija
<i>Supervisor:</i>	mentor
<i>Number of pages:</i>	183
<i>Number of figures:</i>	140
<i>Number of tables:</i>	13
<i>Number of references:</i>	193
<i>Date of examination:</i>	datum obrane
<i>Committee:</i>	PRVI PROFESOR, PhD, Full Professor, Department, dc- dfdfd fd fdf df sdfsd sdf sdf sdf s DRUGI PROFESOR, PhD, Full Professor, Department, sdfgdfs sdf sdf dsf adsf sdf sdf sdf TREĆI PROFESOR, PhD, s ds ds d dsd sd s d
<i>Institution in which this work is archived:</i>	institucija

Supervisor Information

Profesor Profesor, PhD, Associate Professor
Department of Robotics and Production System Automation
Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb
Croatian scientist ID: xxxxxxx

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Metus aliquam eleifend mi in nulla posuere sollicitudin aliquam ultrices. Nibh praesent tristique magna sit amet. Posuere morbi leo urna molestie at elementum eu facilisis. Ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit pellentesque. Posuere sollicitudin aliquam ultrices sagittis orci a scelerisque purus. Rhoncus mattis rhoncus urna neque viverra justo nec. Egestas purus viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices. Tellus in metus vulputate eu scelerisque. Convallis posuere morbi leo urna molestie at elementum eu facilisis. Vivamus at augue eget arcu dictum varius. Varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus. Iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit at. Est sit amet facilisis magna etiam tempor orci eu. Aenean euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae. Consequat interdum varius sit amet mattis vulputate enim nulla. Malesuada bibendum arcu vitae elementum. Ornare aenean euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae. Tellus in metus vulputate eu scelerisque felis imperdiet proin fermentum. Semper risus in hendrerit gravida.

Ac odio tempor orci dapibus. Ac odio tempor orci dapibus ultrices in iaculis nunc sed. Feugiat nibh sed pulvinar proin gravida hendrerit lectus. Molestie ac feugiat sed lectus vestibulum. Ornare arcu dui vivamus arcu felis bibendum ut tristique. Facilisis sed odio morbi quis commodo odio aenean sed adipiscing. Nibh venenatis cras sed felis eget velit aliquet sagittis id. Quam lacus suspendisse faucibus interdum posuere lorem ipsum. In mollis nunc sed id semper. Purus non enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla est. Ac tincidunt vitae semper quis lectus nulla at volutpat diam. Turpis massa sed elementum tempus egestas. At quis risus sed vulputate odio ut enim blandit volutpat. Sem fringilla ut morbi tincidunt augue. Tristique risus nec feugiat in.

Dictumst vestibulum rhoncus est pellentesque elit ullamcorper. Orci porta non pulvinar neque laoreet. Neque ornare aenean euismod elementum nisi quis eleifend quam. Quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Consequat ac felis donec et odio pellentesque diam volutpat commodo. Pellentesque elit eget gravida cum sociis natoque penatibus. Tortor condimentum lacinia quis vel eros. Pulvinar neque laoreet suspendisse interdum consectetur libero. Senectus et netus et malesuada fames. Pharetra et ultrices neque ornare. Condimentum id venenatis a condimentum vitae sapien pellentesque. Sit amet mattis vulputate enim nulla. Aenean sed adipiscing diam donec adipiscing tristique risus. Feugiat vivamus at augue eget arcu dictum. Amet justo donec enim diam vulputate ut. Ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit pellentesque habitant. Eget mi proin sed libero enim sed faucibus turpis in. Turpis cursus in hac habitasse.

Acknowledgement

I would like to give extensive thanks to my esteemed supervisor professor Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Metus aliquam eleifend mi in nulla posuere sollicitudin aliquam ultrices. Nibh praesent tristique magna sit amet. Posuere morbi leo urna molestie at elementum eu facilisis. Ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit pellentesque. Posuere sollicitudin aliquam ultrices sagittis orci a scelerisque purus. Rhoncus mattis rhoncus urna neque viverra justo nec. Egestas purus viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices. Tellus in metus vulputate eu scelerisque. Convallis posuere morbi leo urna molestie at elementum eu facilisis. Vivamus at augue eget arcu dictum varius. Varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus. Iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit at. Est sit amet facilisis magna etiam tempor orci eu. Aenean euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae. Consequat interdum varius sit amet mattis vulputate enim nulla. Malesuada bibendum arcu vitae elementum. Ornare aenean euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae. Tellus in metus vulputate eu scelerisque felis imperdiet proin fermentum. Semper risus in hendrerit gravida.

Ac odio tempor orci dapibus. Ac odio tempor orci dapibus ultrices in iaculis nunc sed. Feugiat nibh sed pulvinar proin gravida hendrerit lectus. Molestie ac feugiat sed lectus vestibulum. Ornare arcu dui vivamus arcu felis bibendum ut tristique. Facilisis sed odio morbi quis commodo odio aenean sed adipiscing. Nibh venenatis cras sed felis eget velit aliquet sagittis id. Quam lacus suspendisse faucibus interdum posuere lorem ipsum. In mollis nunc sed id semper. Purus non enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla est. Ac tincidunt vitae semper quis lectus nulla at volutpat diam. Turpis massa sed elementum tempus egestas. At quis risus sed vulputate odio ut enim blandit volutpat. Sem fringilla ut morbi tincidunt augue. Tristique risus nec feugiat in.

Abstract

are categorized as autonomous or remotely controlled aircraft that hold a many favourable features allowing them a wide range of useful applications. In order to successfully complete a flight mission, the aircraft must comply with the required flight performance indices. Aircraft performance depends strongly on the propulsion system and therefore different flight characteristics require different propulsion implementations. In contrast to well-known benefits of utilisation, in particular multirotor type of there is one major drawback regarding the on-board available energy. Most common electrically powered aircraft can last in the air for 15 to 30 minutes, while the best ones may last up to 60 minutes.

Therefore, to overcome the aforementioned drawbacks of purely-electric energy source in multirotor aircraft, alternative propulsion systems combining two different energy sources (hybrid power systems) are considered. In this work, a methodological approach to the design of a hybrid propulsion unit for multirotor aircraft consisting of an internal combustion engine, electricity generator and electrochemical battery is described.

For this purpose, analysis and modelling of individual components of the propulsion system have been carried out. Physical parameters of dynamic models are identified by means of experimental measurements. Based on the obtained data, a detailed model of a hybrid electrical propulsion configuration was proposed and suitable control strategies for the hybrid power system have been designed. The proposed control system design methodology has been verified by exhaustive computer simulations and experimentally by using different experimental setups.

Keywords: PID; LQR; hydraulics

Sadržaj

Abstract	4
Sadržaj	i
Popis slika	ii
Popis tablica	iii
Popis kratica	iv
1 Uvod	1
2 Izvod matematičkog modela	2
2.1 Izvod funkcije cilja	2
2.2 Kinematika mehanizma	4
3 Optimiranje mehanizma	6
4 Rezultati	7
4.1 Minimizacija najvećeg odstupanja	7
4.2 Suma kvadrata pogreške	8
5 Zaključak	12
Literatura	13
A Matematički izvodi	14

Popis slika

2.1	Skica mehanizma za optimiranje	2
4.1	Dijagrama odstupanja momenta od traženog (prvi set parametra) . .	8
4.2	Prikaz funkcije cilja (prvi set parametra)	8
4.3	Dijagrama odstupanja momenta od traženog (drugi set parametra) .	9
4.4	Prikaz funkcije cilja (drugi set parametra)	9
4.5	Dijagrama odstupanja momenta od traženog (treći set parametra) . .	10
4.6	Prikaz funkcije cilja (treći set parametra)	10
4.7	Dijagrama odstupanja momenta od traženog (četvrti set parametra) .	11
4.8	Prikaz funkcije cilja (četvrti set parametra)	11

Popis tablica

1.1	Primjer tablice	1
1.2	Primjer tablice bolji, test citata	1

Popis kratica

GA genetski algoritmi (eng. *Genetic Algorithms*).

Poglavlje 1

Uvod

Jedan od najznačajnijih problema kod konstruiranja mehanizama je optimalna sinteza mehanizma. Tijekom godina razvijeno je nekoliko metoda za sintezu mehanizama [1, 2] ali svaka od njih primjenjiva je samo na određenim tipovima mehanizma. Zbog toga odabir odgovarajuće metode optimiranja mehanizma ovisi o samom mehanizmu koji se želi optimirati tj. aplikaciji mehanizma, potrebnoj numeričkoj točnosti te vremenu koje je potrebno da se postigne optimalno rješenje.

Primjena mehanizma utječe na optimizacijski problem, tj. ograničuje ga. U industrijskim aplikacijama ta ograničenja su dužine elemenata, prostor u koji mehanizam mora stati...

Možemo razlikovati dvije vrste optimalne sinteze mehanizma: dimenzionalna i strukturalna sinteza. Dimenzionalna sinteza svodi se na određivanje dimenzija linkova mehanizma koji će omogućiti slijeđenje željene trajektorije ili funkcije, dok su mehanizam i veze između linkova poznati. Strukturalna sinteza teži je problem jer nam nije poznat mehanizam ni veze između linkova te stoga moramo optimirati i topologiju i dimenzije mehanizma.

U ovom radu koristiti će se genetski algoritmi (eng. *Genetic Algorithms*) ili GA [3, 4] za optimiranje mehanizma. Referenca na primjer tablice 1.1.

TABLICA 1.1: Primjer tablice

stupac 1	stupac 2	stupac 3
nesto	$a + b$	nesto
$a + b$	nesto	$a + b$

TABLICA 1.2: Primjer tablice bolji, test citata [1]

stupac 1	stupac 2	stupac 3
nesto	$a + b$	nesto
$a + b$	nesto	$a + b$

Poglavlje 2

Izvod matematičkog modela

Za mehanizam sa slike 2.1 potrebno je izvršiti optimalnu sintezu dimenzija mehanizma tako da bi moment na ručici A_0A bio konstantan. U cilindru se nalazi idealni plin i cijeli proces se odvija pri konstantnoj temperaturi. Zadane su slijedeće vrijednosti:

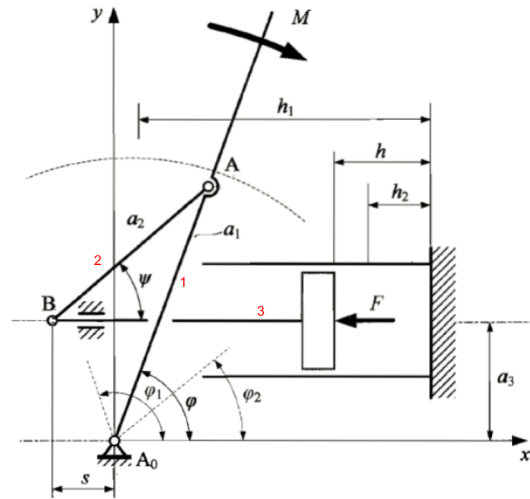
$$h_1 = 250 \text{ mm}$$

$$h_2 = 75 \text{ mm}$$

$$F_1 = 18 \text{ N}$$

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$A = \textit{konst}$$



SLIKA 2.1: Skica mehanizma za optimiranje [1]

2.1 Izvod funkcije cilja

Za konstantu temperaturu i eksponent politrope $n = 1$ dobivamo ravnotežnu promjenu stanja kod koje se temperatura radnog medija ne mijenja tj. $T_1 = T_2 = T$ i

$$\Delta T = 0.$$

Jednadžbe stanja:

$$p_1 V_1 = m R T_1 \quad (2.1)$$

i

$$p_2 V_2 = m R T_2 \quad (2.2)$$

povezane uvjetom $T_1 = T_2 = T$ daju sljedeću jednadžbu stanja:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 = p V \quad (2.3)$$

Volumen u cilindru računa se prema formuli 2.4 dok se sila na klip računa po izrazu 2.5.

$$V = A h \quad (2.4)$$

$$F = p A \quad (2.5)$$

Uvrstimo li izraze 2.4 i 2.5 u jednadžbu 2.3 dobije se sljedeća jednadžba:

$$\frac{F_1}{A} h_1 A = \frac{F_2}{A} h_2 A = \frac{F}{A} h A \quad (2.6)$$

$$F_1 h_1 = F_2 h_2 = F h \quad (2.7)$$

Iz zadanih vrijednosti i izraza 2.7 možemo izračunati silu F_2 (2.9) te općeniti izraz za silu u ovisnosti o položaju klipa (2.11).

$$F_2 = F_1 \frac{h_1}{h_2} = 18 \frac{250}{75} \quad (2.8)$$

$$F_2 = 60 \text{ N} \quad (2.9)$$

$$F = F_1 \frac{h_1}{h} = 18 \frac{250}{h} \quad (2.10)$$

$$F = \frac{4500}{h} \text{ N/mm} \quad (2.11)$$

Nakon što smo dobili općeniti izraz za silu u ovisnosti o položaju možemo izraziti moment o ovisnosti o sili i položaju klipa preko elementarnih radova:

$$M d\varphi + F dh = 0 \quad (2.12)$$

$$M = -F \frac{dh}{d\varphi} = -\frac{4500}{h} \frac{dh}{d\varphi} \quad (2.13)$$

Redukcijom sile na prvi član mehanizma (slika 2.1) dobije se reducirani moment

$$M_{red} = F \frac{dh}{d\varphi} = \frac{4500}{h} \frac{dh}{d\varphi} \quad (2.14)$$

tj. treba biti $M + M_{red} = 0$.

Zbog toga traži se minimalno odstupanje funkcije $M(\varphi) = \frac{4500}{h} \frac{dh}{d\varphi}$ pri gibanju od φ_1 do φ_2 . Pomoću zadanog područja gibanja $\delta\varphi$ možemo izračunati konstantni moment:

$$d\varphi = \frac{4500}{M(\varphi)} \frac{dh}{h} \quad (2.15)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{4500}{M(\varphi)} \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \quad (2.16)$$

$$M_{konst} = \frac{3 \cdot 4500}{\pi} \ln \left(\frac{250}{75} \right) = 5173,69 \text{ Nmm} \quad (2.17)$$

U ovom slučaju nam je zadatak minimizirati funkciju cilja $f(\varphi) = M(\varphi) - M_{konst}$.

2.2 Kinematika mehanizma

Kinematička shema mehanizma s ishodištem koordinatnog sustava u točki A_0 prikazana je na slici 2.1. Kod kinematičke analize mehanizma važno je unaprijed definirati koordinatni sustav i u skladu s njim paziti na predznake pomaka, sila itd. Na osnovi kinematičkog modela sastavlja se matematički model za računanje kinematičkih veličina potrebnih za optimizaciju. To su položaj klipa s odnosno h , kut φ i derivacija $ds/dh = dh/d\varphi$.

Računanje položaja klipa s pomoću prijenosnih funkcija mehanizma:

$$a_1 \sin(\varphi) + a_2 \sin(180 + \psi) - a_3 = 0 \quad (2.18)$$

$$\sin(\psi) = \frac{a_1}{a_2} \sin(\varphi) - \frac{a_3}{a_2} \quad (2.19)$$

$$\sin(\psi) = k_1 \sin(\varphi) - k_2 \quad (2.20)$$

$$(2.21)$$

gdje su:

- $a_1 = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$
- $a_2 = \sqrt{(A_x - B_x)^2 + (A_y - B_y)^2}$
- $\varphi = \text{atan} \left(\frac{A_y}{A_x} \right)$
- $k_1 = \frac{a_1}{a_2}$

- $k_2 = \frac{a_3}{a_2}$

$$a_1 \cos(\varphi) + a_2 \cos(180^\circ + \psi) + s \cos(0) = 0 \quad (2.22)$$

$$s = a_2 \cos(\psi) - a_1 \cos(\varphi) \quad (2.23)$$

$$s = -a_1 \cos(\varphi) + a_2 \sqrt{1 - (k_1 \sin(\varphi) - k_2)^2} \quad (2.24)$$

Iz jednadžbe 2.24 moramo izračunati derivaciju $ds/d\varphi$:

$$\frac{ds}{d\varphi} = a_1 \sin(\varphi) - \frac{a_2 k_1 \cos(\varphi) (k_1 \sin(\varphi) - k_2)^2}{\sqrt{1 - (k_1 \sin(\varphi) - k_2)^2}} \quad (2.25)$$

Poglavlje 3

Optimiranje mehanizma

Nakon što smo dobili matematički model kinematike mehanizma moramo odrediti projektne varijable. U ovom slučaju će projektne varijable biti koordinate točaka A i B mehanizma: $x_1 = A_x$, $x_2 = A_y$, $x_3 = B_x$ i $x_4 = B_y = a_3$.

Nakon što smo odredili projektne varijable moramo odabrati slučajni početni položaj mehanizma za koji ćemo izračunati dužine linkova mehanizma, početni kut mehanizma te za odabrano područje gibanja i odabrani broj koraka u području gibanja računa se vrijednost funkcije cilja uz zadana ograničenja mehanizma.

Ograničenja mehanizma za ovaj zadatak su slijedeća:

$$\begin{array}{ll} g_1 = x_1 - 25 \geq 0 & g_2 = 45 - x_1 \geq 0 \\ g_3 = x_3 + 15 \geq 0 & g_4 = 5 - x_3 \geq 0 \\ g_5 = x_2 - 5 \geq 0 & g_6 = 25 - x_2 \geq 0 \\ g_7 = x_4 - 5 \geq 0 & g_8 = 25 - x_4 \geq 0 \end{array}$$

U ovom radu usporediti će se dvije funkcije cilja:

1. $f(\varphi) = \max(|M_{konst} - M(\varphi)|)$
2. $f(\varphi) = \sum_{i=1}^n (M_{konst} - M_i(\varphi))$

Da bi mehanizam mogli optimirati pomoću genetskog algoritma moramo problem minimizacije svesti za na problem maksimizacije te tada optimizacijski problem za genetski algoritam glasi:

$$\max \rightarrow \frac{1}{1 + f(\varphi)} \quad (3.1)$$

Poglavlje 4

Rezultati

4.1 Minimizacija najvećeg odstupanja

Za genetski algoritma sa slijedećim parametrima:

- vjerojatnost križanja 0,7
- vjerojatnost mutacije 0,02
- veličina populacije 100
- broj iteracija 50000
- funkcija cilja $f(\varphi) = \max(|M_{konst} - M(\varphi)|)$

dobiveni su slijedeći rezultati:

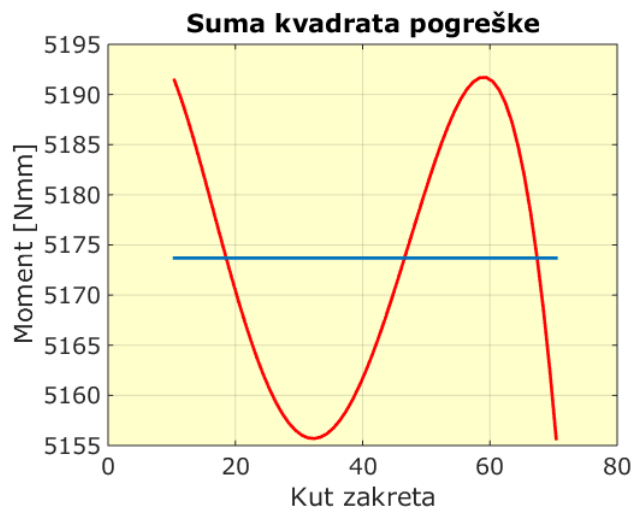
- početne koordinate točke $A(383,46 \quad 70,47)$ i točke $B(-138,45 \quad 92,32)$ u mm
- maksimalni moment od 5191,7 Nmm te minimalni moment od 5155,7 Nmm
- vrijednost funkcije cilja 0,0526

Prikaz dijagrama momenta može se vidjeti na slici 4.1, a funkcije cilja na slici 4.2. Najveća apsolutna razlika u odstupanju od željene vrijednosti momenta iznosi približno 18 Nmm što je vrlo zadovoljavajuće za ovaj mehanizam.

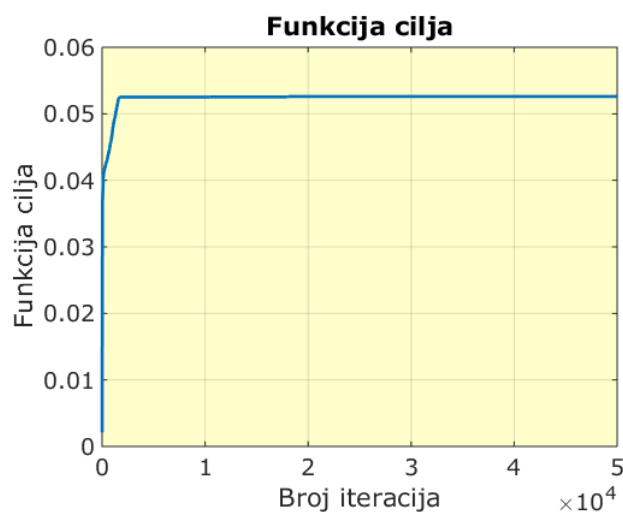
Drugi set parametara algoritma dan je sa slijedećim parametrima:

- vjerojatnost križanja 0,7
- vjerojatnost mutacije 0,01
- veličina populacije 100
- broj iteracija 10000
- funkcija cilja $f(\varphi) = \max(|M_{konst} - M(\varphi)|)$

te su dobiveni su slijedeći rezultati:



SLIKA 4.1: Dijagrama odstupanja momenta od traženog (prvi set parametra)



SLIKA 4.2: Prikaz funkcije cilja (prvi set parametra)

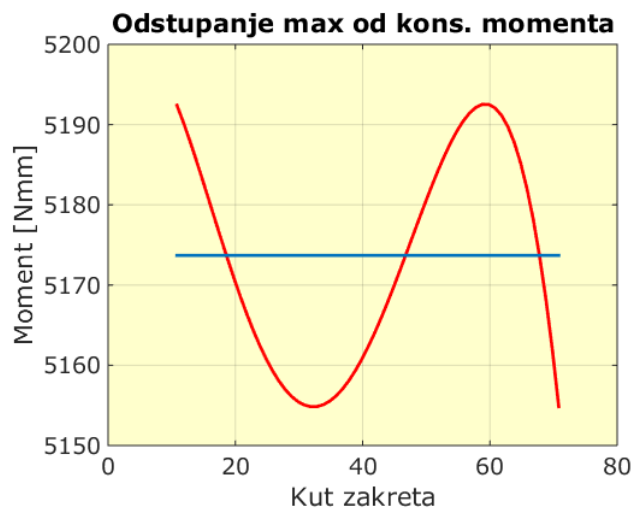
- početne koordinate točke $A(380, 28 \quad 72, 63)$ i točke $B(-137, 51 \quad 91, 57)$ u mm
- maksimalni moment od 5192,5 Nmm te minimalni moment od 5154,8 Nmm
- vrijednost funkcije cilja 0,0606

Prikaz rezultata za drugi set parametara može se vidjeti na slikama 4.3 i 4.4. Najveća apsolutna razlika u odstupanju od željene vrijednosti momenta iznosi približno 18,8 Nmm što je vrlo zadovoljavajuće za ovaj mehanizam.

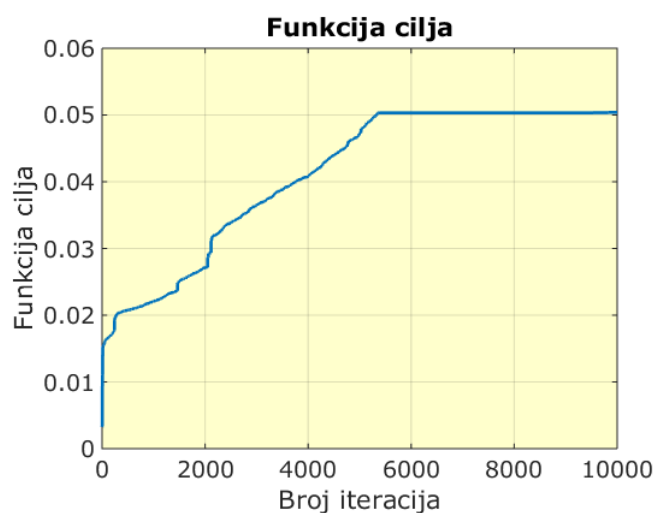
4.2 Suma kvadrata pogreške

Treći set parametara algoritma dan je sa slijedećim parametrima:

- vjerojatnost križanja 0,7



SLIKA 4.3: Dijagrama odstupanja momenta od traženog (drugi set parametra)



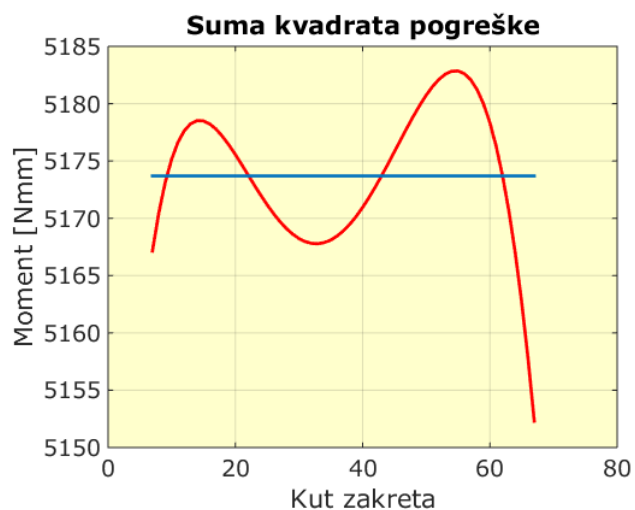
SLIKA 4.4: Prikaz funkcije cilja (drugi set parametra)

- vjerojatnost mutacije 0,02
- veličina populacije 100
- broj iteracija 50000
- funkcija cilja $f(\varphi) = \sum_{i=1}^n (M_{konst} - M_i(\varphi))$

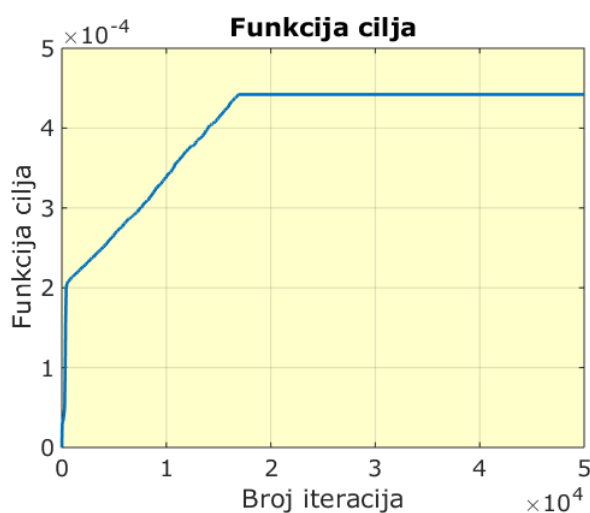
te su dobiveni su slijedeći rezultati:

- početne koordinate točke $A(409, 21 \quad 50)$ i točke $B(-148, 88 \quad 99, 26)$ u mm
- maksimalni moment od 5182,9 Nmm te minimalni moment od 5152,3 Nmm
- najveća apsolutna razlika u odstupanju od željene vrijednosti iznosi 21,39 Nmm

Četvrti set parametara algoritma dan je sa slijedećim parametrima:



SLIKA 4.5: Dijagrama odstupanja momenta od traženog (treći set parametra)

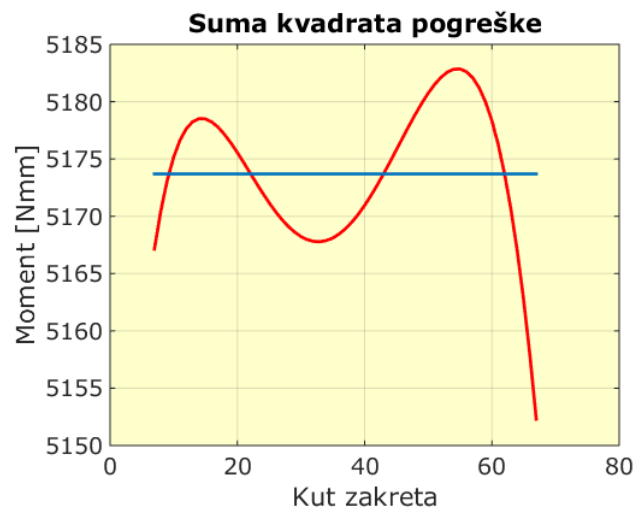


SLIKA 4.6: Prikaz funkcije cilja (treći set parametra)

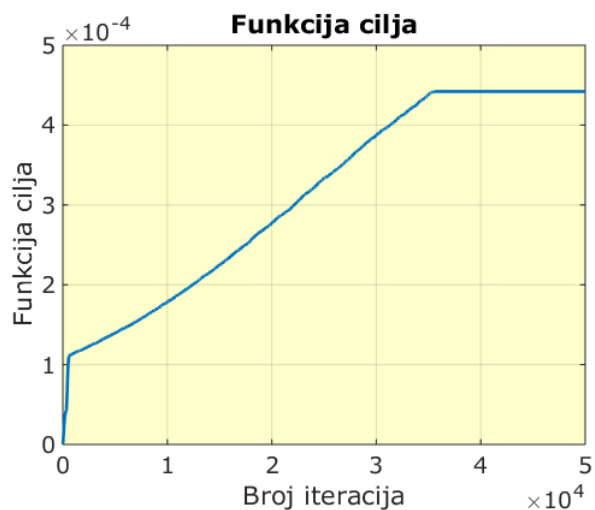
- vjerojatnost križanja 0,7
- vjerojatnost mutacije 0,01
- veličina populacije 100
- broj iteracija 50000
- funkcija cilja $f(\varphi) = \sum_{i=1}^n (M_{konst} - M_i(\varphi))$

te su dobiveni su slijedeći rezultati:

- početne koordinate točke $A(409, 21 \quad 50)$ i točke $B(-148, 88 \quad 99, 26)$ u mm
- maksimalni moment od 5182,9 Nmm te minimalni moment od 5152,3 Nmm
- najveća apsolutna razlika u odstupanju od željene vrijednosti iznosi 21,38 Nmm



SLIKA 4.7: Dijagrama odstupanja momenta od traženog (četvrti set parametra)



SLIKA 4.8: Prikaz funkcije cilja (četvrti set parametra)

Sa slika 4.5 i 4.7 možemo vidjeti da momentni dijagrama za sumu kvadrata izgledaju isto i imaju iste vrijednosti. Isto tako možemo vidjeti da za vjerojatnost križanja od 0,01 algoritmu treba puno više iteracija za konvergenciju ka točnom rješenju.

Poglavlje 5

Zaključak

Ovdje ide zaključak rada

Literatura

- [1] C. H. Chiang. *Kinematics and design of planar mechanisms*. Krieger Pub, Malabar, FL, 2000.
- [2] John M. Hansen. Synthesis of mechanisms. In *Advanced Design of Mechanical Systems: From Analysis to Optimization*, pages 39–66. Springer Vienna, 2009.
- [3] John McCall. Genetic algorithms for modelling and optimisation. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 184(1):205–222, dec 2005.
- [4] J.A. Cabrera, A. Simon, and M. Prado. Optimal synthesis of mechanisms with genetic algorithms. *Mechanism and Machine Theory*, 37(10):1165–1177, oct 2002.

Dodatak A

Matematički izvodi

Ovdje ide prilog koji isto može imati svoju tex datoteku! Ukoliko je u radu potrebno definirati teorem on se može definirati na slijedeći način:

Theorem 1. Proba

Ovdje ide neki tekst

$$c^2 = a^2 + b^2 \tag{A.1}$$

Isto vrijedi i za definiciju

Definition 1. adf

Umetni neki tekst

$$c^2 = a^2 + b^2 \tag{A.2}$$