

**دانشکده مهندسی برق**

**آزمایشگاه کنترل خطی**

**پروژه نهایی**

**تهیه کننده و نویسنده:**

**رضا آدینه پور**

**استاد مربوطه:**

**جناب اقای دکتر کیقبادی**

**تاریخ تهیه و اراﺋﻪ:**

**خرداد ماه 1401**

**سیستم مورد بحث: Aircraft Pitch**

Diagram

Description automatically generated

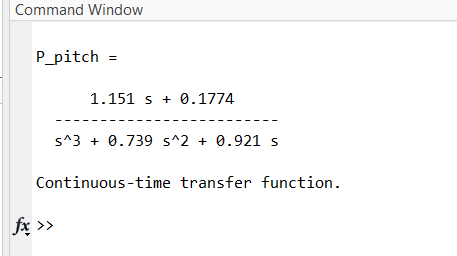
**مدلسازی سیتم:**

1. **مدل فضای حالت:**
2. **مدل تابع تبدیل**
3. **مدل فضای حالت سیستم به صورت زیر است:**
4. **مدل تابع تبدیل:**

**تعریف تابع تبدیل سیستم در متلب:**

s = tf('s');

P\_pitch = (1.151\*s+0.1774)/(s^3+0.739\*s^2+0.921\*s)

****

**مدل فضای حالت در متلب:**

% state space model

A = [-0.313 56.7 0; -0.0139 -0.426 0; 0 56.7 0];

B = [0.232; 0.0203; 0];

C = [0 0 1];

D = [0];

pitch\_ss = ss(A, B, C, D);

**A picture containing text

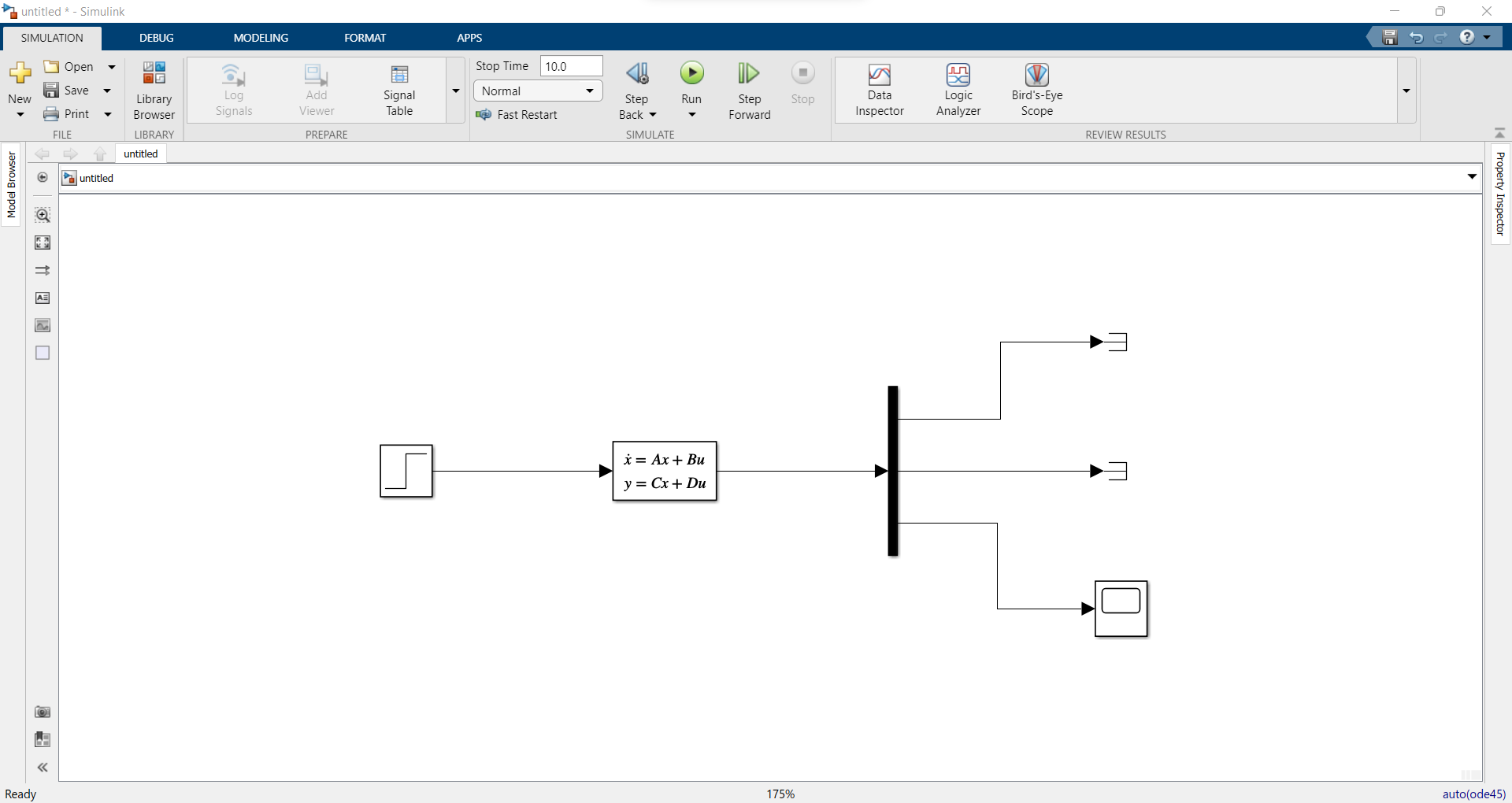
Description automatically generated**

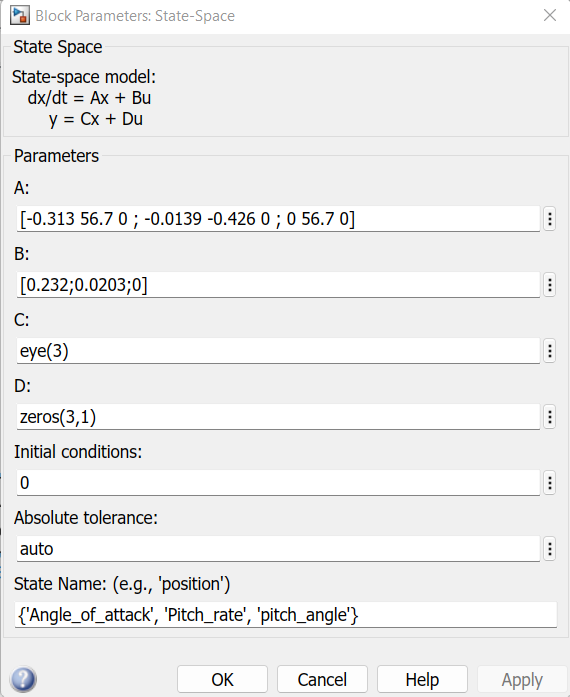
**تعریف مدل سیستم در سیمولینک:**

**A picture containing text, clock, screenshot

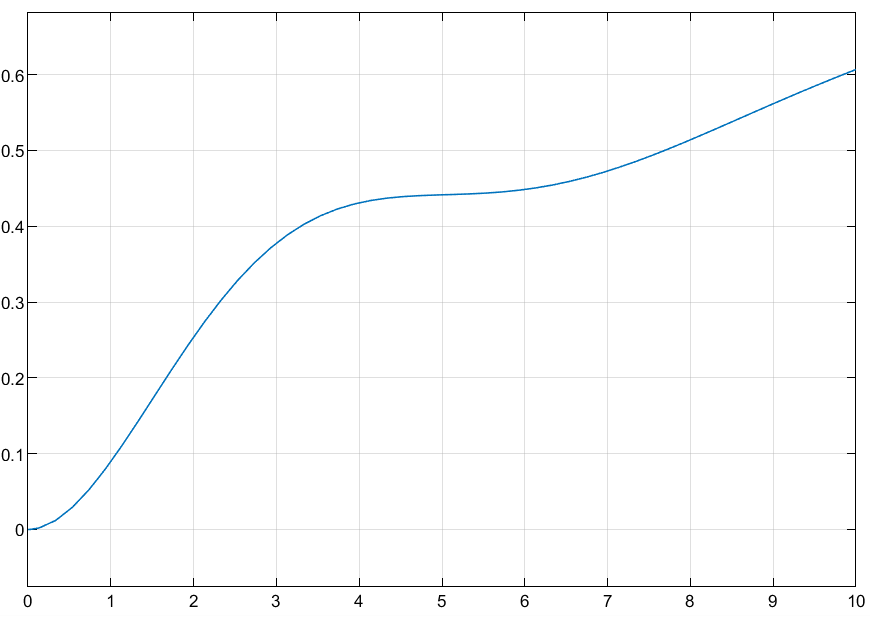
Description automatically generated**

**مدل را به صورت زیر در سیمولینک تعریف میکنیم:**

****

****

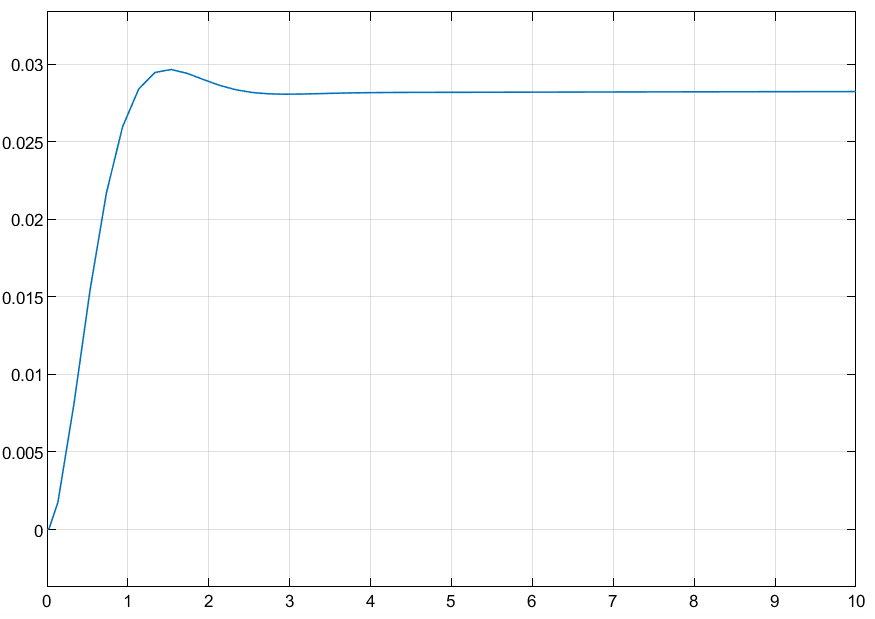
**پاسخ سیستم حلقه باز به ورودی پله به صورت زیر می شود:**

****

**پس از اعمال فیدبک به سیستم حلقه باز خروجی سیستم به ورودی پله به صورت زیر میشود:**

**Diagram

Description automatically generated**

****

**پاسخ حلقه باز سیستم را به صورت زیر بدست می اوریم:**

t = [0:0.01:10];

step(0.2\*P\_pitch,t);

axis([0 10 0 0.8]);

ylabel('pitch angle (rad)');

title('Open-loop Step Response');

**Chart, line chart

Description automatically generated**

**صفر و قطب های تابع تبدیل حلقه باز به صورت زیر است:**

% zeros and poles of open loop transfer function

openLoopPole = pole(P\_pitch)

openLoopZero = zero(P\_pitch)

**Text

Description automatically generated**

همانطور که مشاهده می شود سیستم ناپایدار است.

با اعمال فیدبک واحد منفی به صورت زیر، پاسخ سیستم به ورودی پله به صورت زیر می شود:

Diagram

Description automatically generated

%closed loop response with unit negative feedback

sys\_cl = feedback(P\_pitch, 1)

step(0.2\*sys\_cl);

ylabel('pitch angle (rad)');

title('Closed-loop Step Response');

Text, letter

Description automatically generated

Graphical user interface

Description automatically generated with medium confidence

**صفر و قطب های تابع تبدیل حلقه بسته به صورت زیر است:**

%zeros and poles of closed loop transfer function

closeLoopPoles = pole(sys\_cl)

closeLoopZeros = zero(sys\_cl)

Text, letter

Description automatically generated

**تابع تبدیل سیستم با استفاده از صفر و قطب های سیستم به صورت زیر است:**

% create transfer finction with zpk()

R = 0.2/s;

Y = zpk(sys\_cl\*R)

Text

Description automatically generated

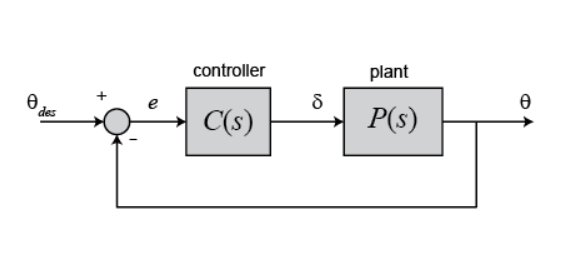
**Root Locus سیستم حلقه باز به صورت زیر است:**

**Chart, line chart

Description automatically generated**

**طراحی کنترلر: 1) P 2)PI 3)PID**

1. **PI controller:**

****

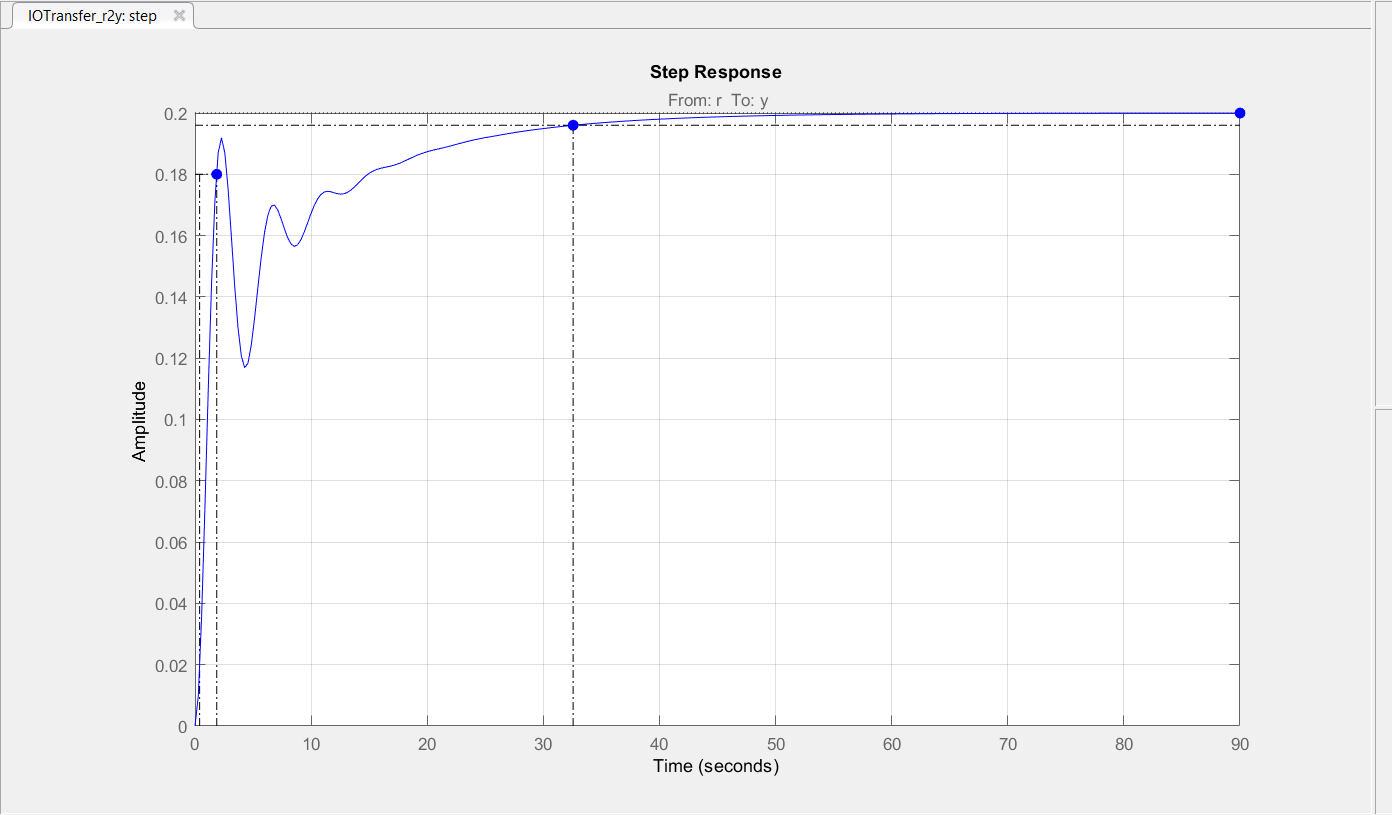
با قطعه کد زیر وارد ToolBox ، Control System Designer می شویم و طراحی کنترلر ها را با این ابزار انجام می دهیم.

از منو Tunning Method، PID Tunning را انتخاب کرده و به صورت زیر سیستم ضریب مناسب c را به ما می دهد.

Graphical user interface, text, application

Description automatically generated

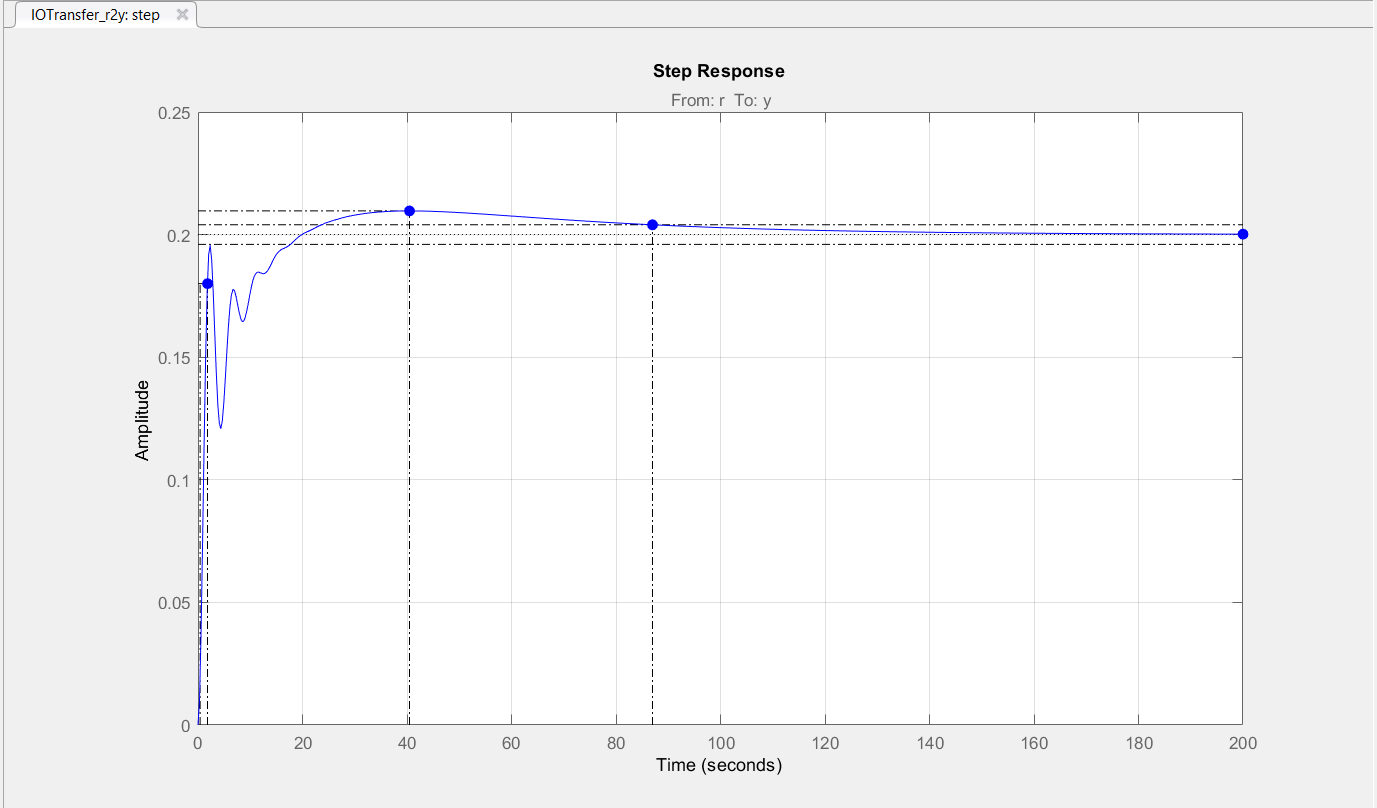
و پاسخ سیستم کنترل شده با این ضریب به ورودی پله به صورت زیر می شود:



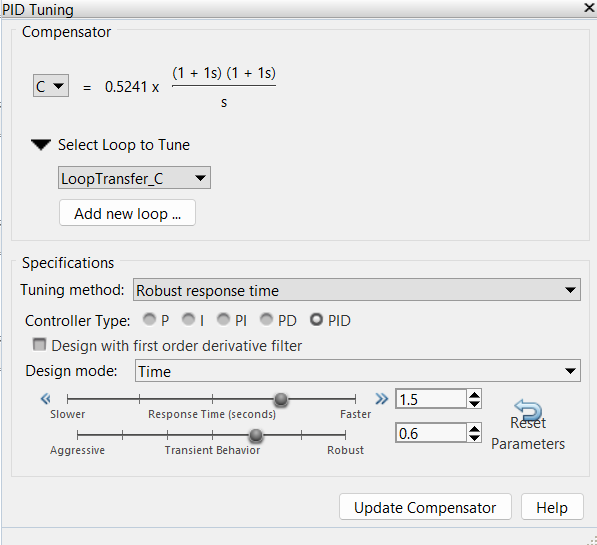
1. **PI:**

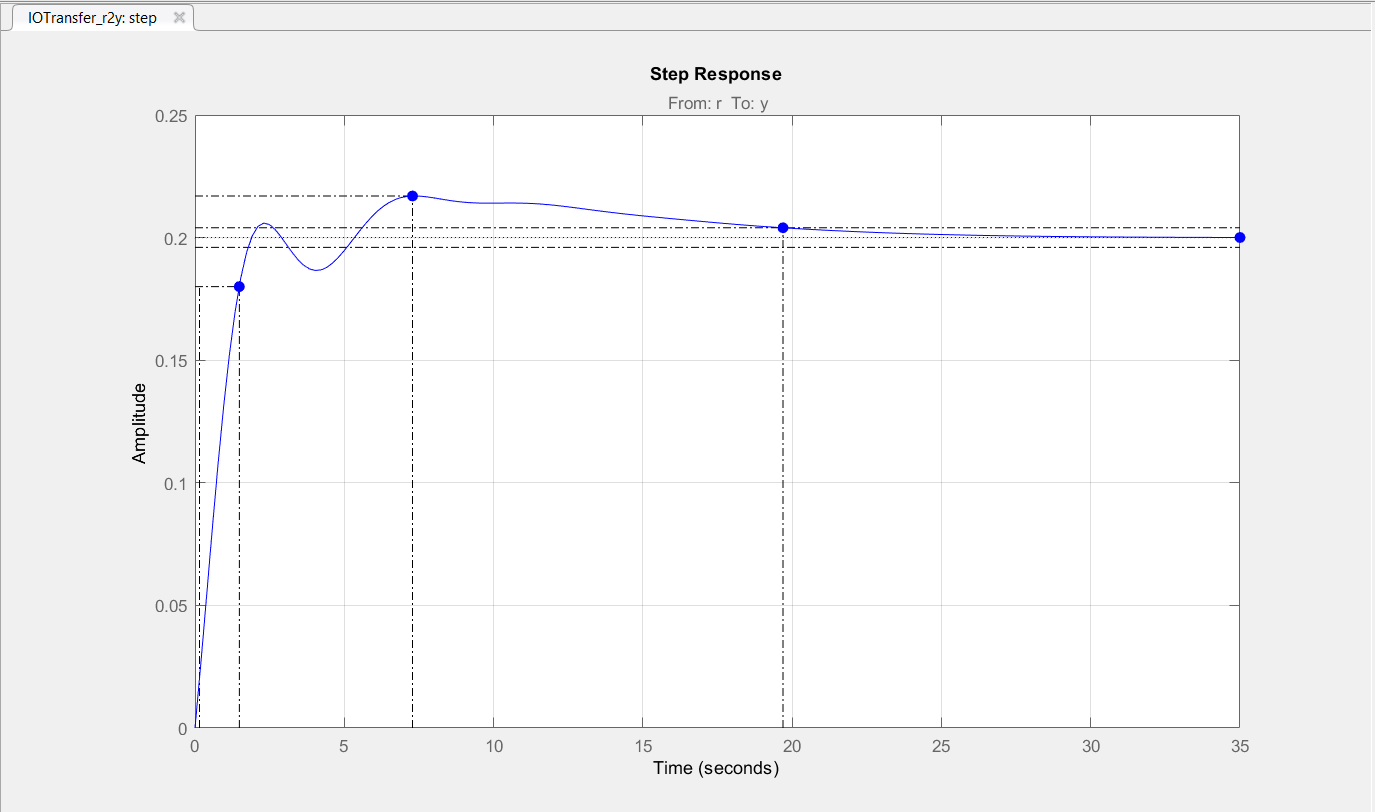
**Graphical user interface, text, application

Description automatically generated**

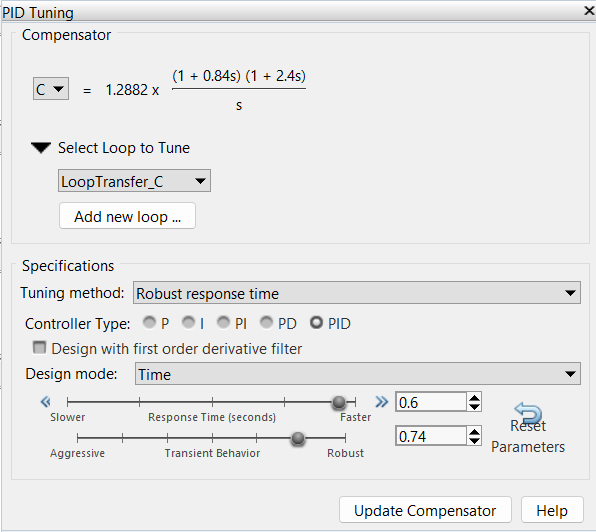
****

1. **PID:**

****

****

اگر تایمینگ طراحی کنترلر را تغییر دهیم ضرایب به صورت زیر تعیین میشود:

****

