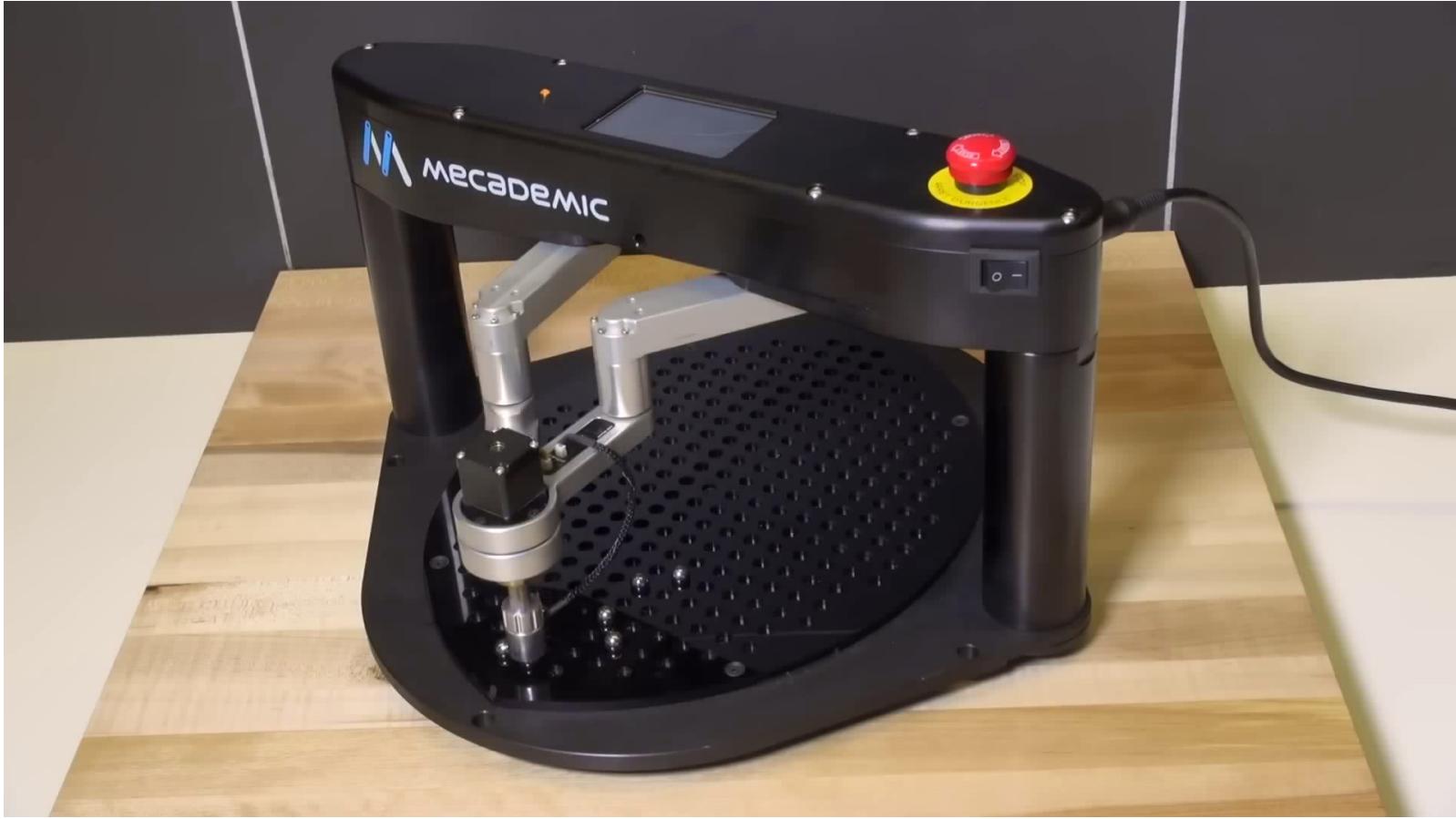


Оптимизација управљања паралелним манипулатором употребом еволутивних алгоритама

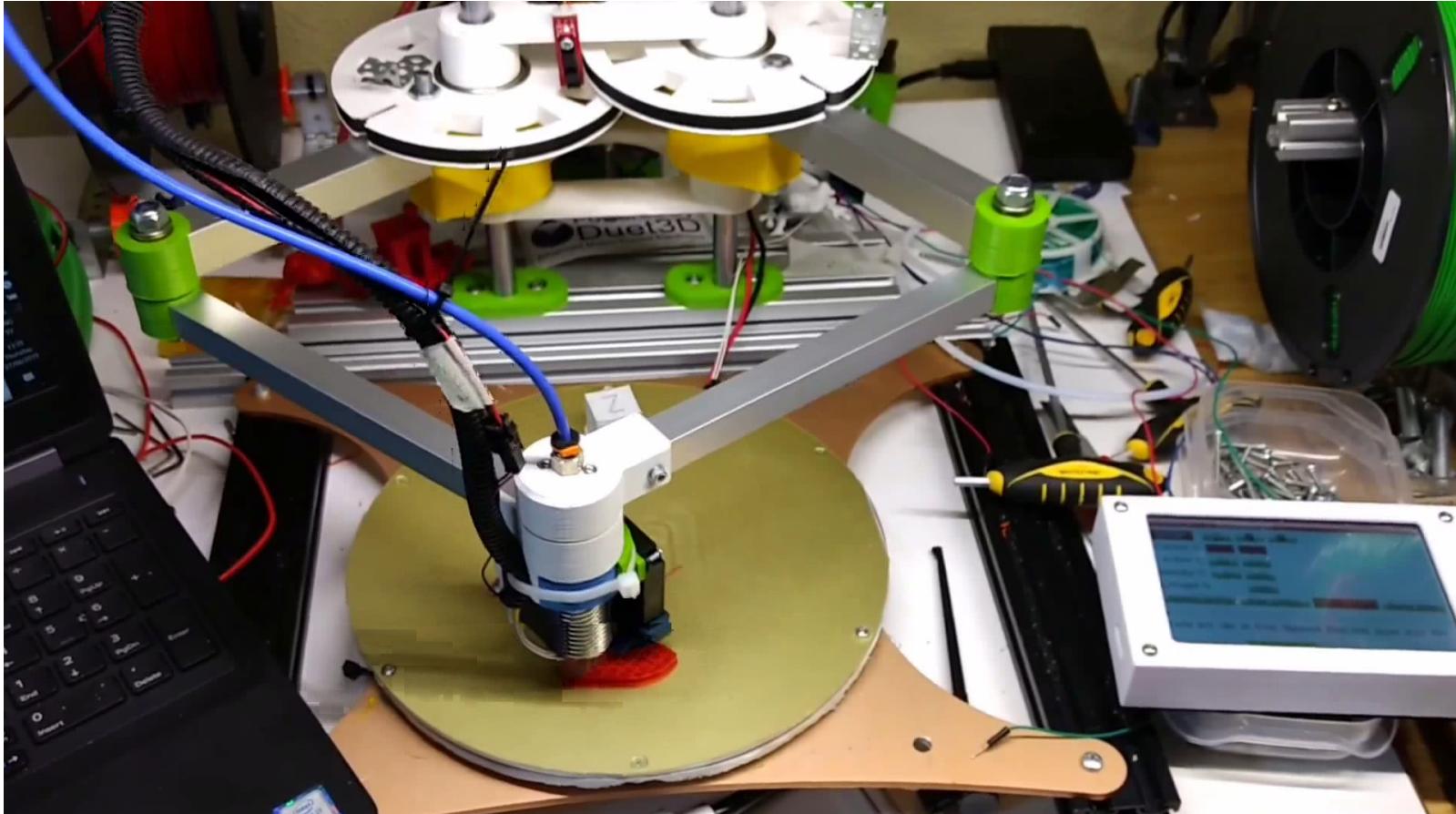
Лазар Попадић

Инспирација



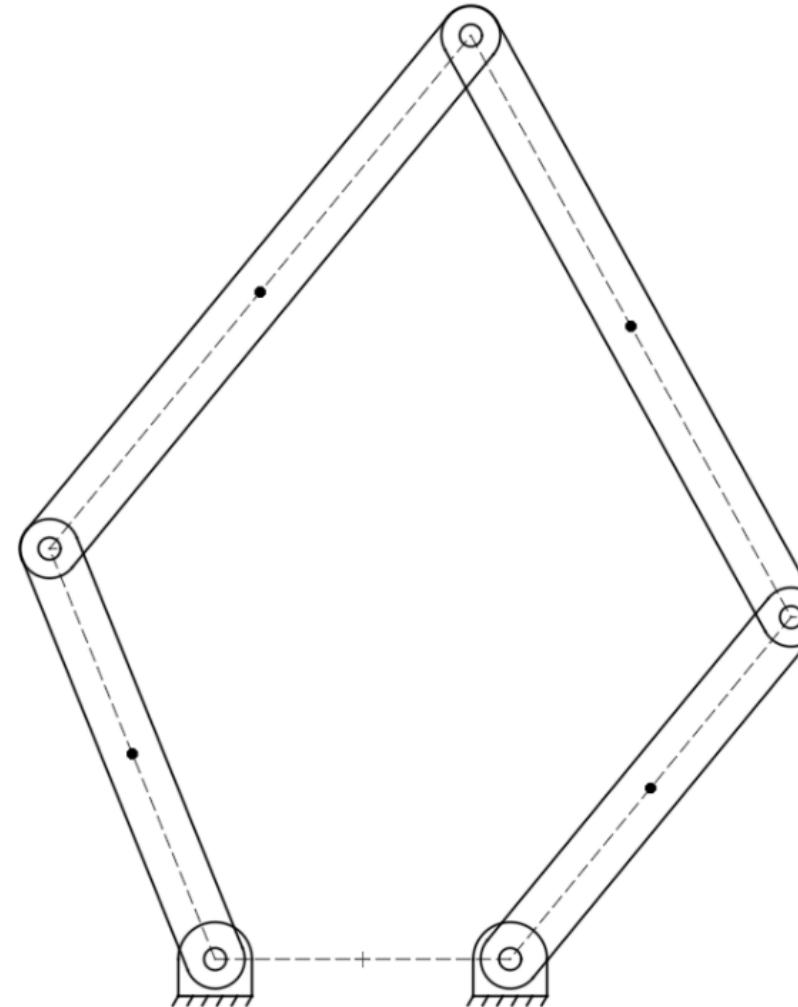
DexTAR

Инспирација

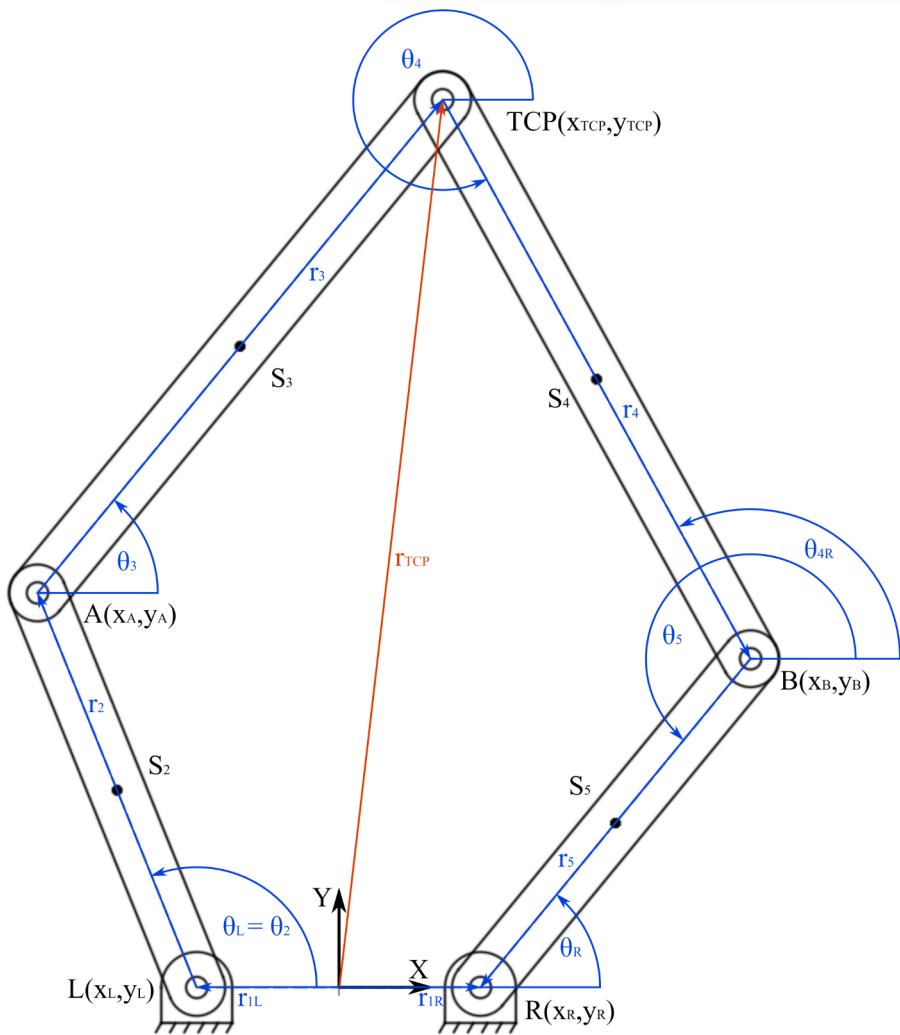


3D штампачи

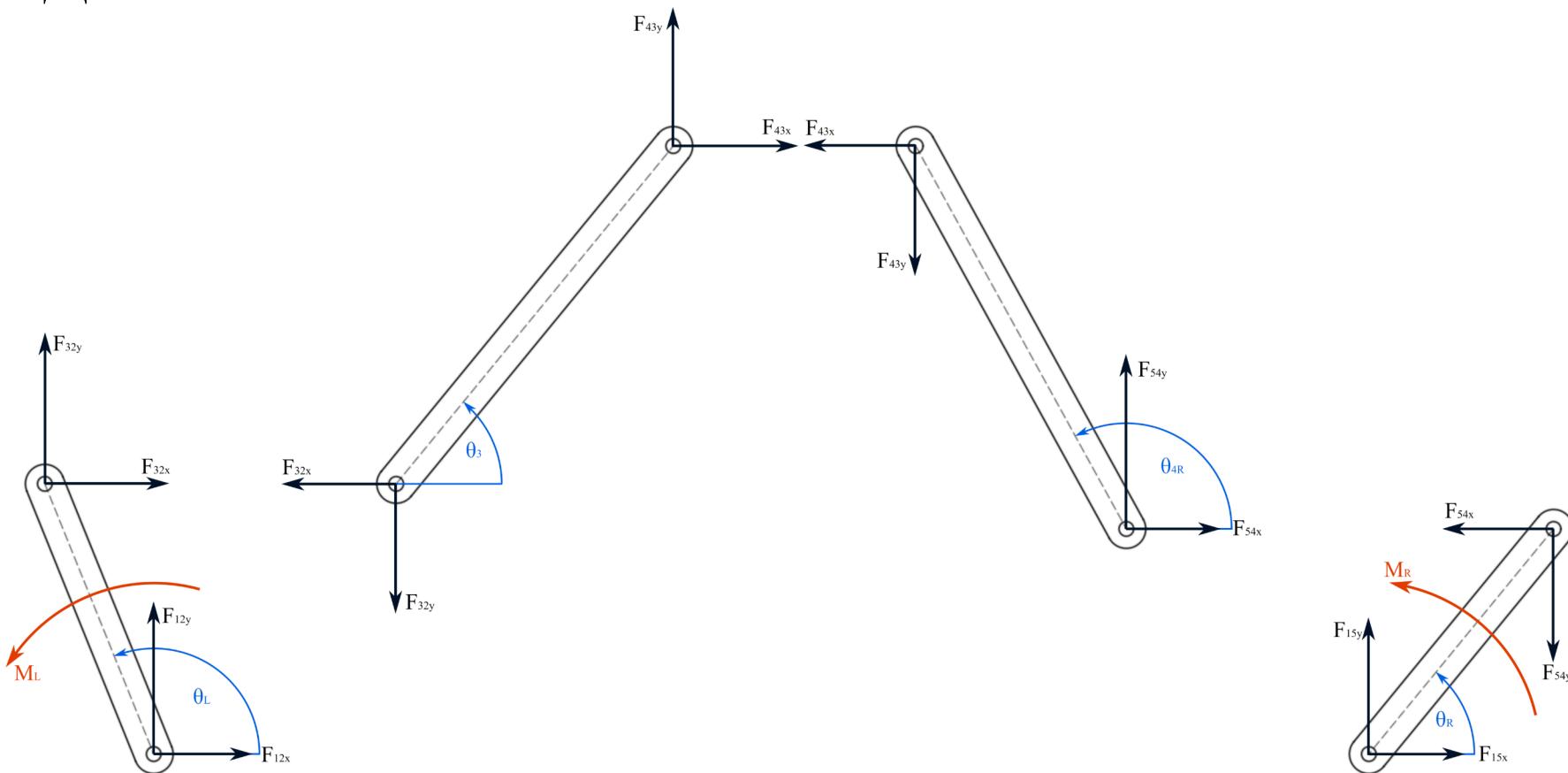
Петочлани паралелни манипулатор



Кинематска анализа



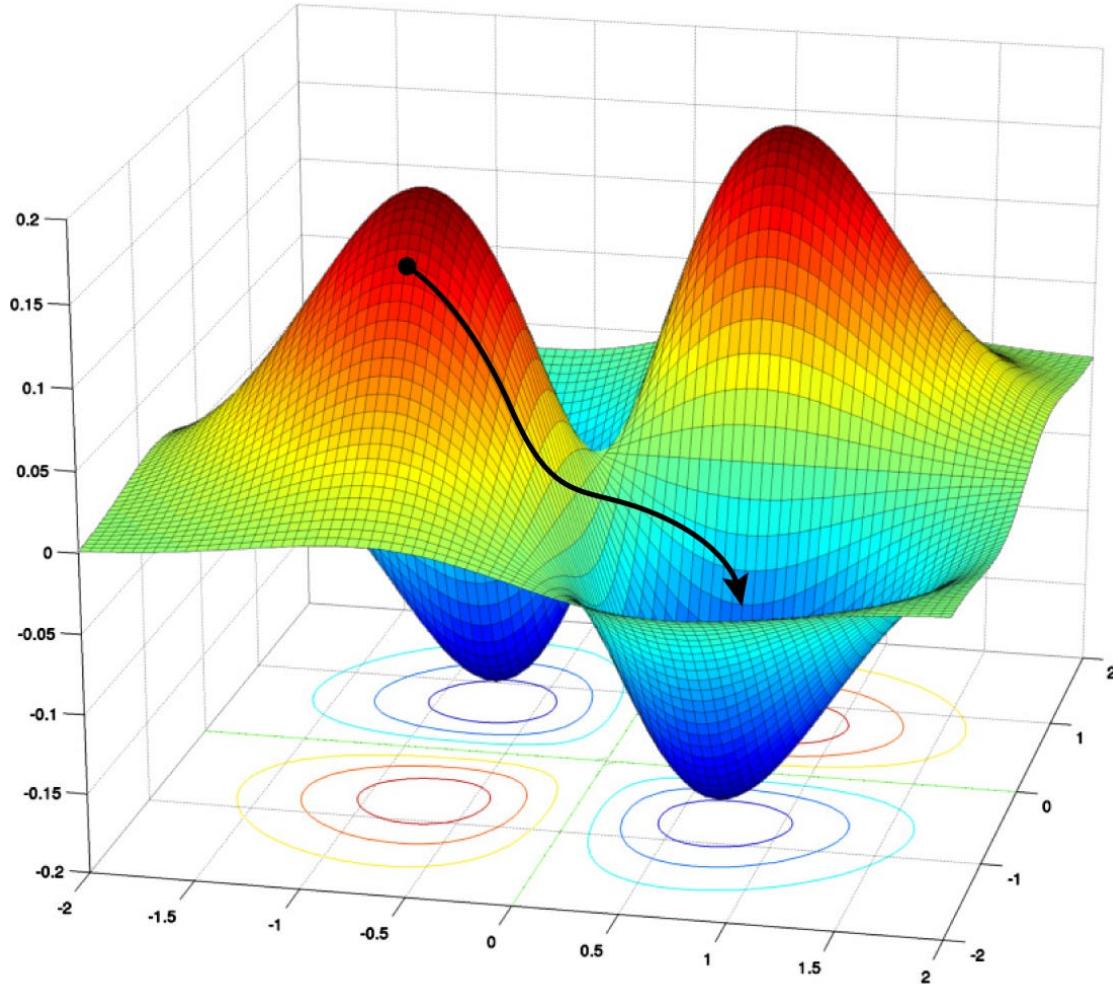
Динамичка анализа



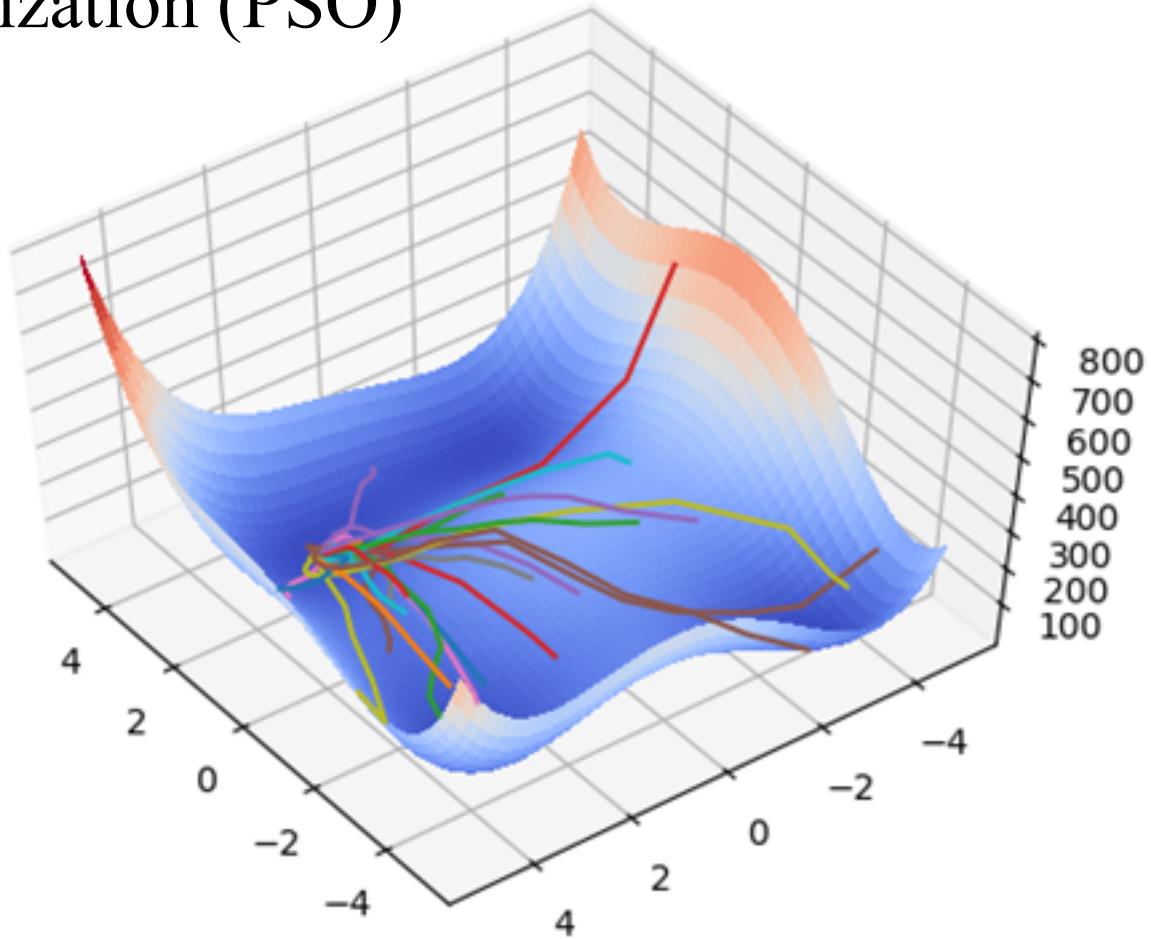
Динамичка анализа

$$\begin{bmatrix}
 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \frac{P}{2}sin\theta_L & -\frac{P}{2}cos\theta_L & 1 & -\frac{P}{2}sin\theta_L & \frac{P}{2}cos\theta_L & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & -\frac{D}{2}sin\theta_3 & \frac{D}{2}cos\theta_3 & 1 & -\frac{D}{2}sin\theta_3 & \frac{D}{2}cos\theta_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \frac{D}{2}sin\theta_{4R} & -\frac{D}{2}cos\theta_{4R} & 1 & \frac{D}{2}sin\theta_{4R} & -\frac{D}{2}cos\theta_{4R} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{P}{2}sin\theta_R & \frac{P}{2}cos\theta_R & 1 - \frac{P}{2}sin\theta_R & \frac{P}{2}cos\theta_R & M_R & J_{SD\alpha R}
 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix}
 F_{12x} \\
 F_{12y} \\
 M_L \\
 F_{32x} \\
 F_{32y} \\
 F_{43x} \\
 F_{43y} \\
 F_{54x} \\
 F_{54y} \\
 F_{15x} \\
 F_{15y} \\
 M_R
 \end{bmatrix} \begin{bmatrix}
 m_{PA_{S2x}} \\
 m_{PA_{S2y}} \\
 J_{SP\alpha L} \\
 m_{DA_{S3x}} \\
 m_{DA_{S3y}} \\
 J_{SD\alpha 3} \\
 m_{DA_{S4x}} \\
 m_{DA_{S4y}} \\
 J_{SD\alpha 4} \\
 m_{PA_{S5x}} \\
 m_{PA_{S5y}} \\
 J_{SD\alpha R}
 \end{bmatrix}$$

Оптимизација



Particle swarm optimization (PSO)



Кретање честица

$$\vec{x}_i(t+1) = \vec{x}_i(t) + \vec{v}_i(t+1)$$

$$\vec{v}_i(t+1) = w\vec{v}_i(t) + c_p(\vec{p}_i - \vec{x}_i(t))R_1(t) + c_g(\vec{g} - \vec{x}_i(t))R_2(t)$$

- w инерцијални коефицијент
- c_p когнитивни коефицијент
- c_g социјални коефицијент

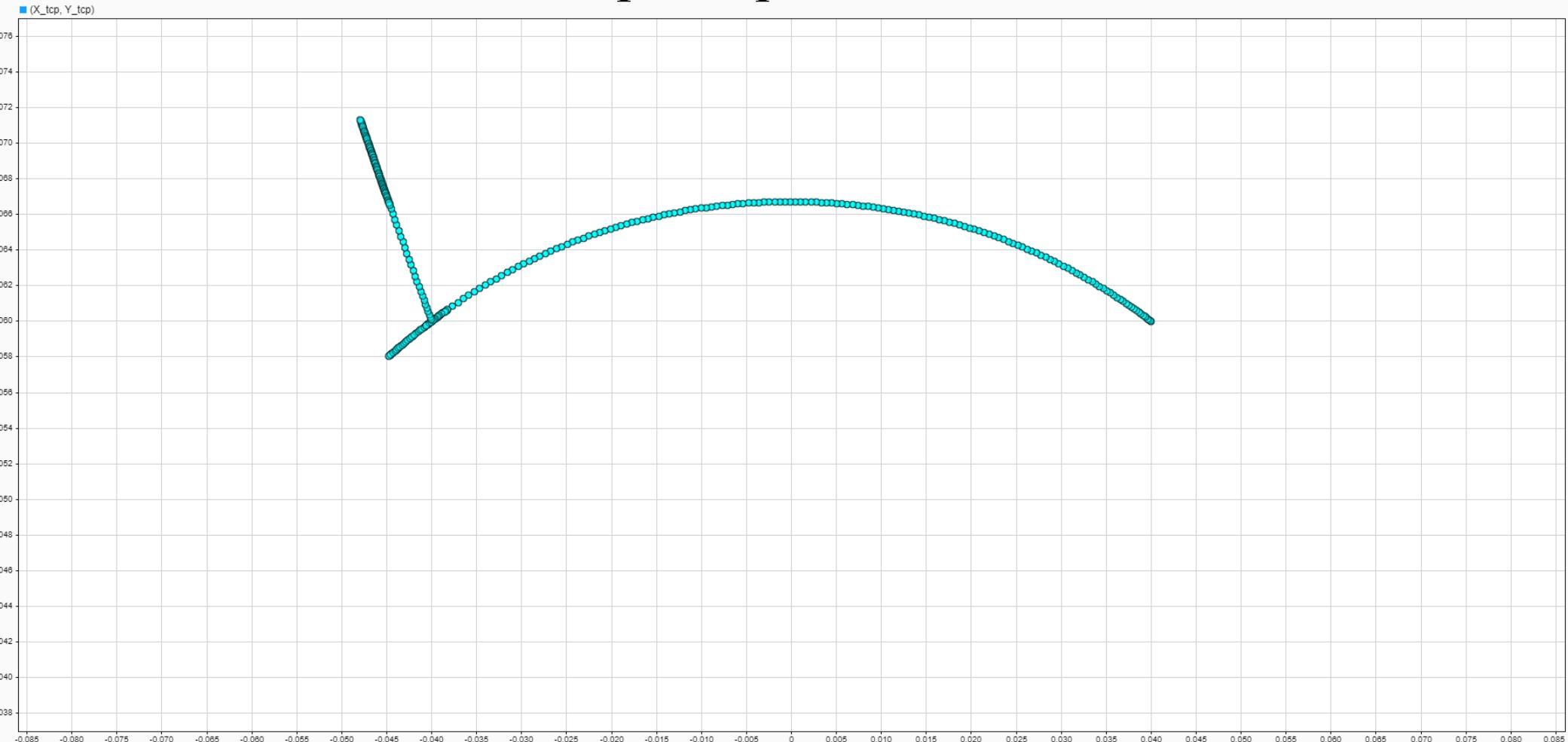


Симулација

- укупно време симулације = 4s
 - корак симулације = 2ms
 - почетак спољашњег поремећаја = 2s
 - почетни положај врха алата = (40mm, 60mm)
 - жељени положај врха алата = (-40mm, 60mm)
-

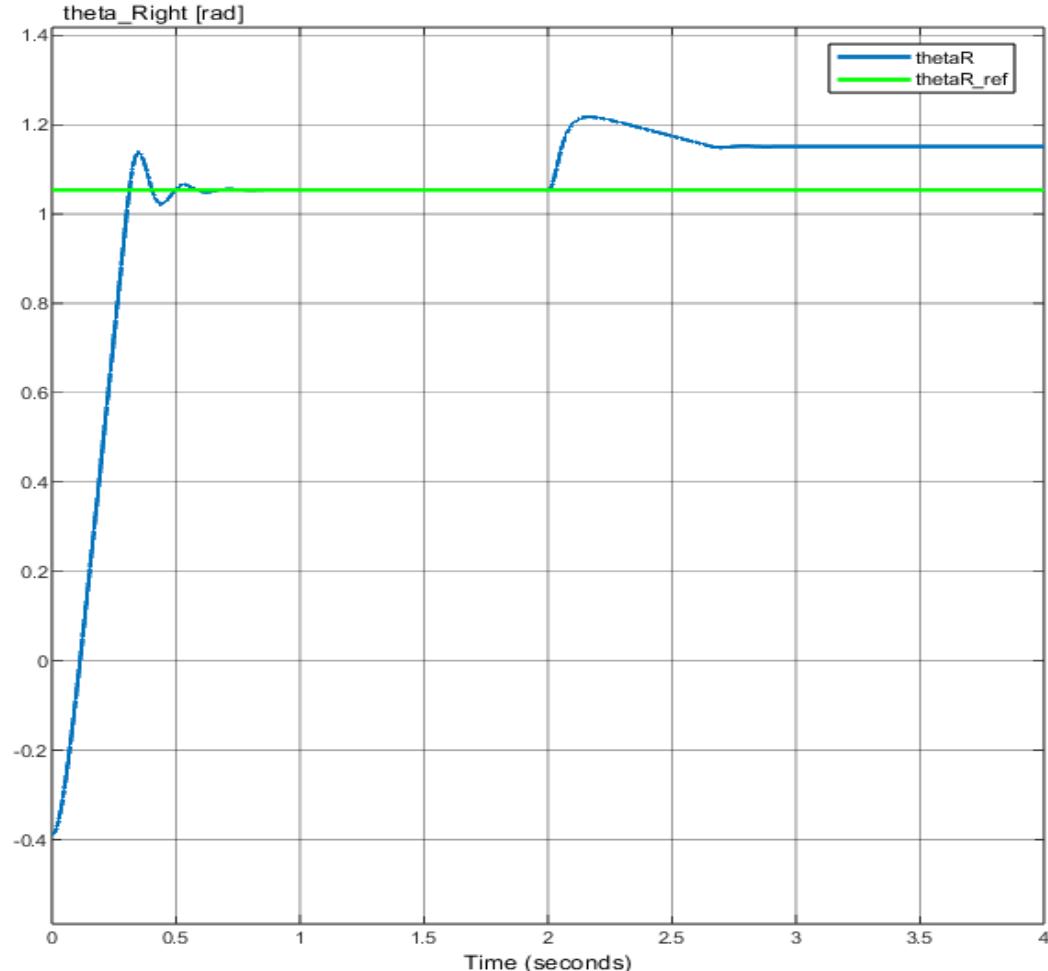
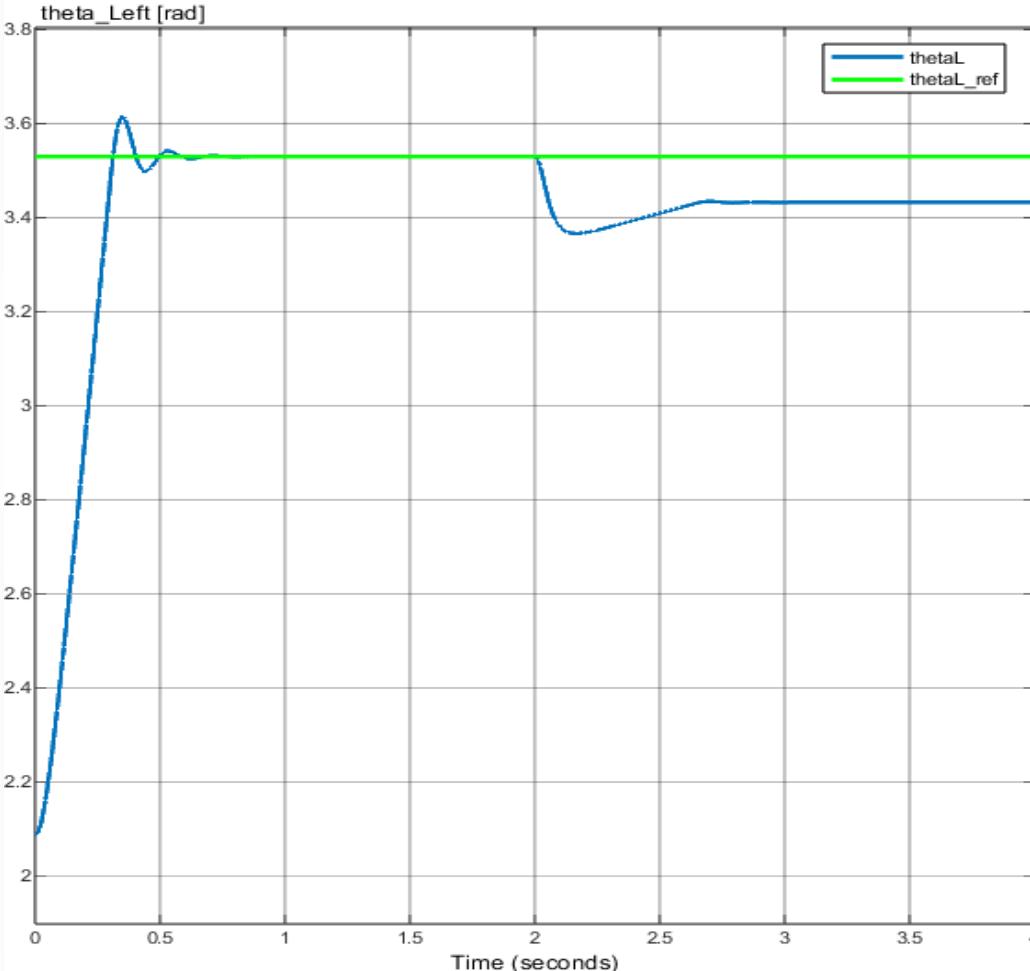
Резултати

Неоптимизовани параметри



Резултати

Неоптимизовани параметри



Резултати

Први критеријум оптималности

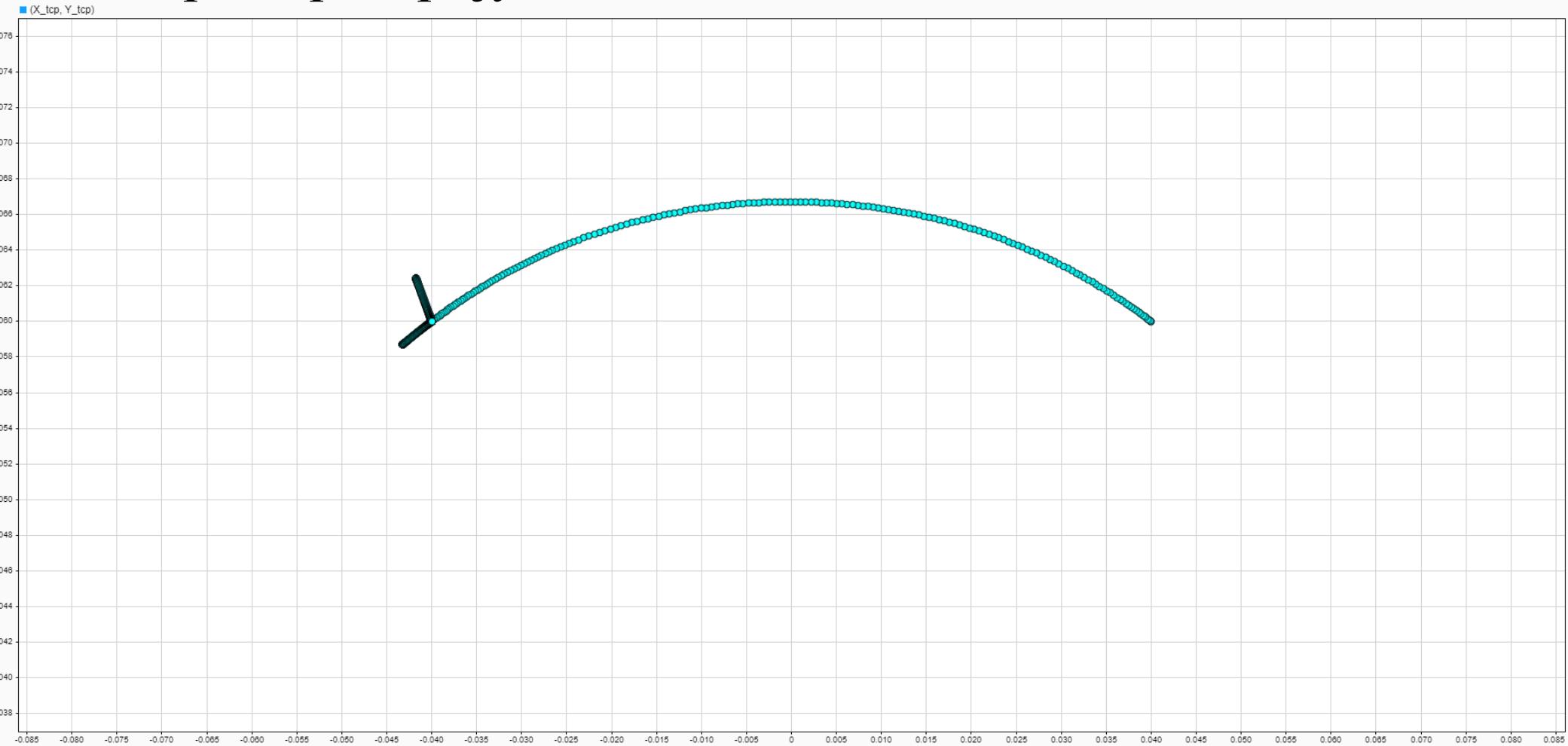
$$f_{(1)} = \int (|e_{\theta_L}| + |e_{\theta_R}|) t dt$$

- t - време
- e_{θ_L} - грешка левог улазногугла
- e_{θ_R} - грешка десног улазногугла



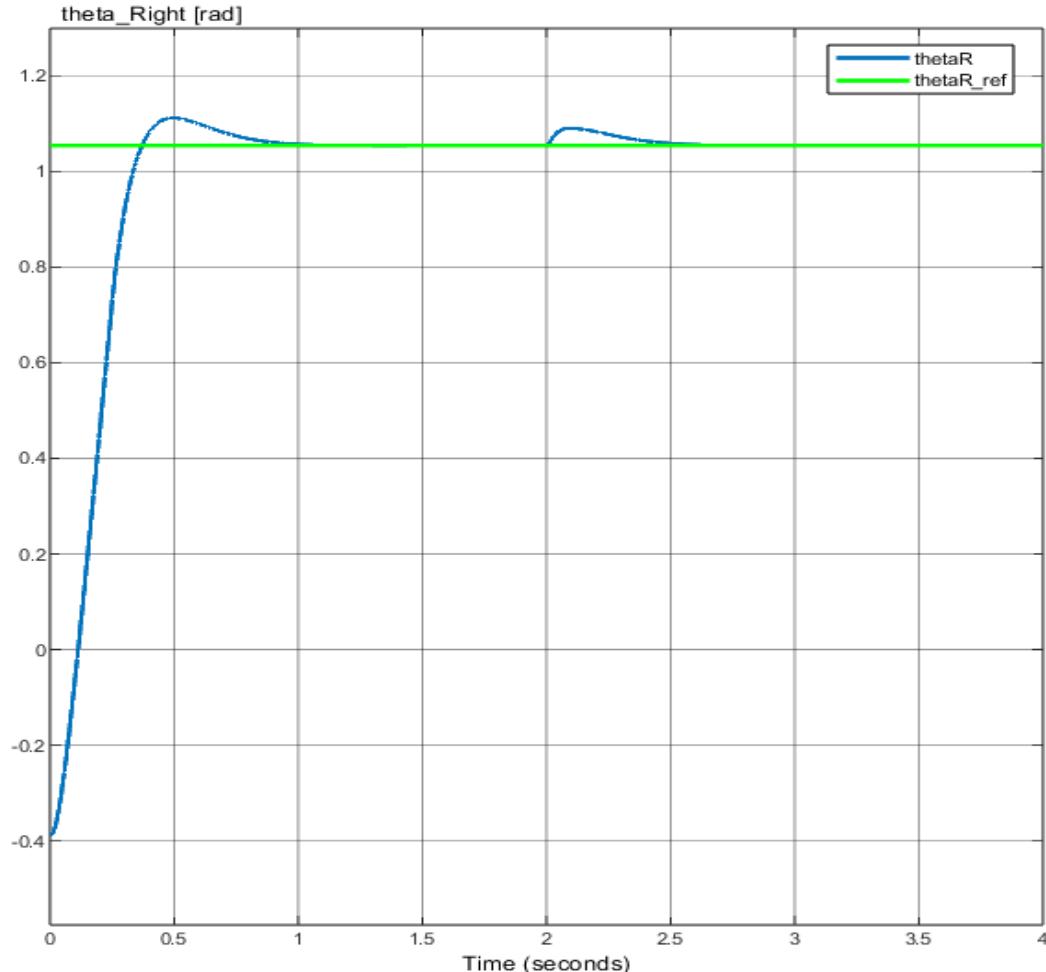
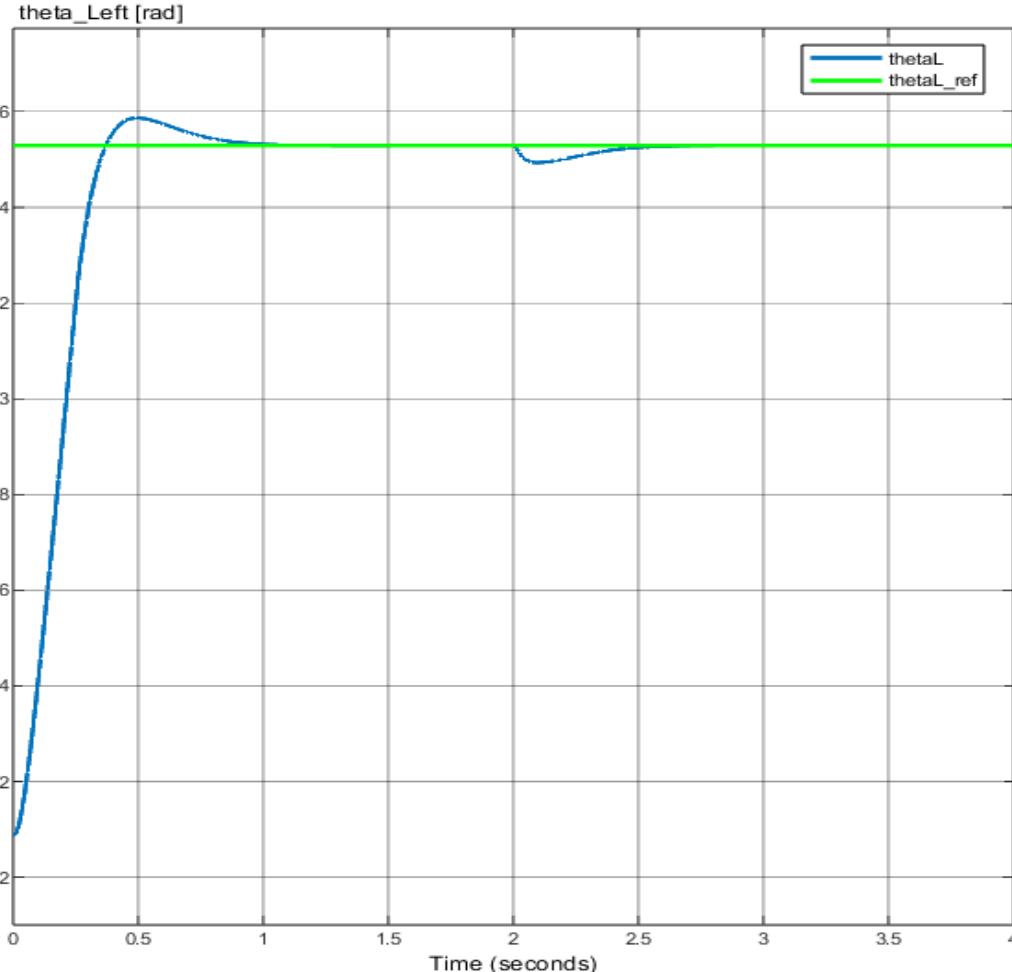
Резултати

Први критеријум оптималности



Резултати

Први критеријум оптималности



Резултати

Други критеријум оптималности

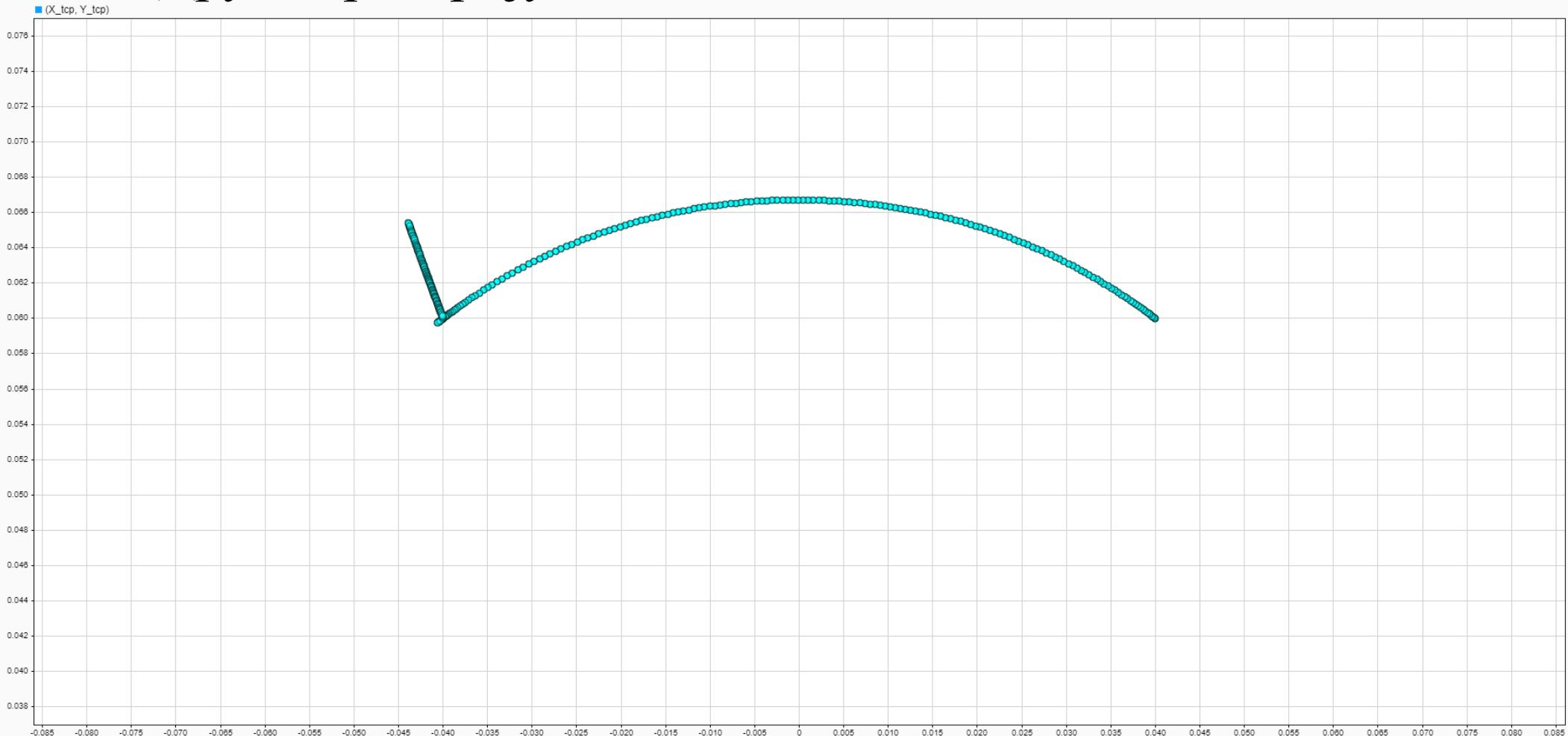
$$f_{(1)} = \int (w_{(1)} (|e_{\theta_L}| + |e_{\theta_R}|) t + w_{(2)} (|\alpha_L| + |\alpha_R|)) t$$

- w - тежински коефицијенти
- α_L - угаоно убрзање левог улазног сегмента
- α_R - угаоно убрзање десног улазног сегмента



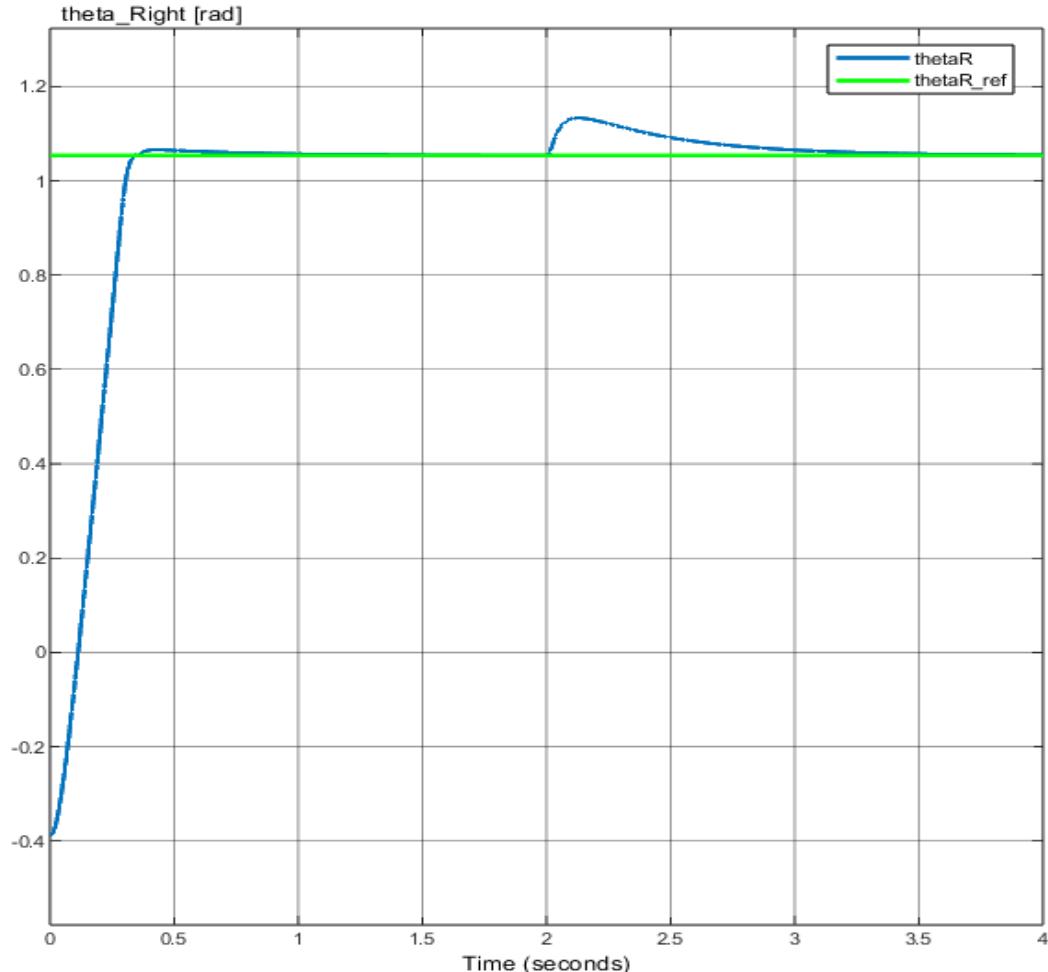
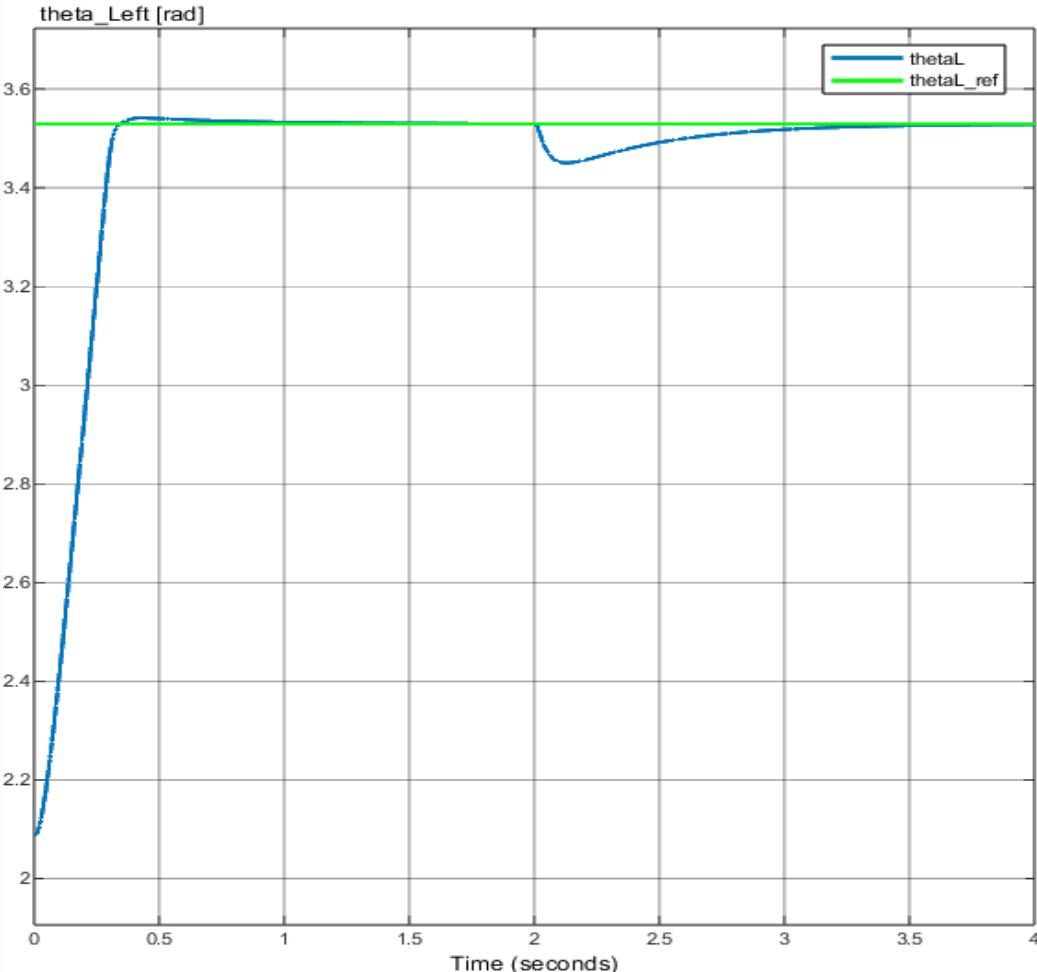
Резултати

Други критеријум оптималности



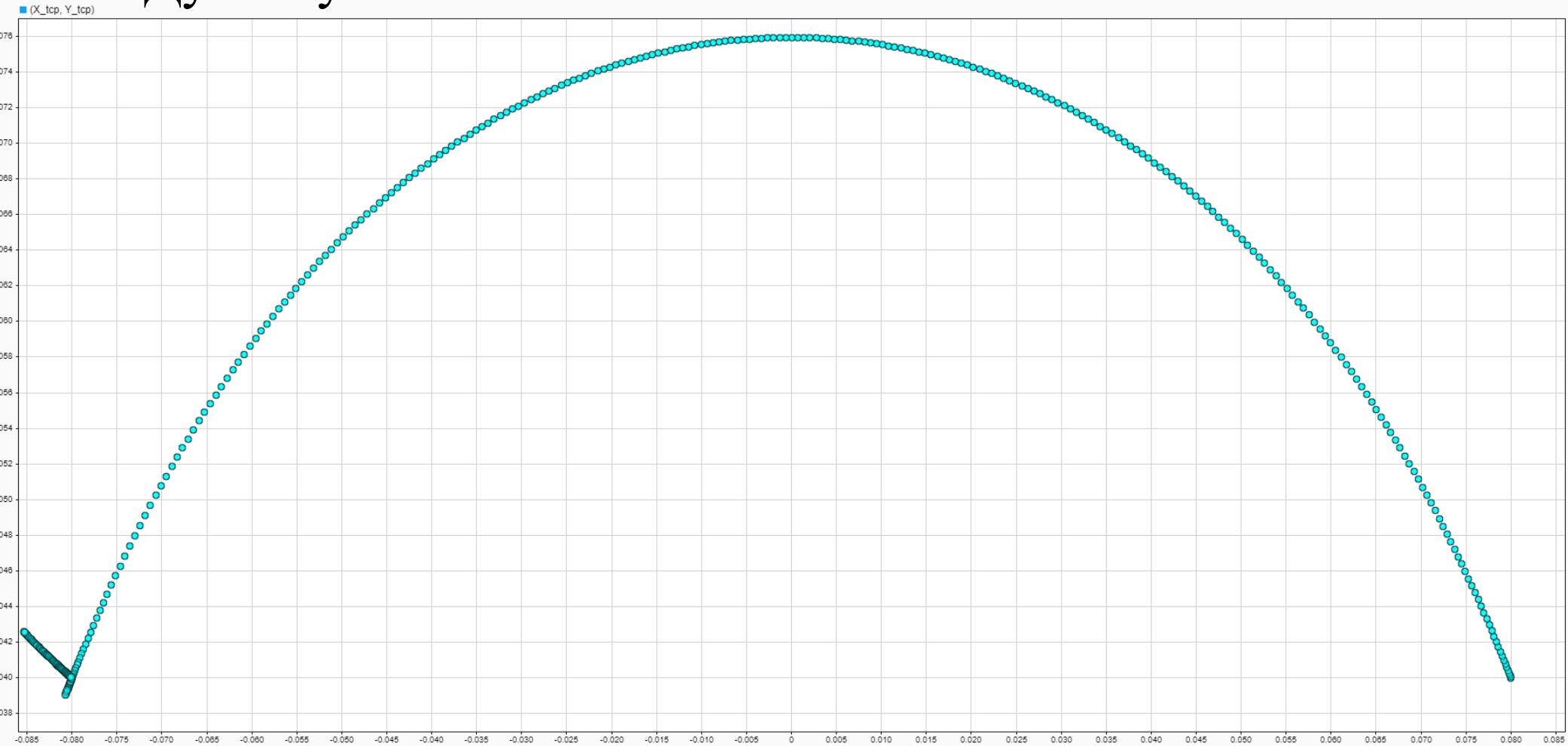
Резултати

Други критеријум оптималности



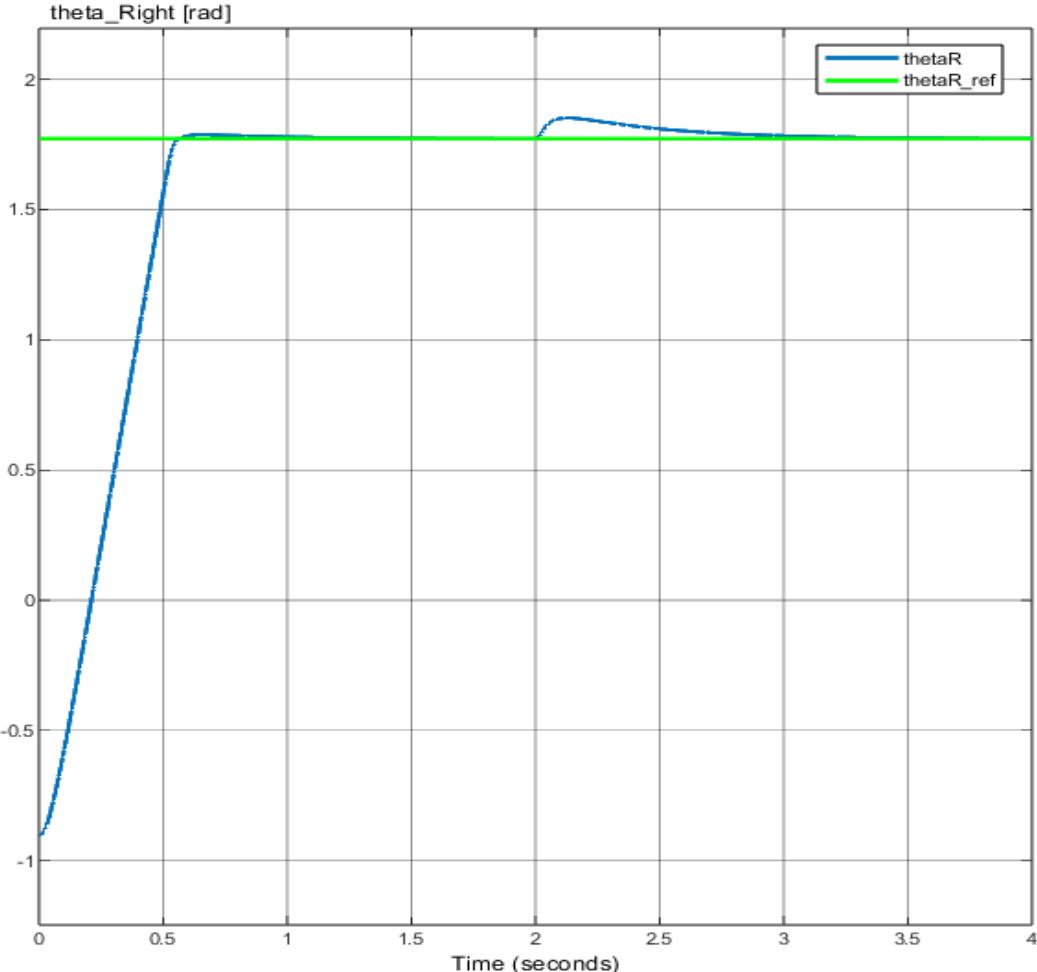
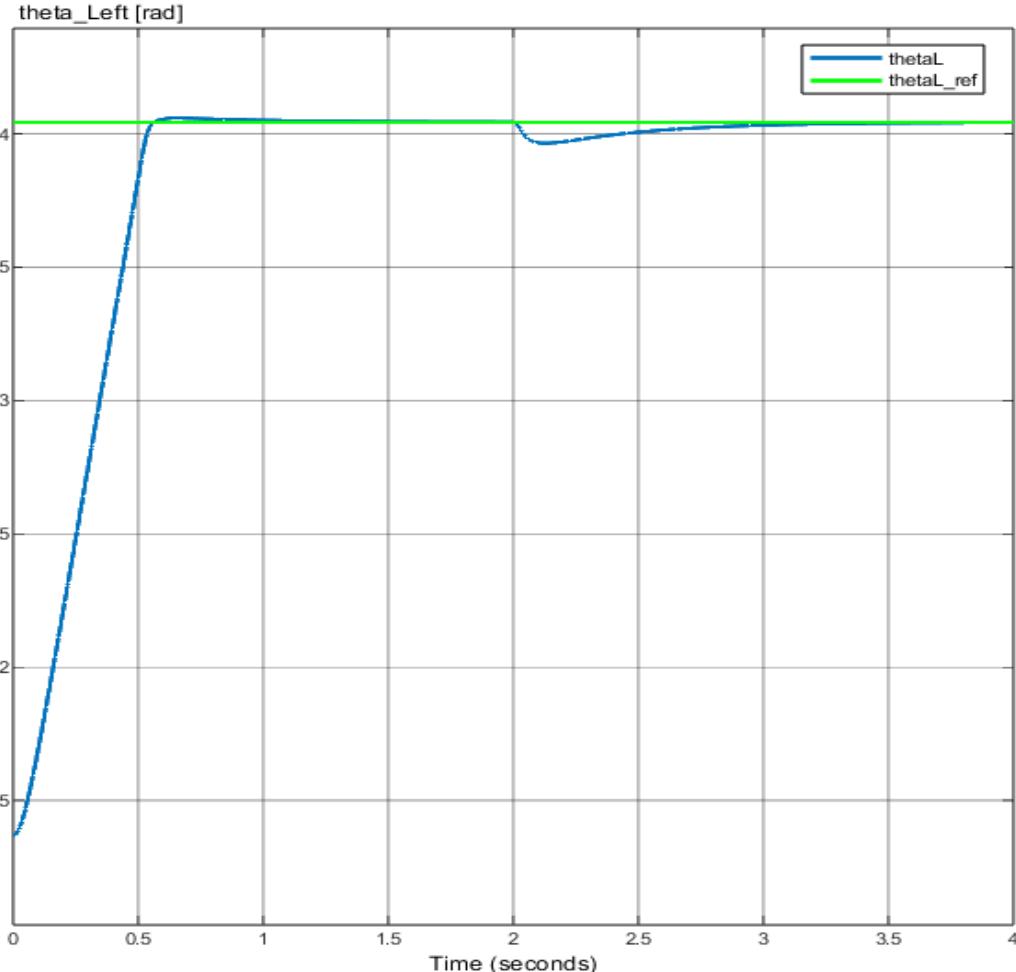
Провера добијених параметара

Дужа путања



Провера добијених параметара

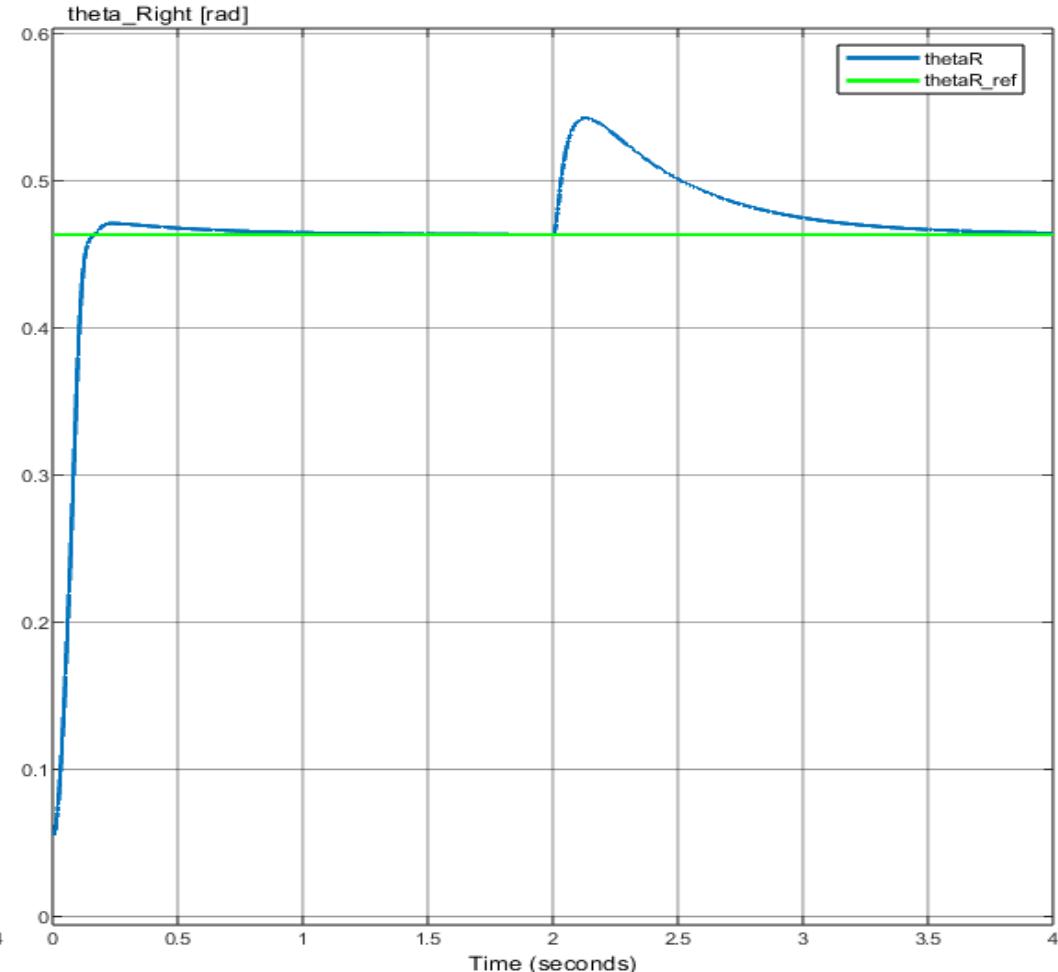
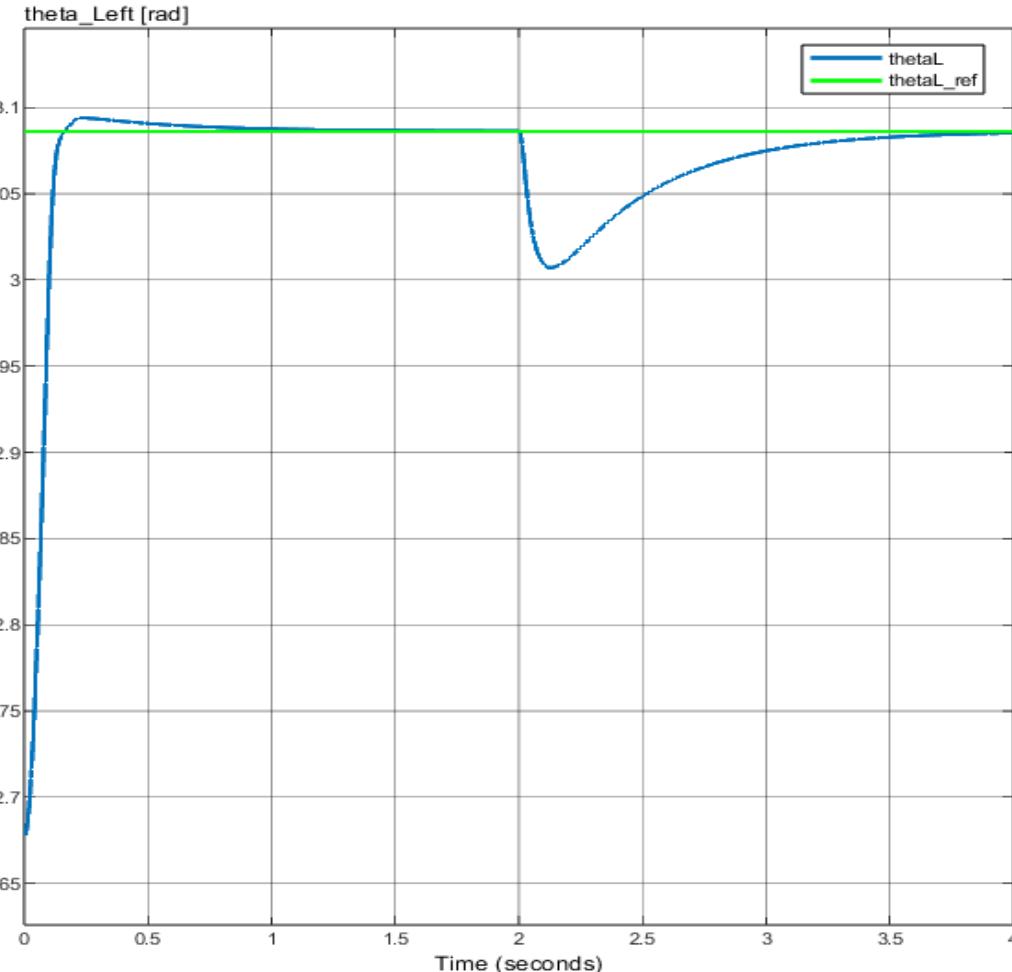
Дужа путања



Провера добијених параметара Краћа путања



Провера добијених параметара Краћа путања



Закључак

Могућа унапређења:

- каскадна регулација
- додатни критеријуми оптималности
- структурна оптимизација
- генерисање путање



Хвала на пажњи!