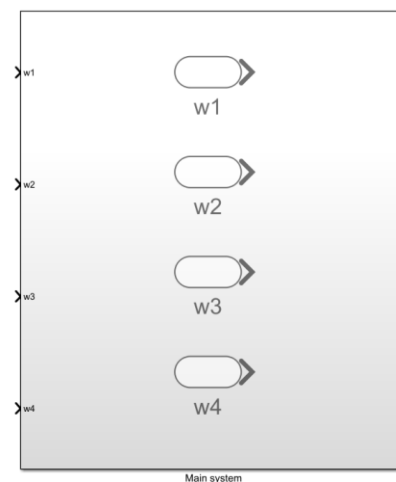
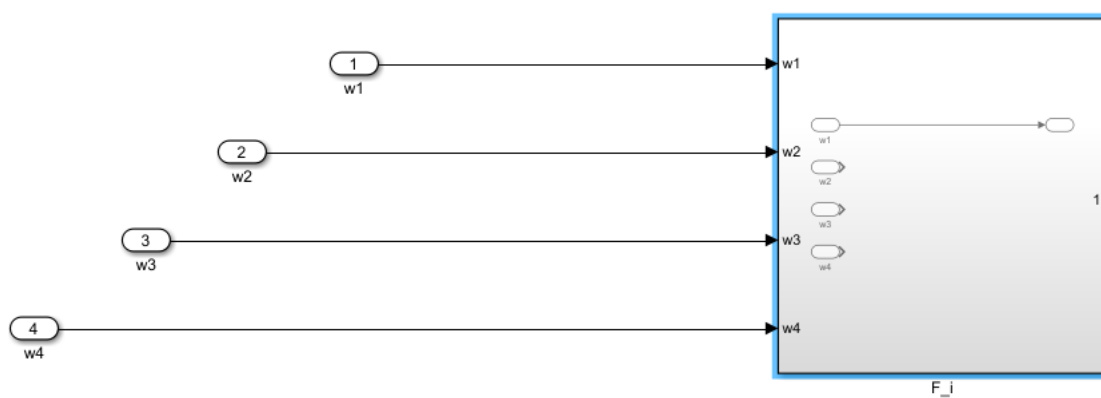


گزارش کواد کوپتر

ابتدا یک main system تعریف میکنیم و مقادیر ω را با w تعیین میکنیم :



حال یک سیستم F تعریف میکنیم:



و مقادیر F ها را بر اساس w ها را با توجه به فرمول داده شده بدست می آوریم :

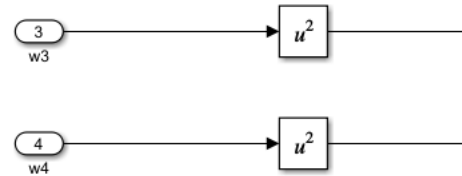
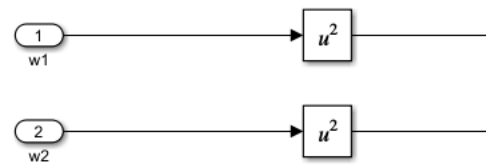
$$F_i = k_3 * \omega_i^2; \quad 1 \leq i \leq 4$$

مقدار k_3 به صورت زیر است :

$$k_3 = 0.0001 \text{ Ns}^2/\text{rad}^2$$

ضریب رانش یک کوادکوپتر کوچک؛

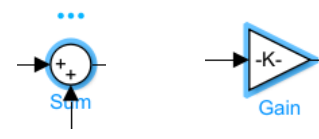
ابتدا باید توان 2 w_i ها محاسبه کنیم که به صورت زیر میشود :



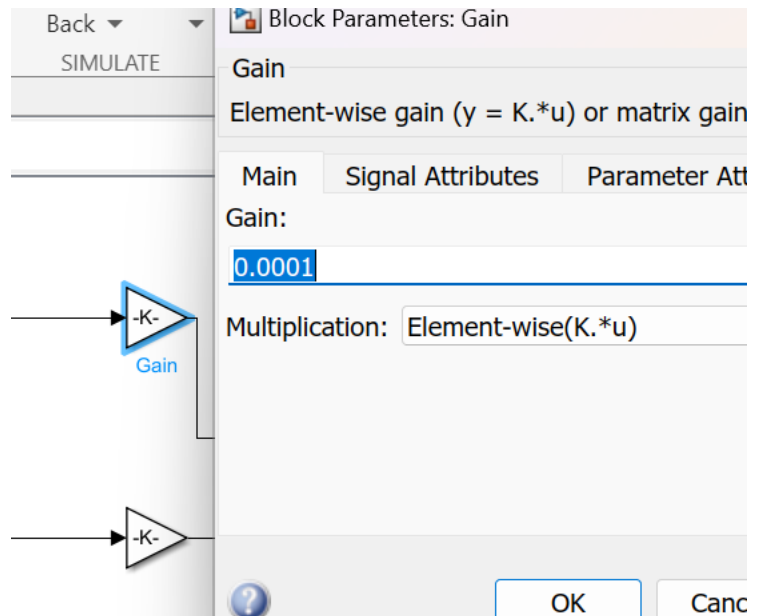
حال برای بدست آوردن F باید F_i ها با به صورت فرمول زیر جمع کنیم :

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

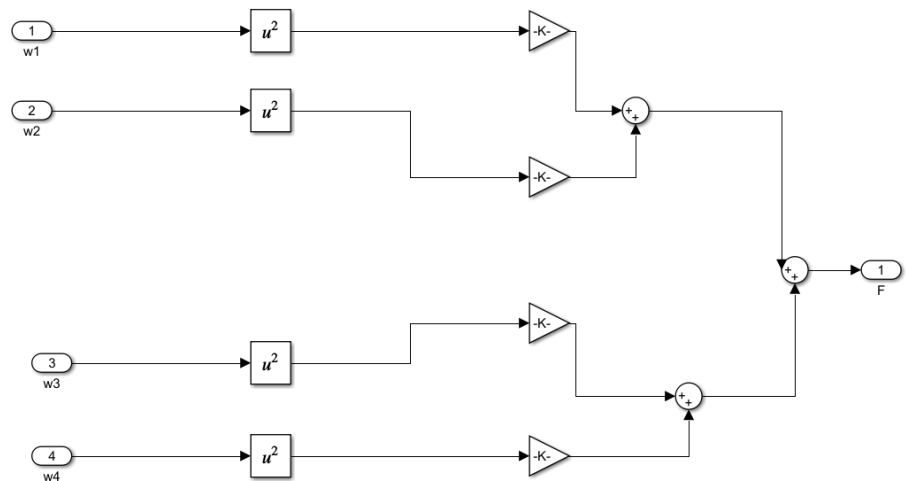
برای بدست آوردن F باید هر w را در k_3 ضرب کنیم و در نهایت همه را با هم جمع کنیم که در Simulink با gain و sum این کار را میکنیم :



مقدار k_3 در gain :



و در نهایت design نهایی :



حال F بدست امد.

در ادامه فرمول زیر را برای بدست آوردن ψ با استفاده از انتگرال گیر Simulink محاسبه میکنیم :

$$I_{zz} \frac{d^2 \psi}{dt^2} = M_1 - M_2 + M_3 - M_4$$

برای محاسبه ی زیر ابتدا باید M ها را بدست بیاوریم و سپس باهم جمع و تفریق کرده و در $1/I_{zz}$ ضرب کنیم و دوبار انتگرال گیری کنیم تا psi بدست بیاید .

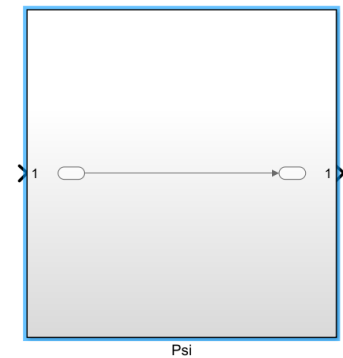
فرمول M ها به صورت زیر است :

$$M_i = k_4 \omega_i^2; \quad 1 \leq i \leq 4$$

مقدار k_4 نیز به صورت زیر است :

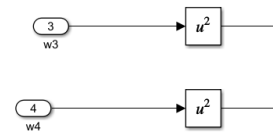
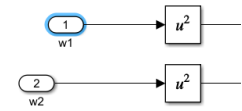
• $k_4 = 0.00001 \text{ Nm}^2/\text{rad}^2$ ضریب گشتاور یک کوادکوپتر کوچک؛

برای محاسبه ابتدا یک subsystem با نام Psi را تعریف میکنیم :

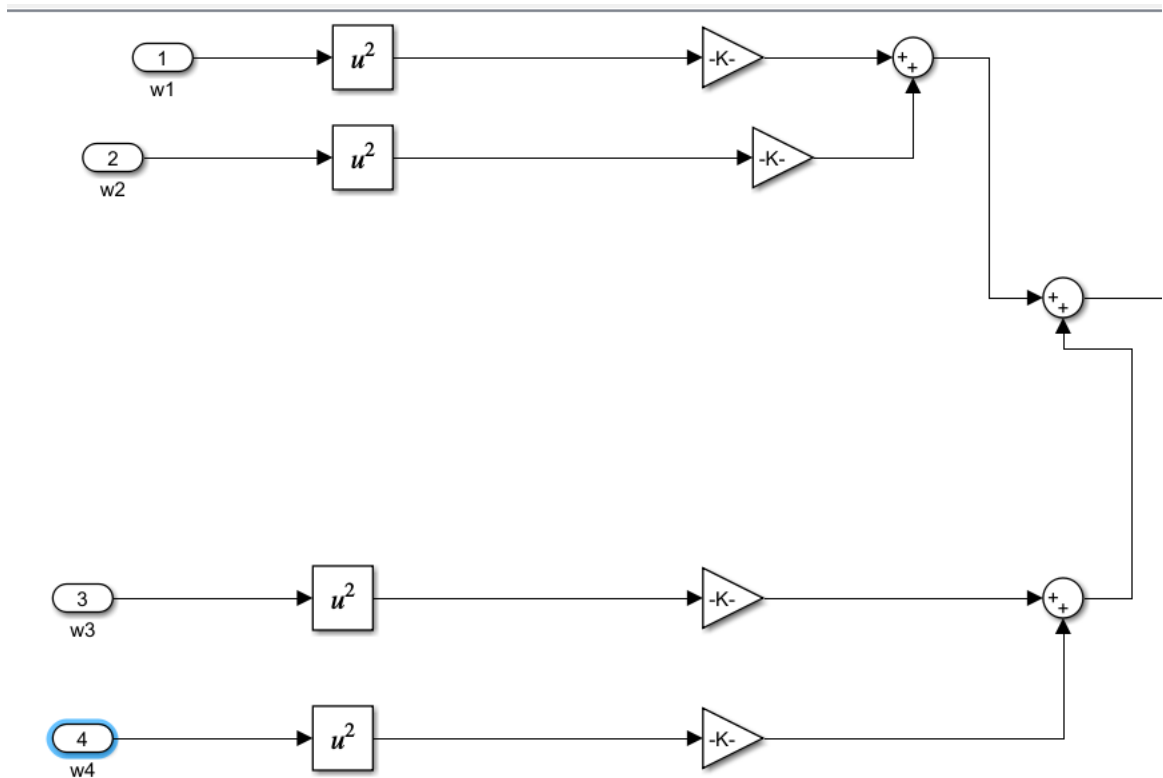


از w ها انشعاب میگیریم و M ها را بدست میاوریم .

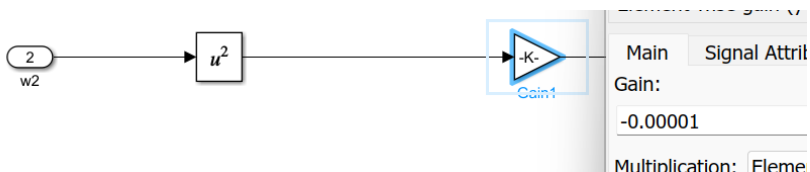
ابتدا توان 2 مقادیر w هارا داریم :



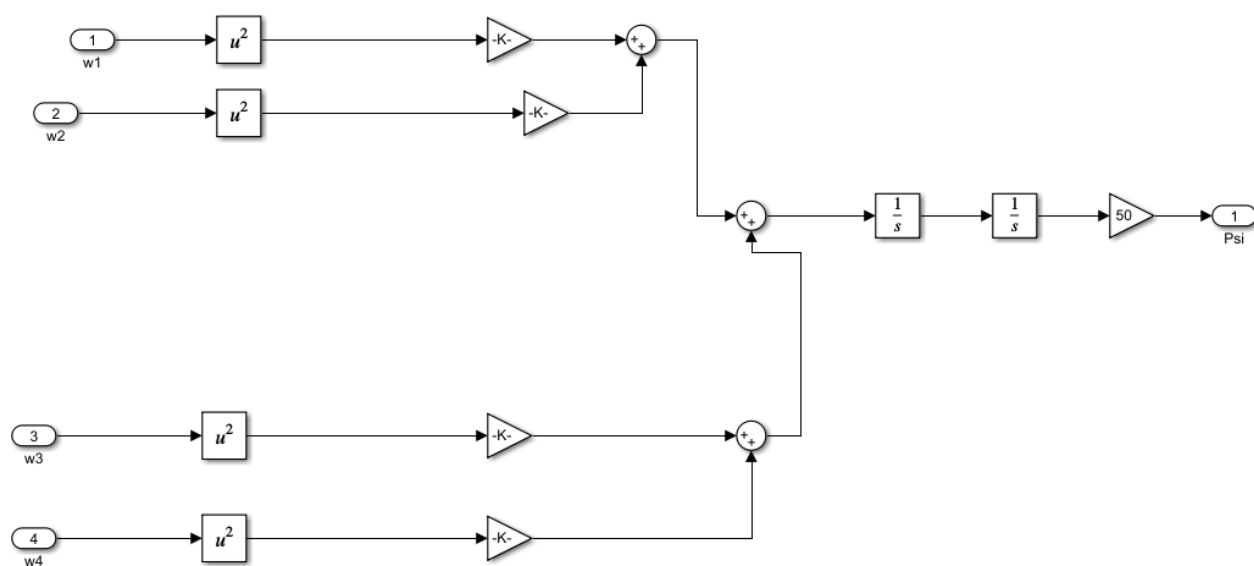
سپس در $k4$ ضرب شده و sum میکنیم و برای M_2 و M_4 مقدار $gain$ را منفی قرار میدهیم :



مقدار M_2 :



سپس با انتگرال گیر دوبار انتگرال میگیریم تا $\frac{d^2\psi}{dt^2}$ ساده شود. و در نهایت در $1/I_{zz}$ که میشود 50 ضرب میکنیم :

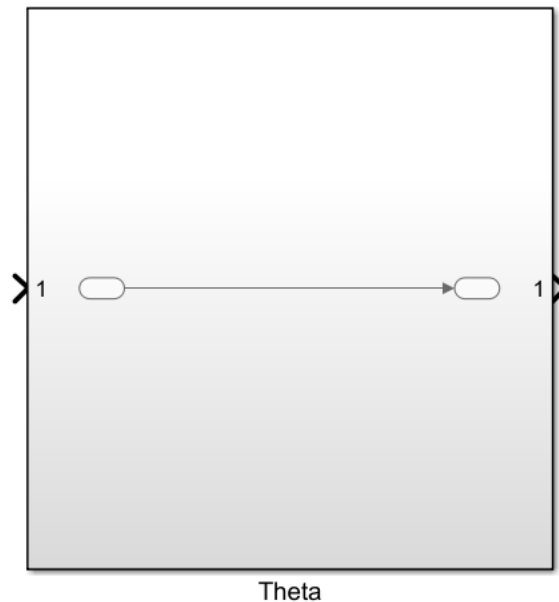


مقدار Ψ بدست امد.

مقادیر Φ و Θ را نیز بدست میاوریم.

Θ را توضیح میدهیم و Φ نیز به همان صورت میباشد.

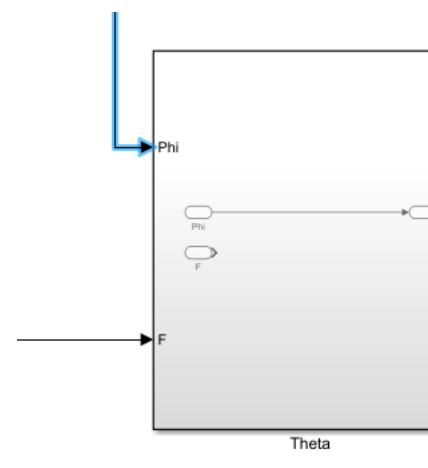
برای Θ یک subsystem میسازیم :



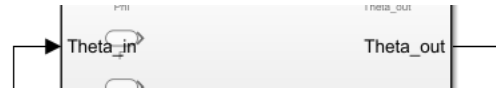
حال فرمول Theta را باید حل کنیم که به صورت زیر میباشد :

$$I_{yy} \frac{d^2 \theta}{dt^2} = Lk_2 F \cos(\phi) \cos(\theta)$$

چون به Phi نیاز داریم یک subsystem برای Phi نیز میسازیم و خروجی آن را نیز به Theta وصل میکنیم :

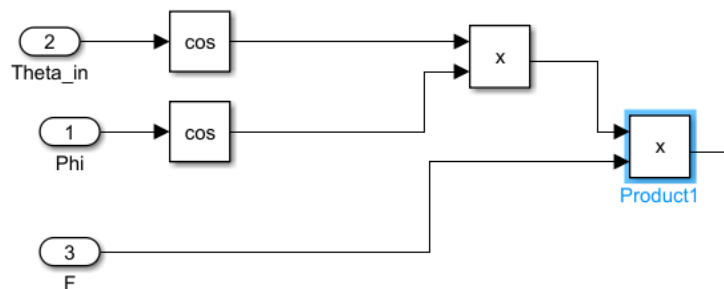


چون در فرمول $\cos(\text{Theta})$ ما Theta داریم پس از خروجی Theta به خودش وصل میکنیم :

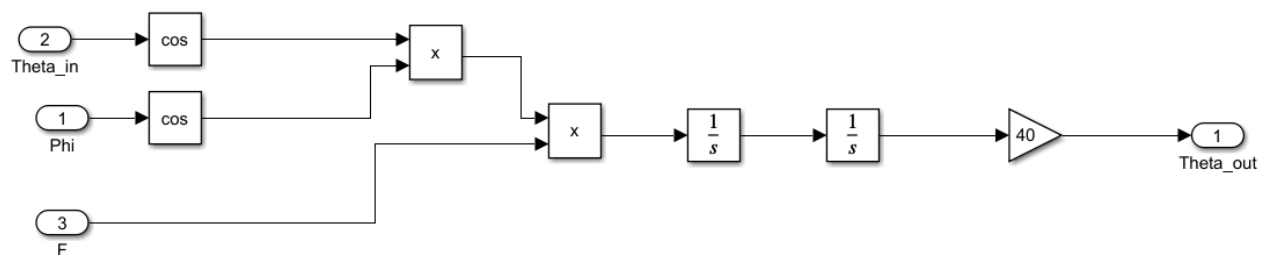


حال به محاسبه فرمول در simulink میپردازیم.

ابتدا کسینوس Theta و Phi را گرفته درهم ضرب میکنیم و سپس جواب را در F ضرب میکنیم و عمل ضرب با product انجام میشود:



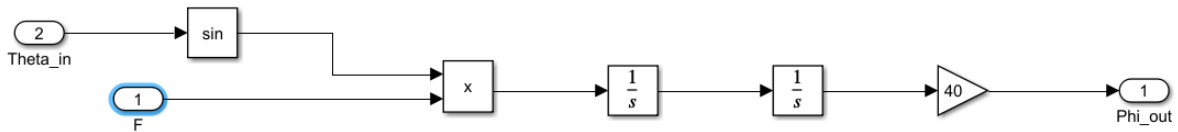
در ادامه دوبار انتگرال گیری کرده و در ضریب ها که L و $K2$ و $1/I_{yy}$ هستند ضرب میکنیم که میشود عدد 40 :



مقدار Theta بدست امد.

مقدار Phi با فرمول زیر نیز به همین حالت است :

$$I_{xx} \frac{d^2 \phi}{dt^2} = Lk_2 F \sin(\theta)$$



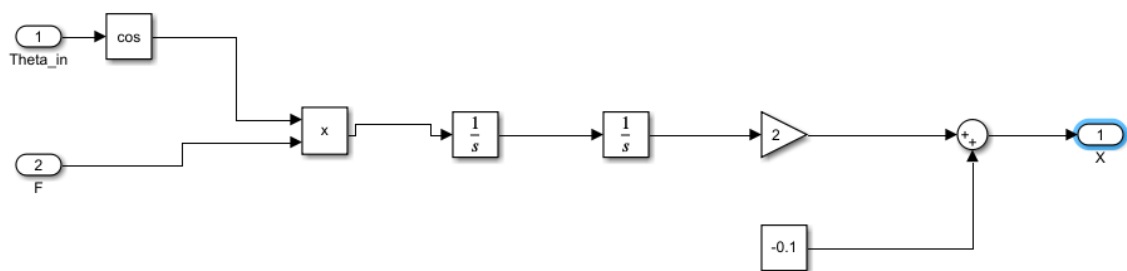
حال مقادیر X و Y و Z را باید بدست آوریم :

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = -k_1 \frac{dx}{dt} + k_2 F \cos(\theta) \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = -k_1 \frac{dy}{dt} + k_2 F \sin(\theta) \\ m \frac{d^2 z}{dt^2} = -mg + k_2 F \cos(\phi) \cos(\theta) \end{cases}$$

ما X را توضیح می‌دهیم و Y و Z به همان صورت است.

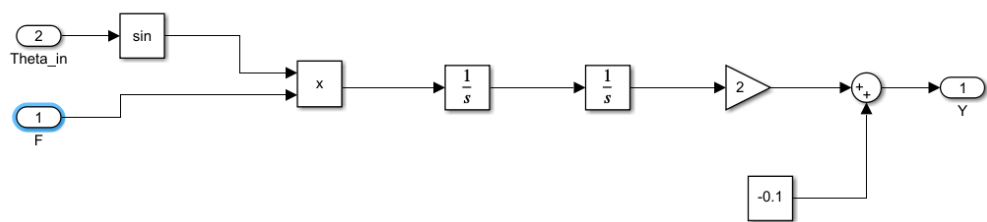
برای X باید Theta و F را بگیریم و ضرب با ضریب هارا انجام دهیم و سپس با ضریب -k1 جمع کنیم و سپس با انتگرال گیر دوبار جمع کنیم و سپس در 1/m ضرب کنیم.

ابتدا subsystem برای X می‌سازیم و مراحل را انجام می‌دهیم :

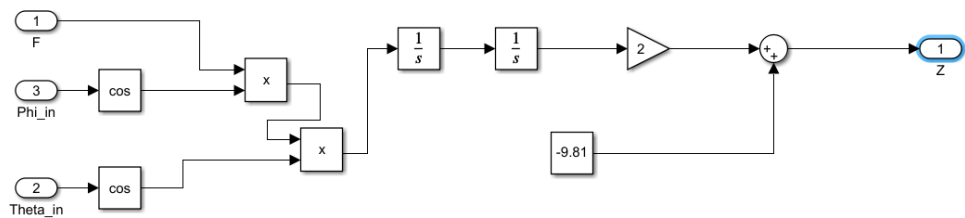


در اینجا -0.1 مقدار k_1 است.

برای Y داریم :



برای Z :



سپس خروجی هارا میگیریم :

→ 1
Phi_out

→ 2
Theta_out

→ 3
Psi_out

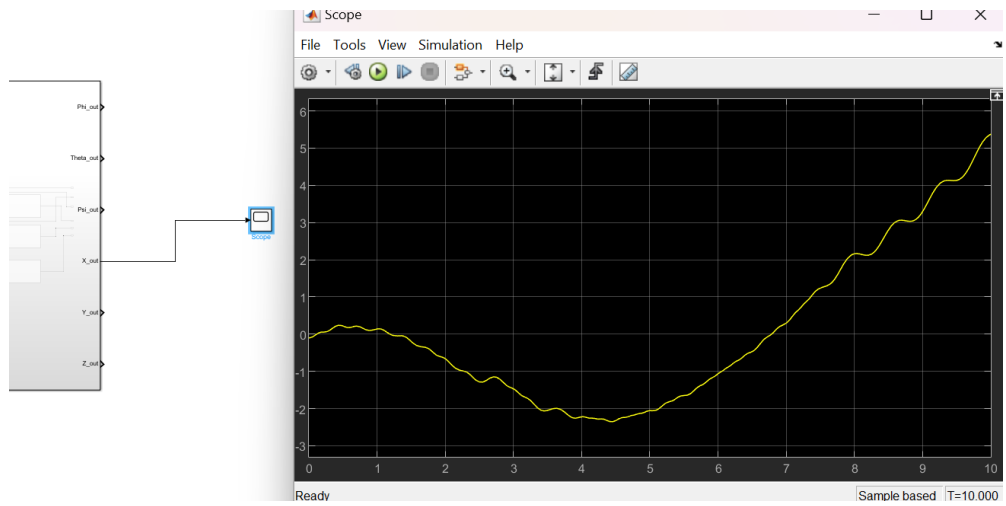
→ 4
X_out

→ 5
Y_out

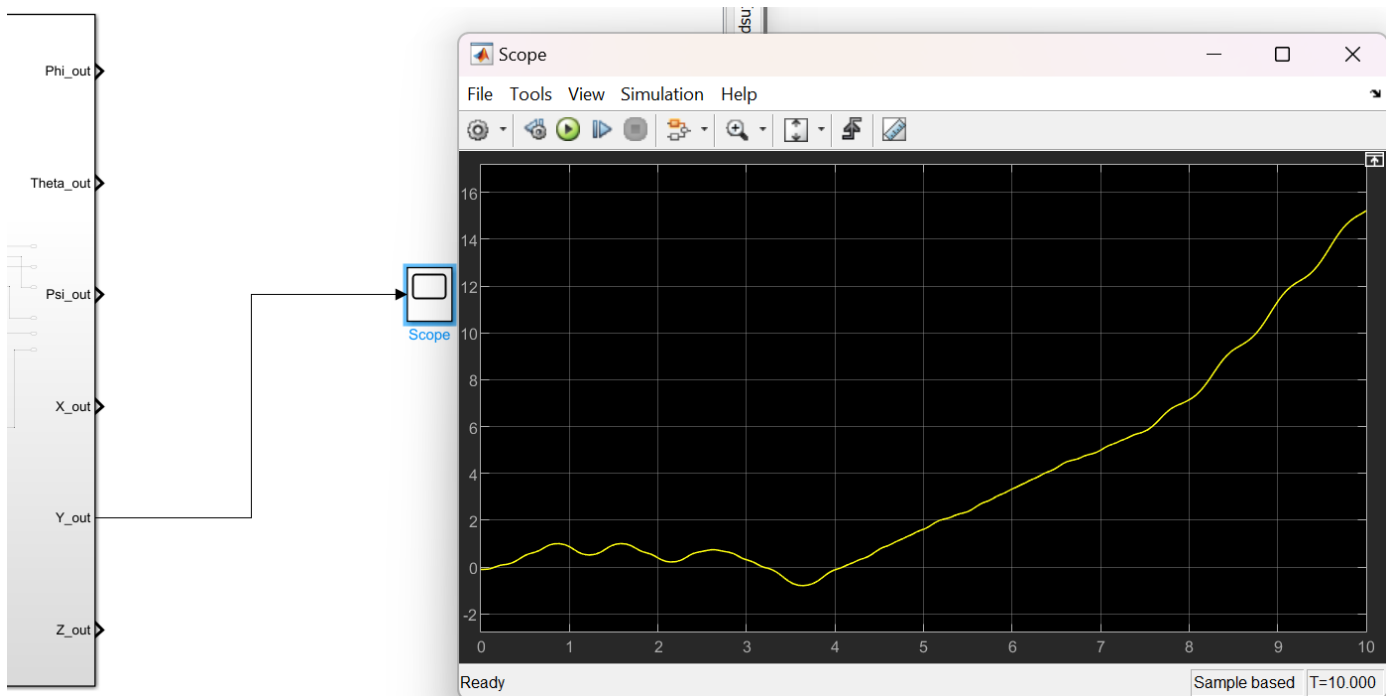
→ 6
Z_out

حال به W ها با constant مقدار 150 میدهیم و برای هر متغیر خروجی را با scope مشاهده میکنیم :

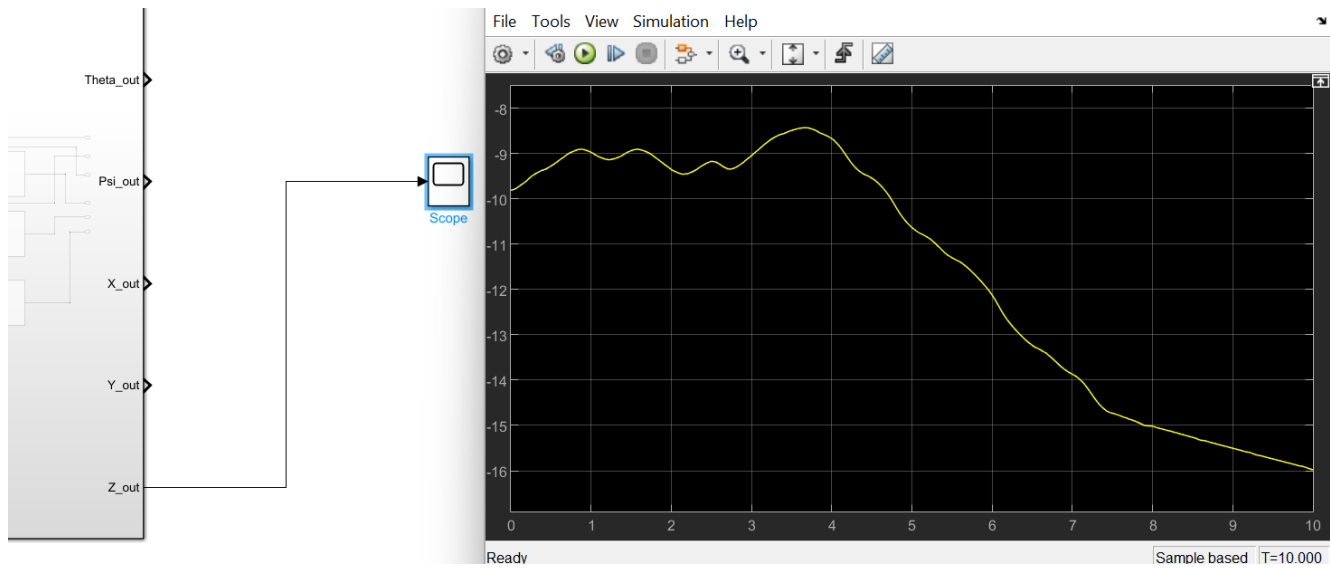
برای X:



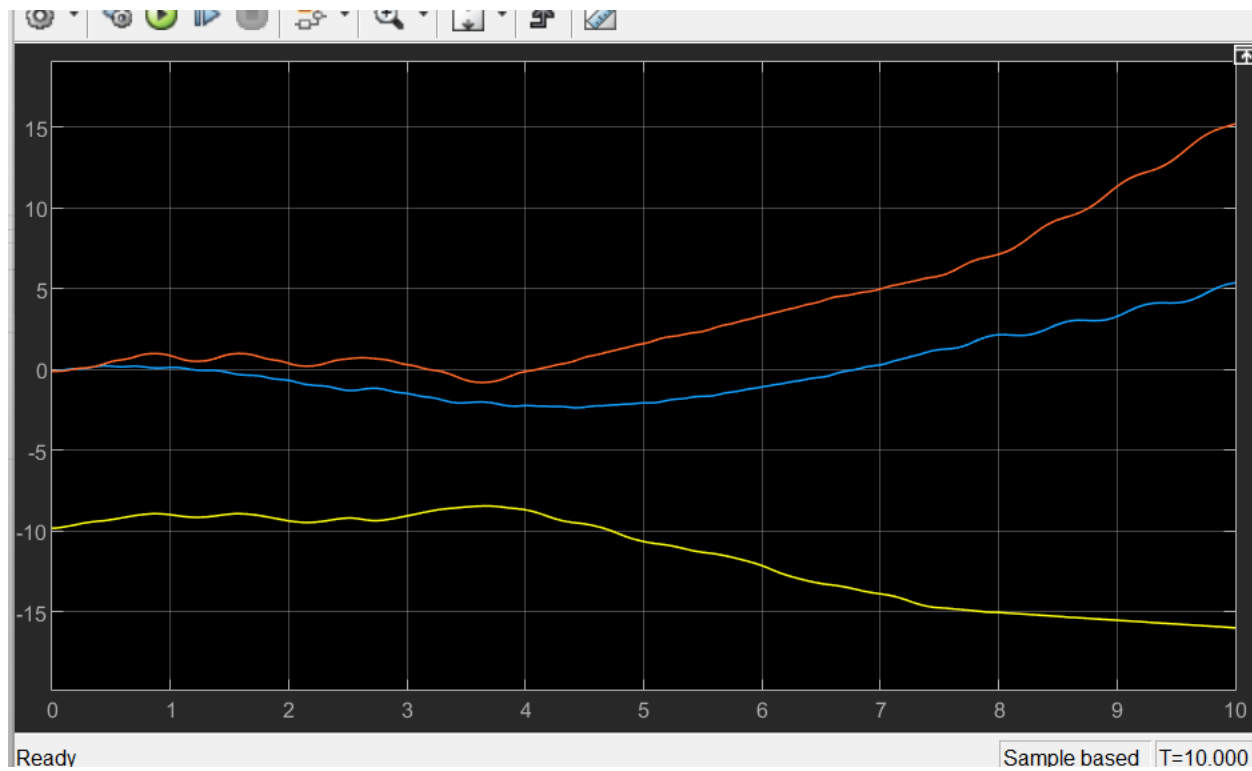
برای Y:



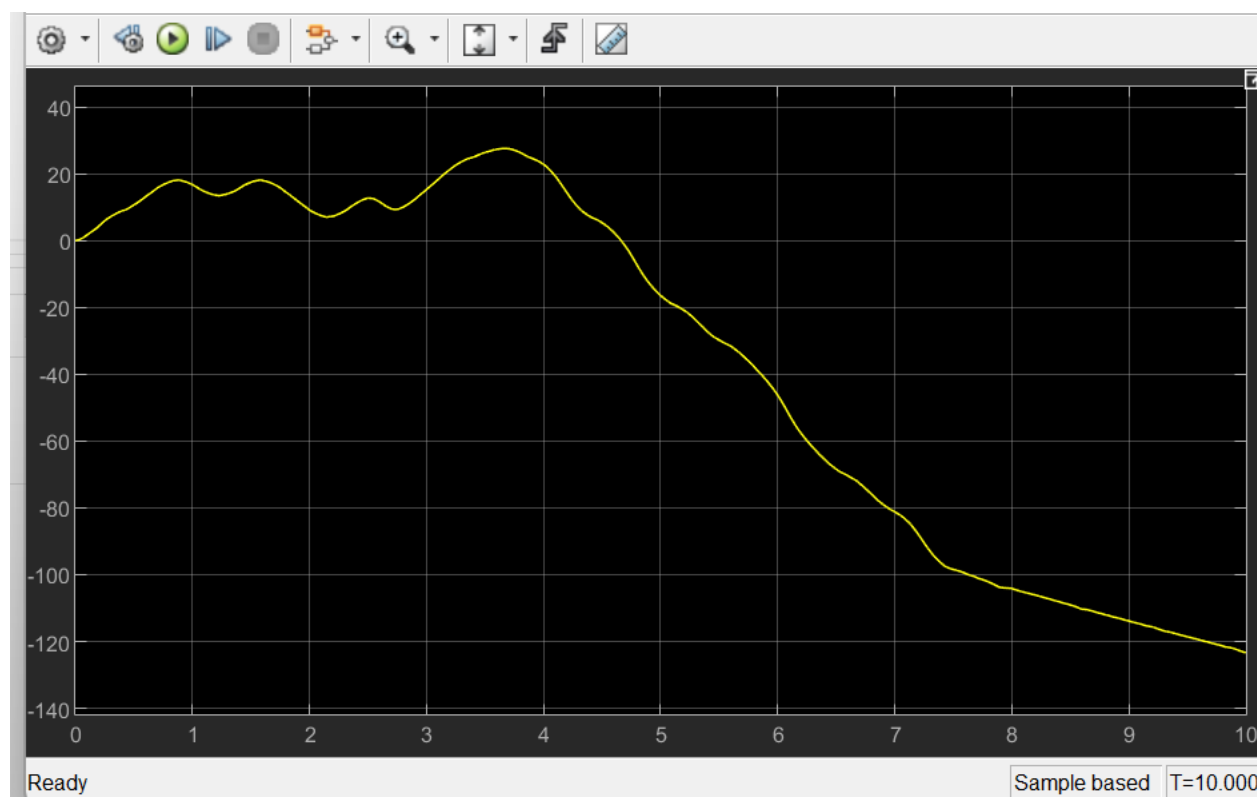
برای Z:



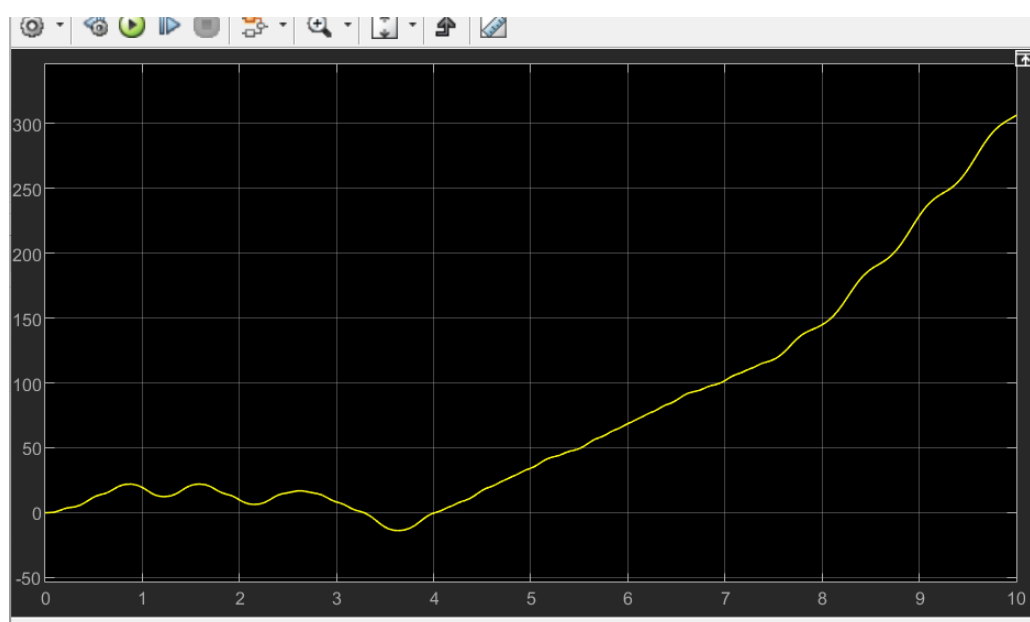
هر سه متغیر:



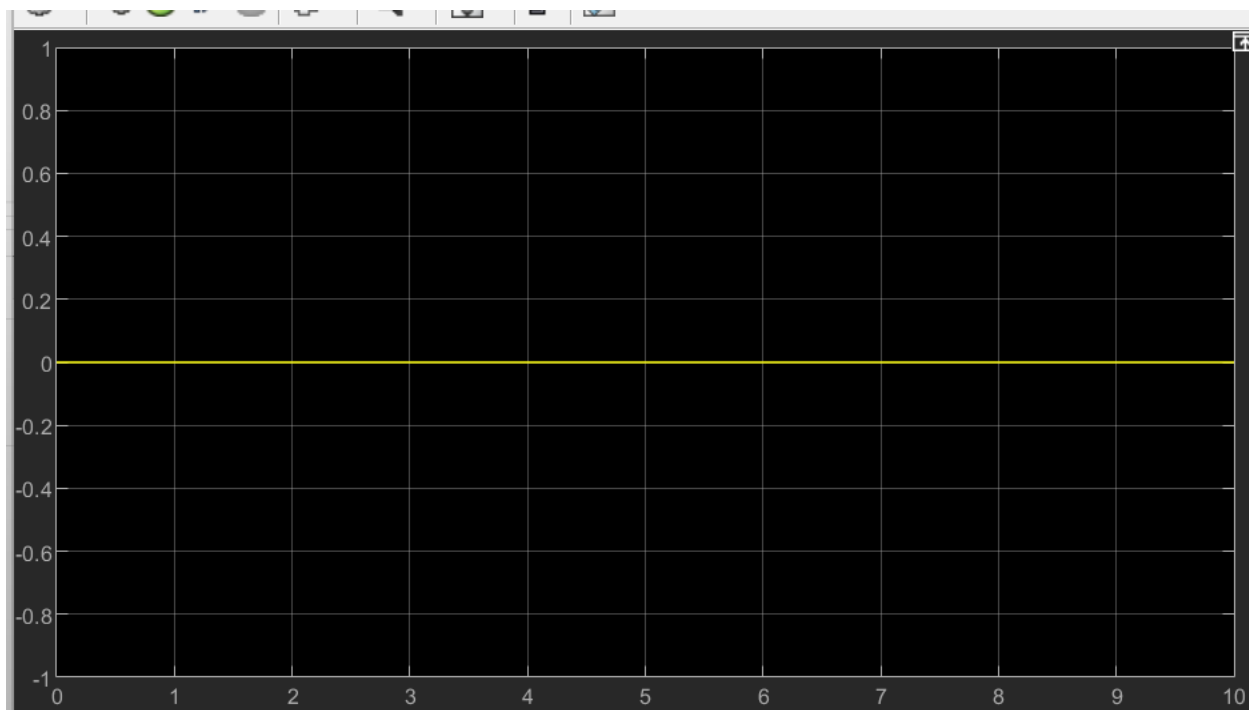
متغیر Theta :



متغیر Phi :



متغیر Psi :



برای پیاده سازی سیستم حلقه با کنترلر p چون فرمول ایراد دارد ما فقط به پیاده سازی اصلی پرداختیم.