

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده مهندسی هوافضا

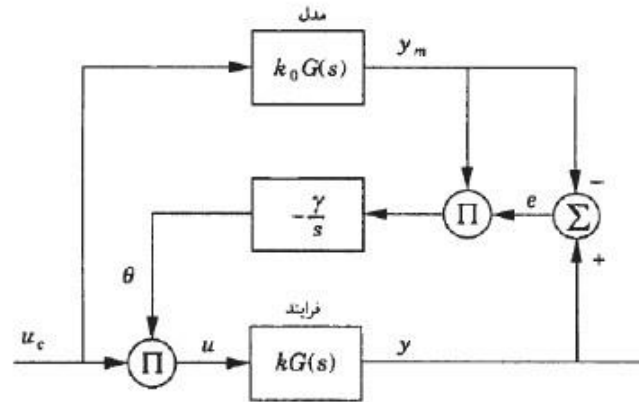
درس کنترل تطبیقی
گرایش مهندسی فضایی

عنوان
تمرین 3-3

نگارش
فاطمه مقدسیان

استاد درس
دکتر فانی صابری

پاییز 1402



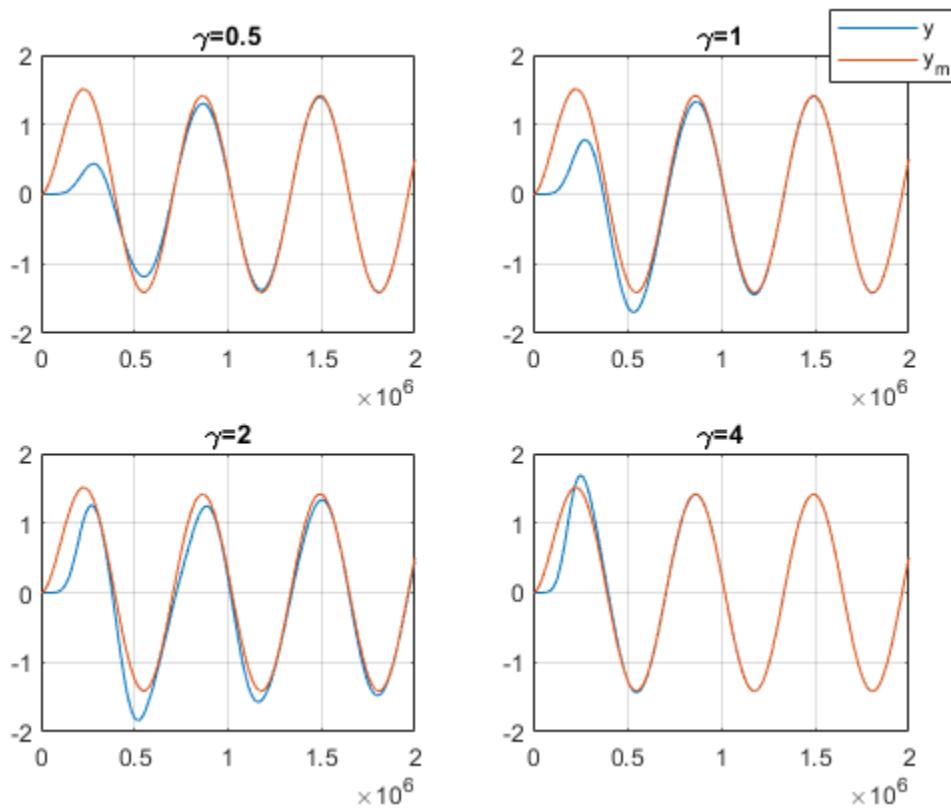
شکل بالا بلوک دیاگرام یک سیستم مدل مرجع برای تنظیم بهره پیش خور بر اساس MIT rule است.

که نتایج شبیه سازی آن به صورت زیر است:

وردی سیستم به صورت سینوسی است مطابق زیر :

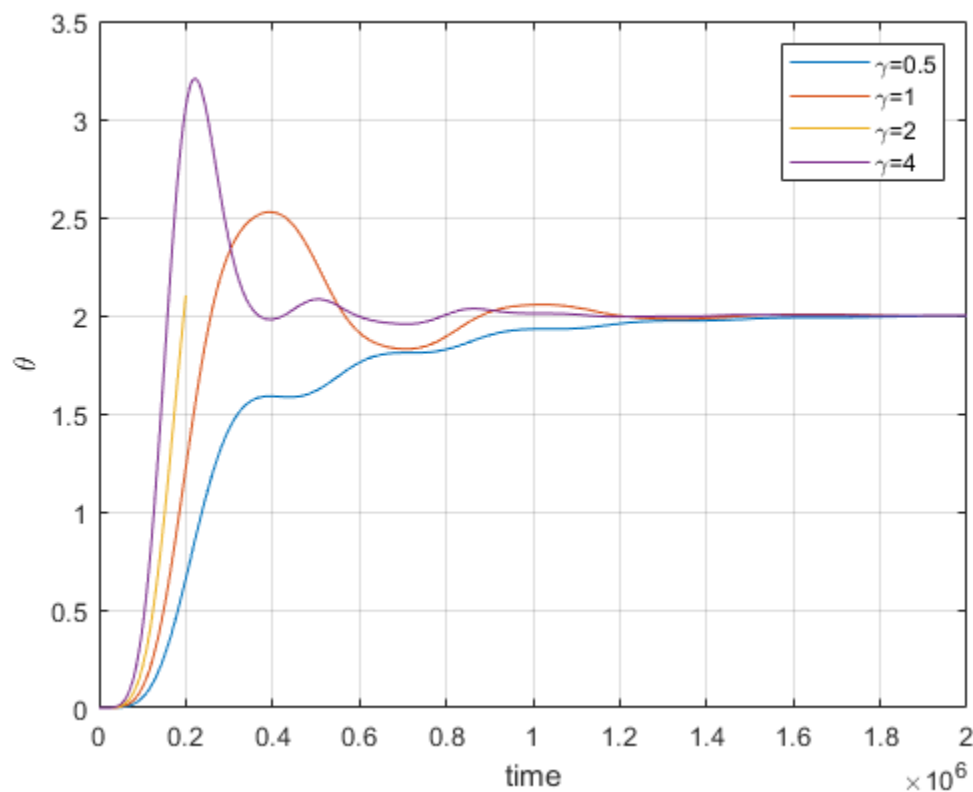
$$u_c = \sin(t)$$

1



شکل صفحه قبل خروجی سیستم و خروجی مرجع است که مشاهده می شود برای $\gamma = 1$ سرعت همگرایی مناسب است و با بیشتر شدن آن به مقادیر واقعی سریع تر نزدیک شود اما برای $\gamma = 2$ این اتفاق نیافتاده باز برای $\gamma = 4$ سرعت همگرایی به مقادیر واقعی بیشتر بوده است.

و اینطور نشان می دهد مه نرخ همگرایی به بهره تطبیق بستگی دارد ولی در مقادیر بالا از 1 رفتار قابل پیش بینی نیست و ممکن است نرخ همگرایی بیشتر یا کمتر بشود.



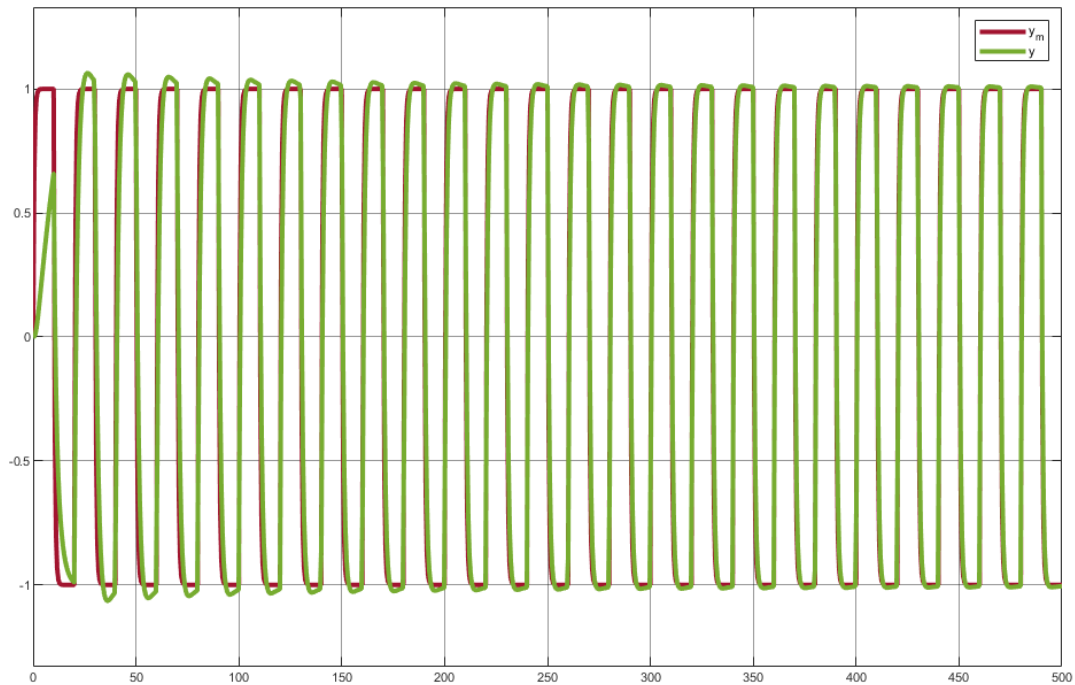
شکل بالا پارامتر کنترلر برای زمانی که بهره تطبیق 0.5 ، 1 ، 2 و 4 است را نشان می دهد.

مثال بعدی ، روش مدل مرجع برای یک سیستم مرتبه اول است .

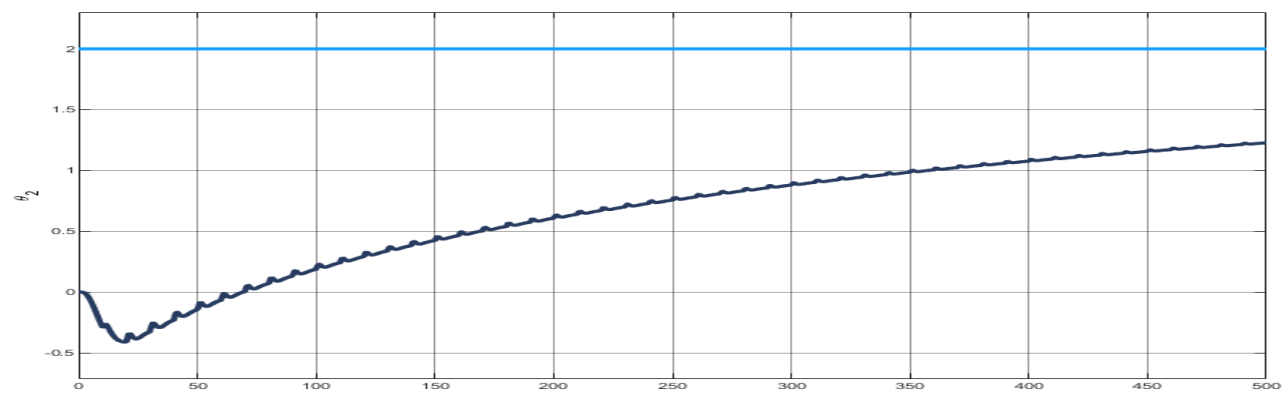
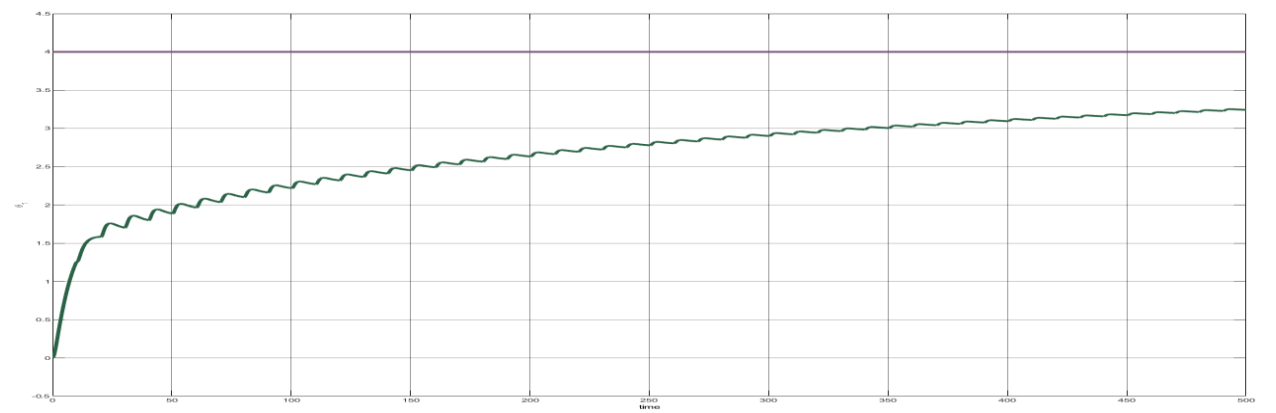
$$\frac{dy}{dt} = -ay + bu \quad 2$$

$$\frac{dy_m}{dt} = -a_my_m + b_mu_c \quad 3$$

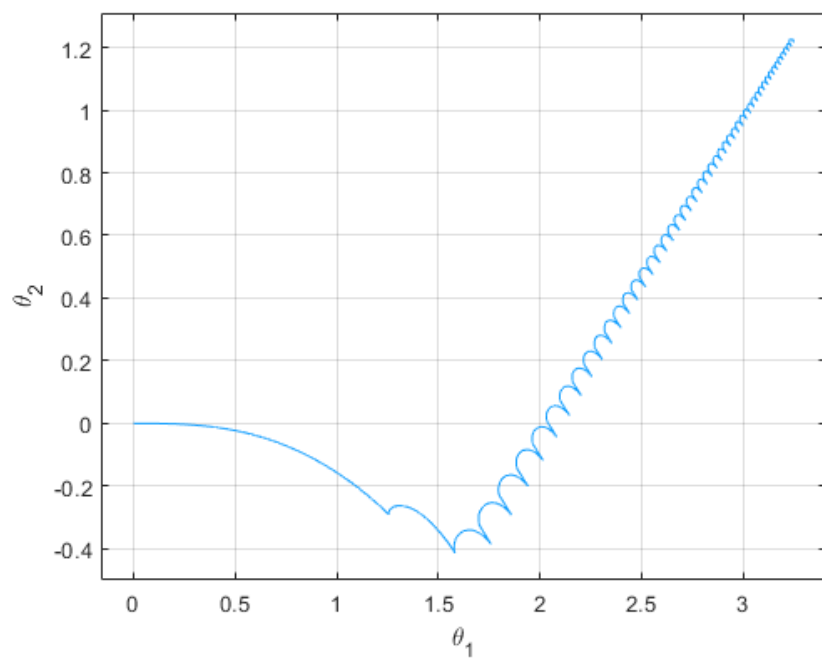
برای سه γ مختلف (0.2، 1 و 5) شبیه سازی انجام شده است که نمودارهای زیر نتایج این شبیه سازی است.



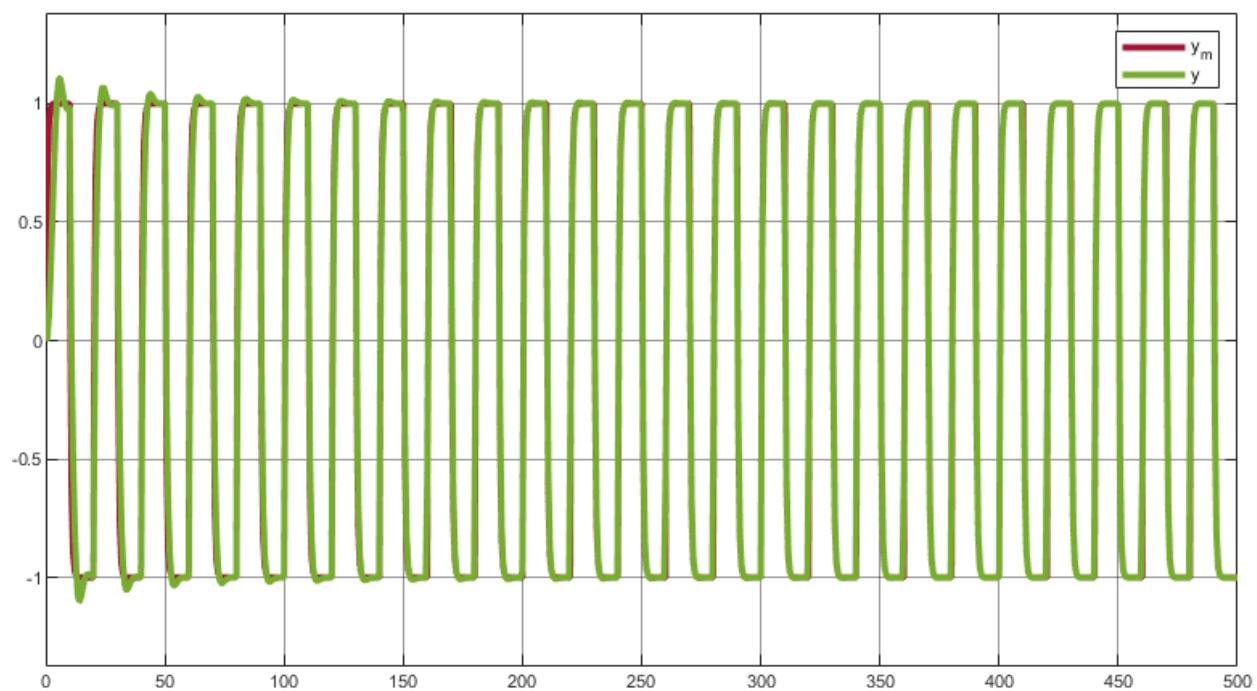
نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای $\gamma = 0.2$



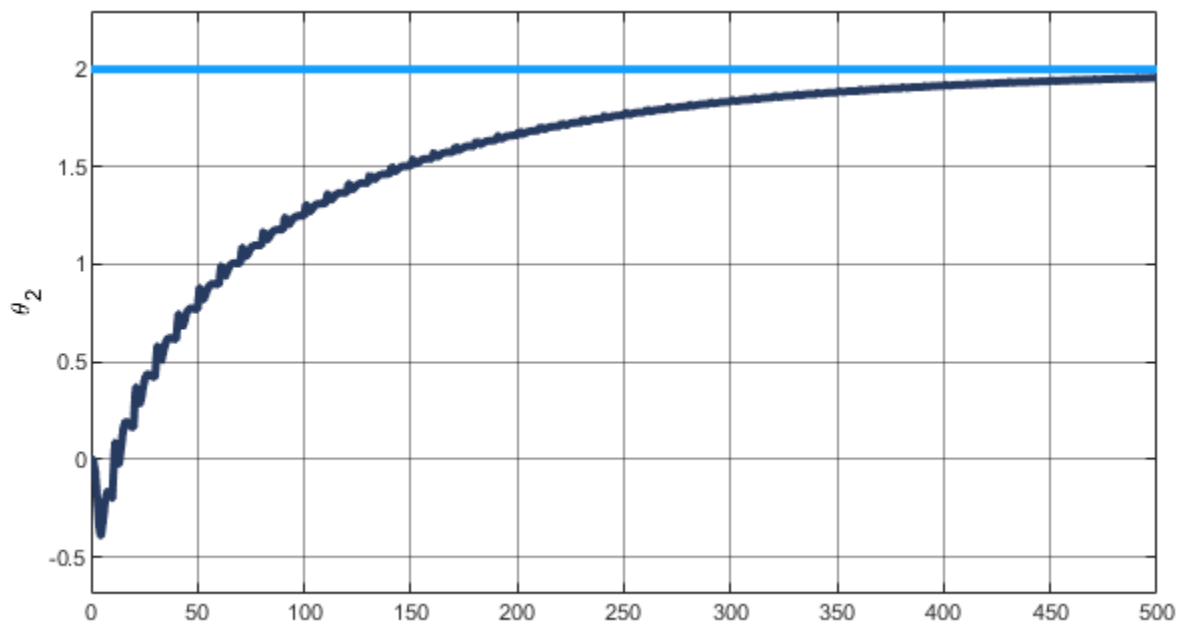
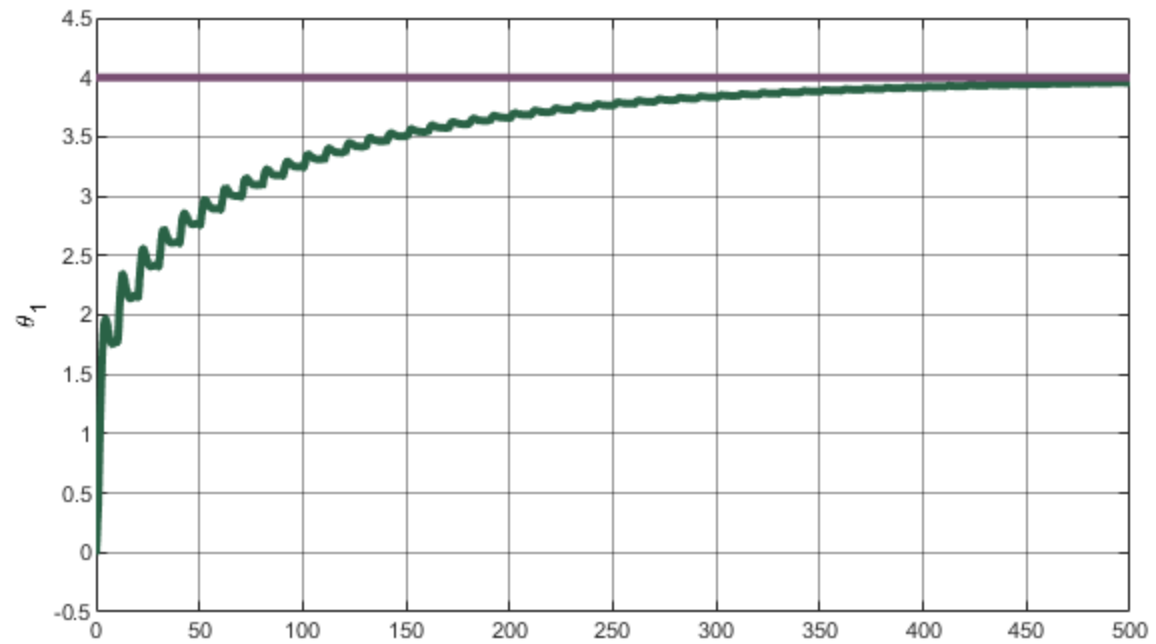
نمودار پارامترهای کنترلر و مقادیر واقعی آن برای $\gamma = 0.2$



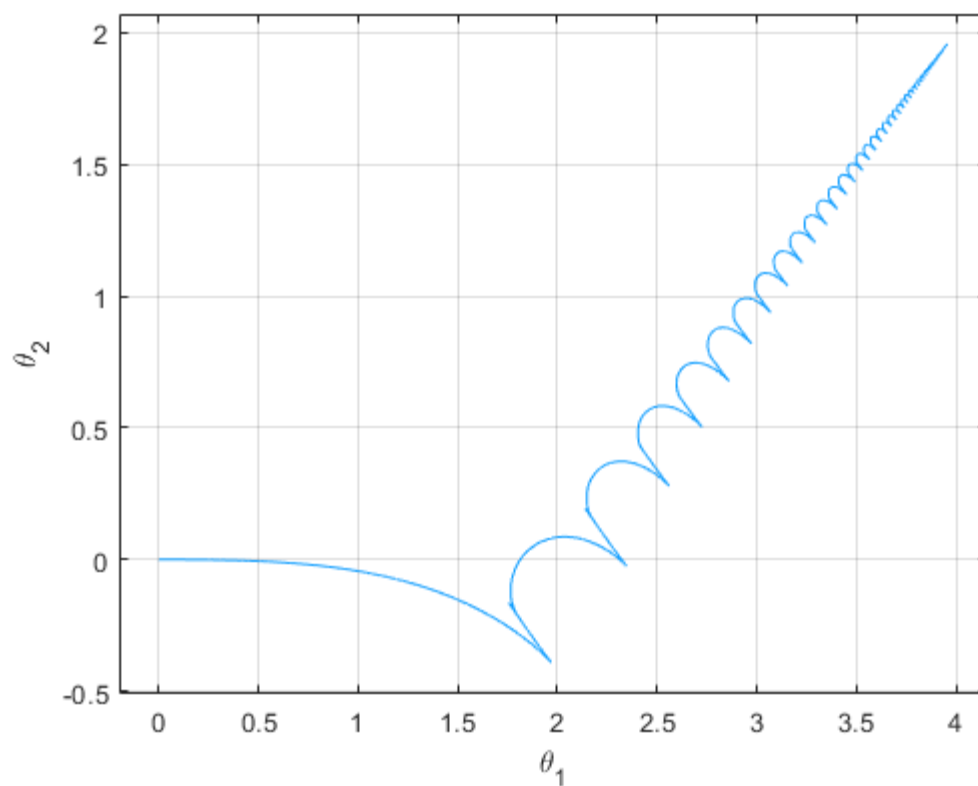
نمودار رابطه بین θ_1 و θ_2 برای $\gamma = 0.2$



نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای $\gamma = 1$

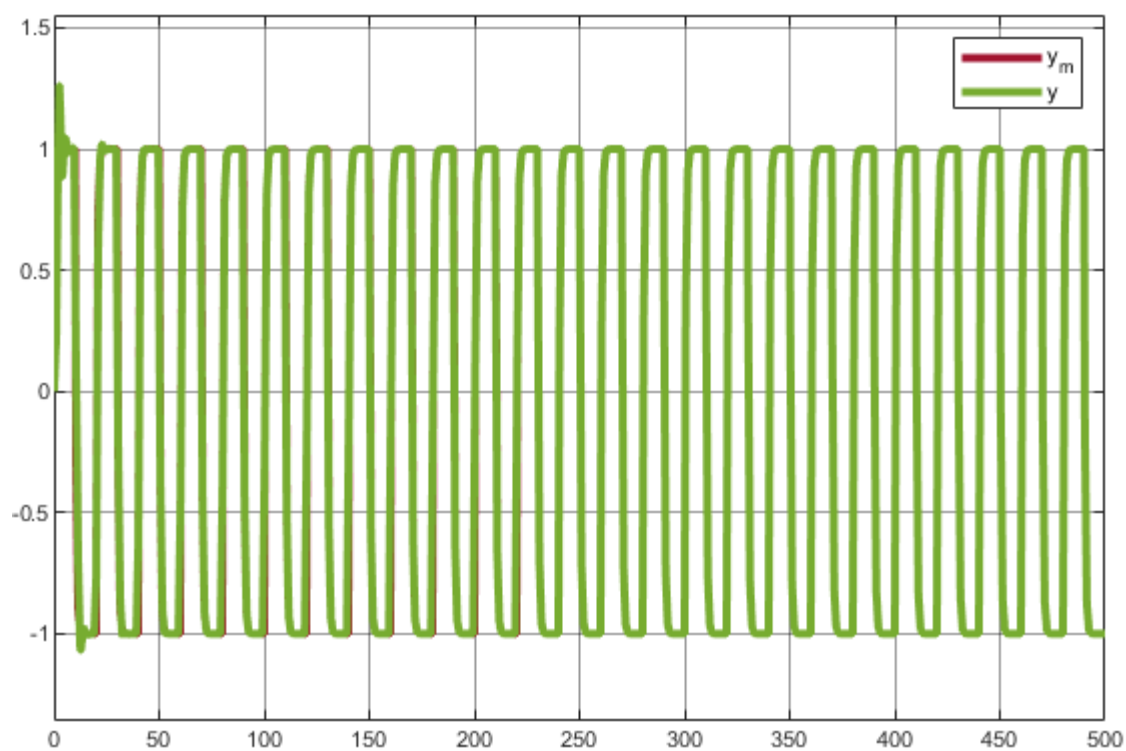


نمودار پارامترهای کنترلر و مقادیر واقعی آن برای $\gamma = 1$

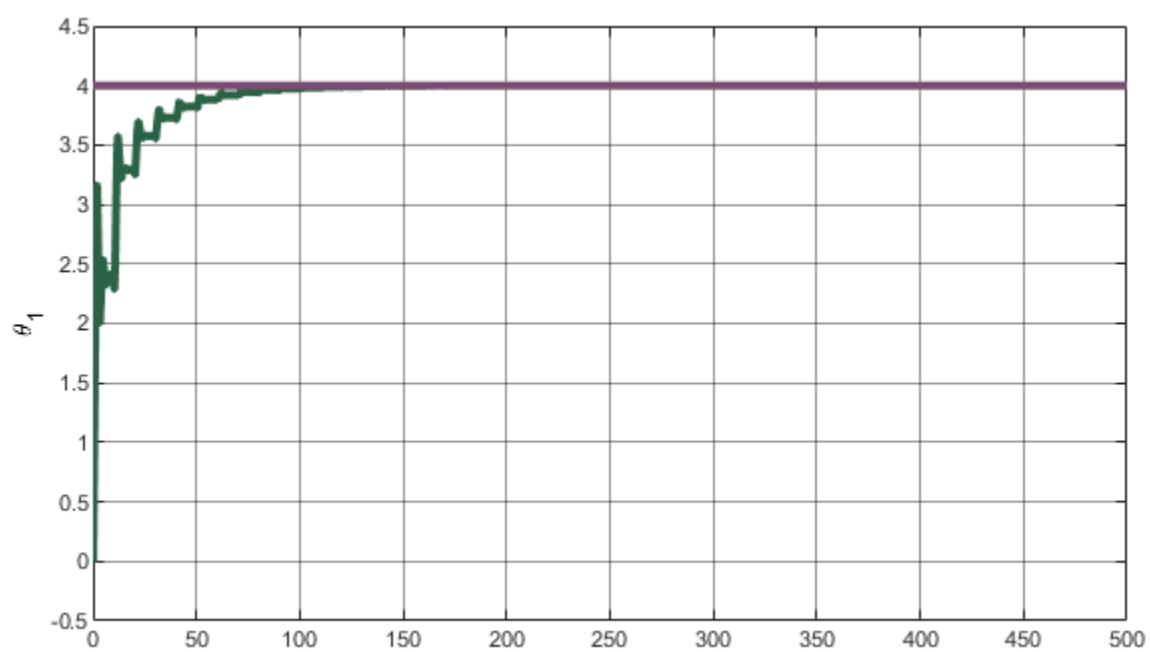
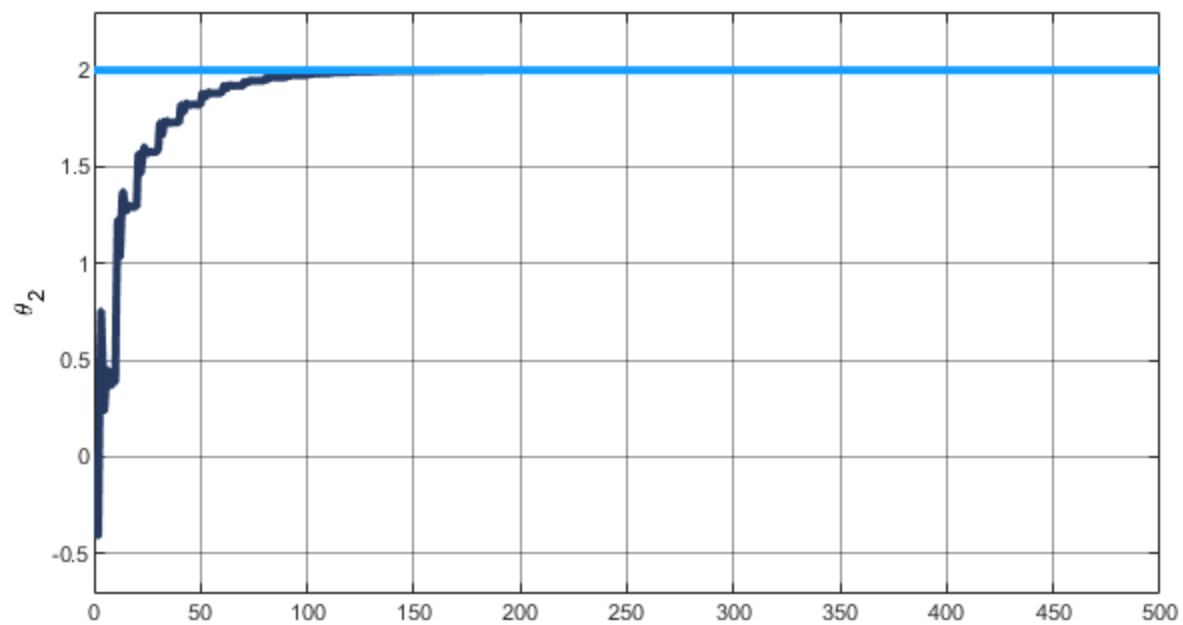


نمودار رابطه بین θ_1 و θ_2 برای $\gamma = 1$

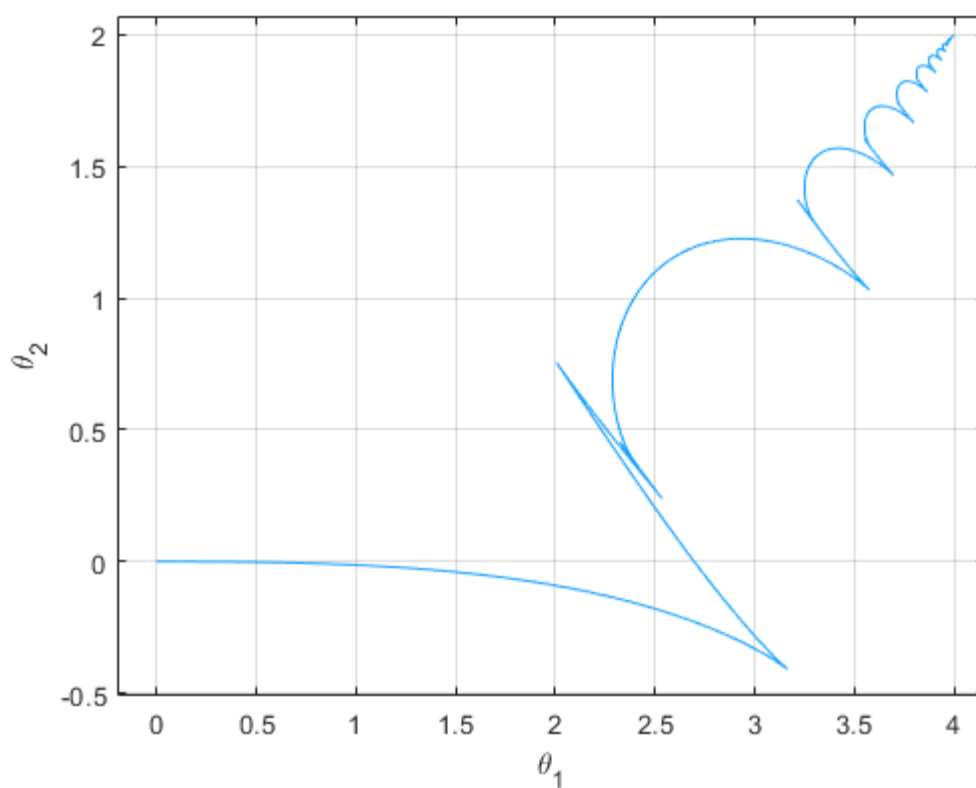
این نمودار برای 500 ثانیه رسم شده که همان طور که مشاهده می شود با بیشتر شدن زمان پارامترهای کنترلی به مقدار واقعی خود همگرا شده است.



نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای $\gamma = 5$



نمودار پارامترهای کنترلر و مقادیر واقعی آن برای $\gamma = 5$



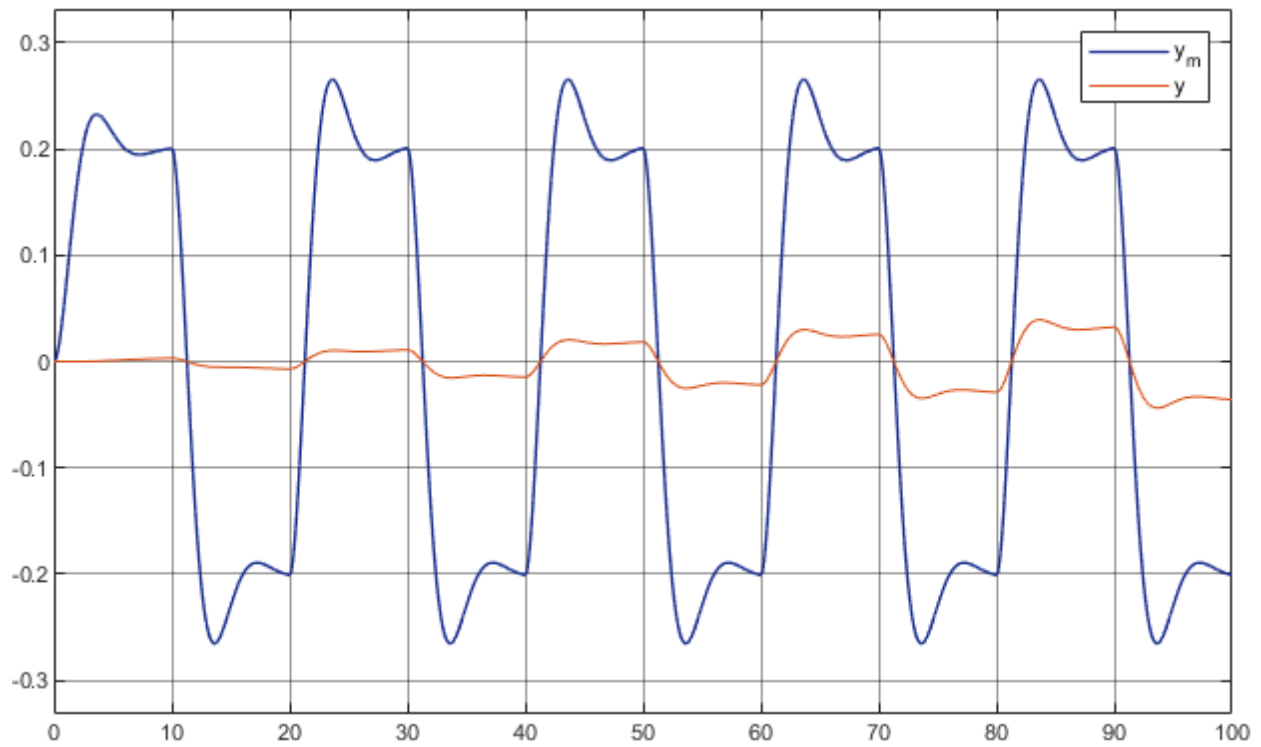
نمودار رابطه بین θ_1 و θ_2 برای $\gamma = 5$

همان طور که از نمودار های بالا متوجه می توان شد ، زیاد شدن مقدار γ باعث شده است که پارامتر های کنترلر به مقدار واقعی خود نزدیک تر بشوند.

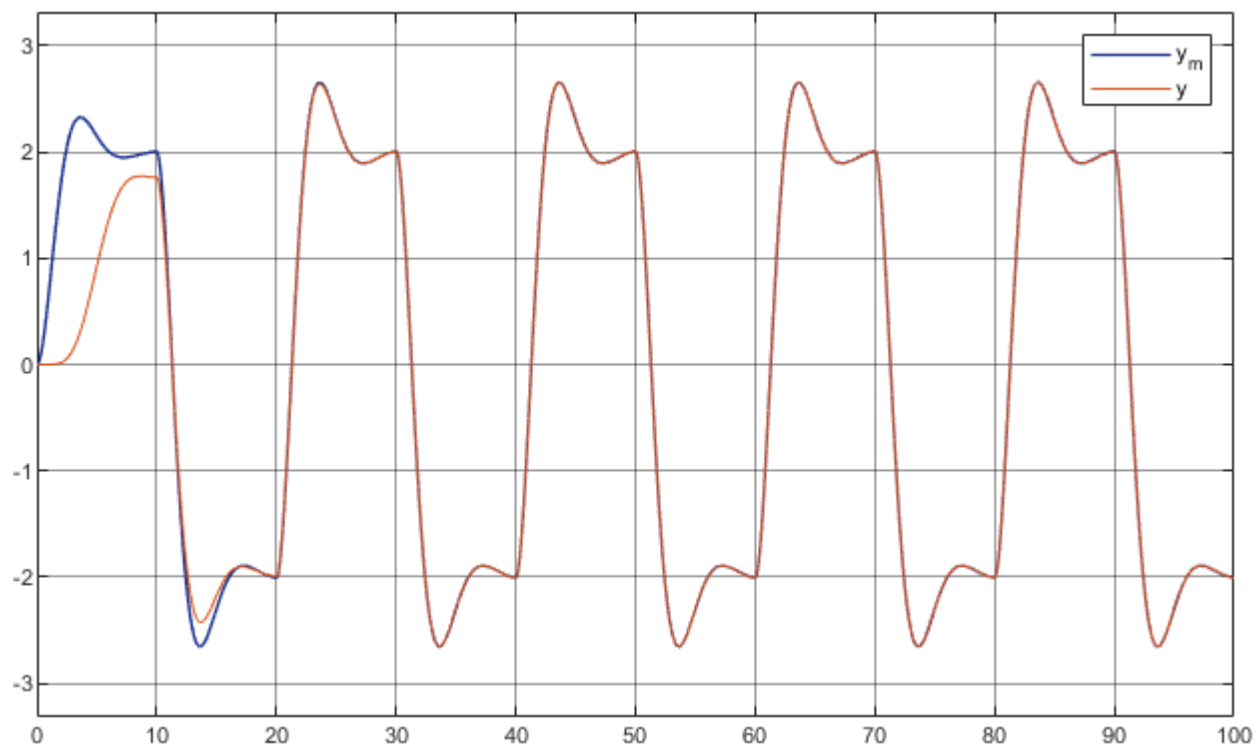
برای مثال بعد تابع تبدیل مطابق زیر است :

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}$$

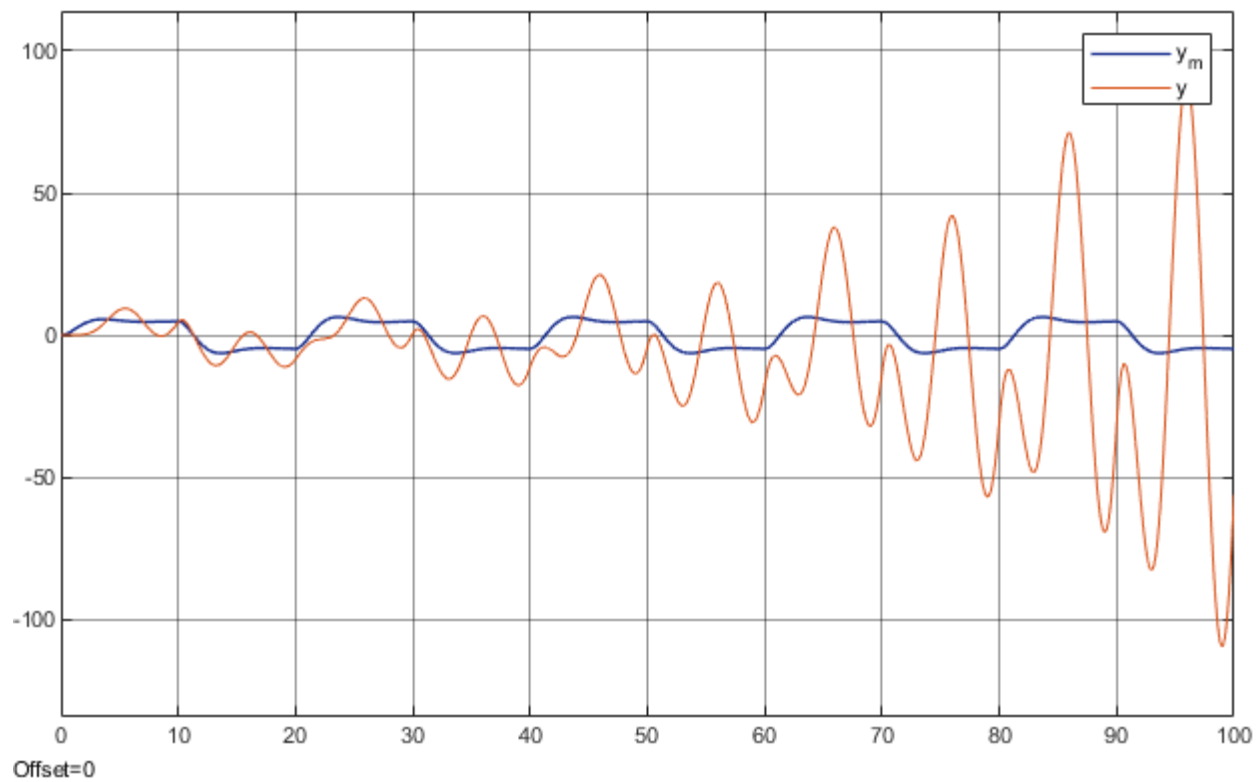
4



نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای دامنه 0.1



نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای دامنه 1



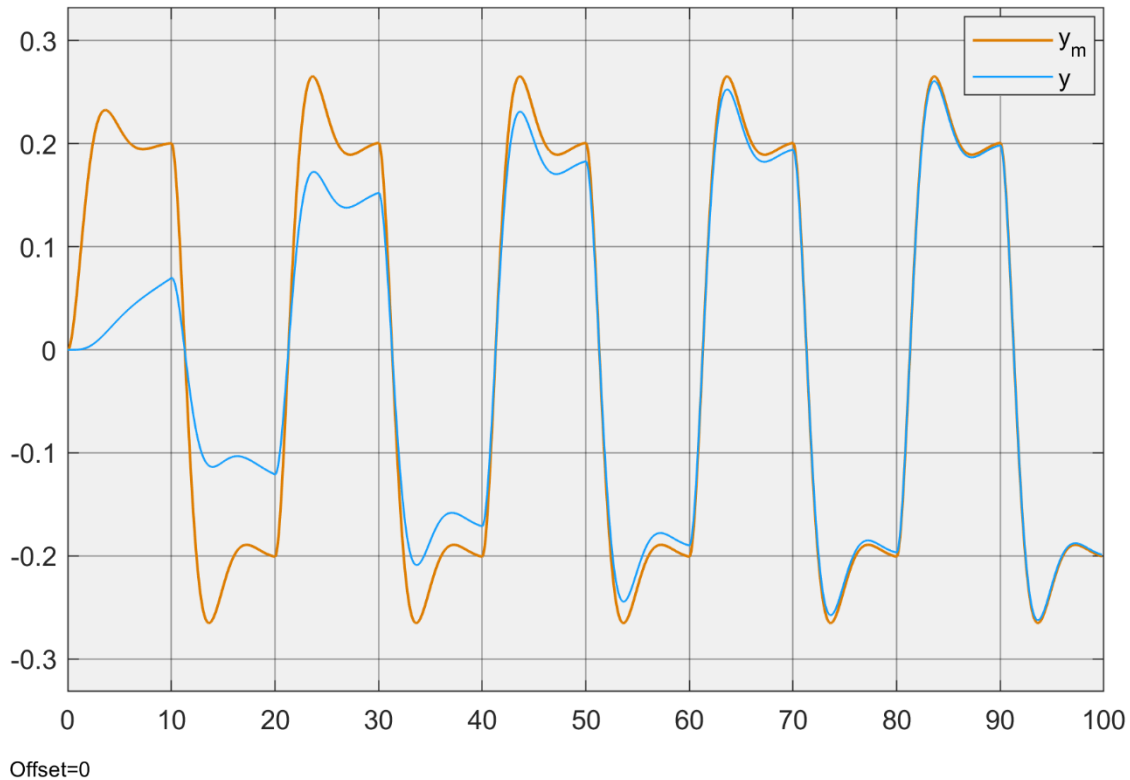
نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای دامنه 2.5

با توجه به توضیحات کتاب برای دامنه بالاتر از 3.16، سیستم ناپایدار می شود که، در شبیه سازی دامنه بالاتر از 2.3، سیستم ناپایدار شده است.

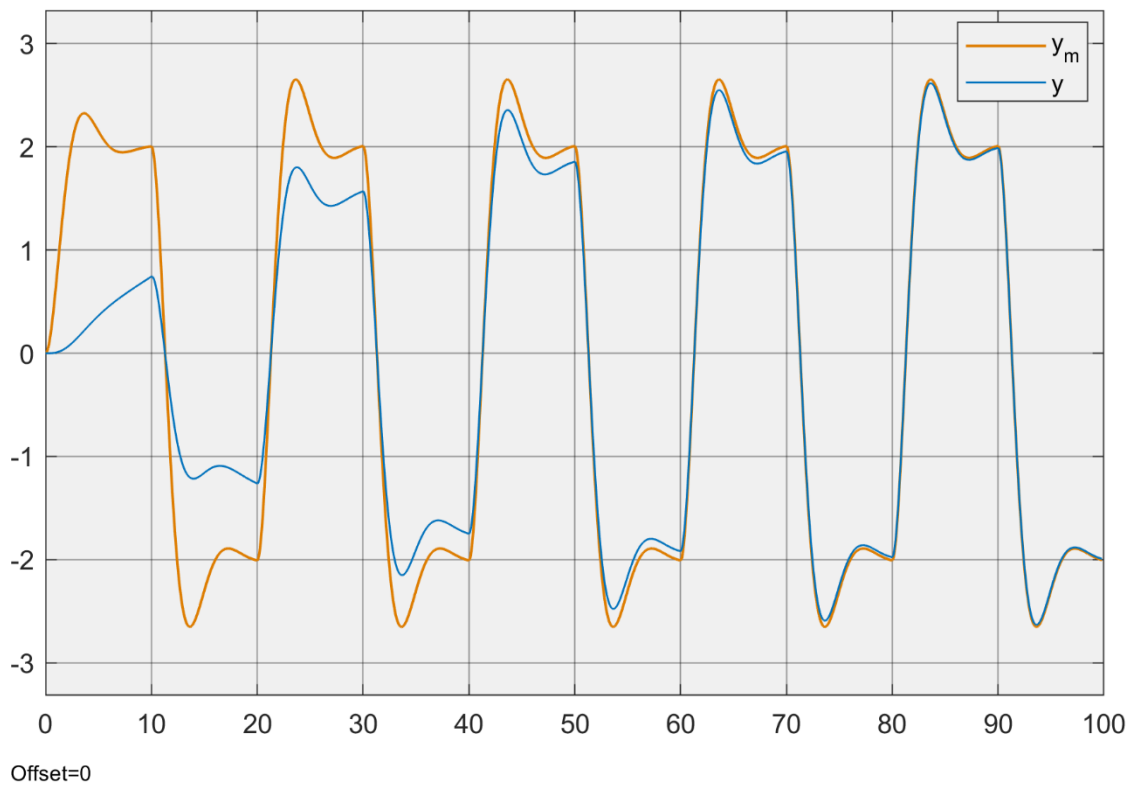
در استفاده از MIT rule به دامنه سیگنال ورودی بستگی داشت . بنابراین در این بخش از الگوریتم normalized MIT rule استفاده کنیم که به دامنه سیگنال وابستگی ندارد.

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\gamma \phi e}{\alpha + \phi^T \phi} \quad 5$$

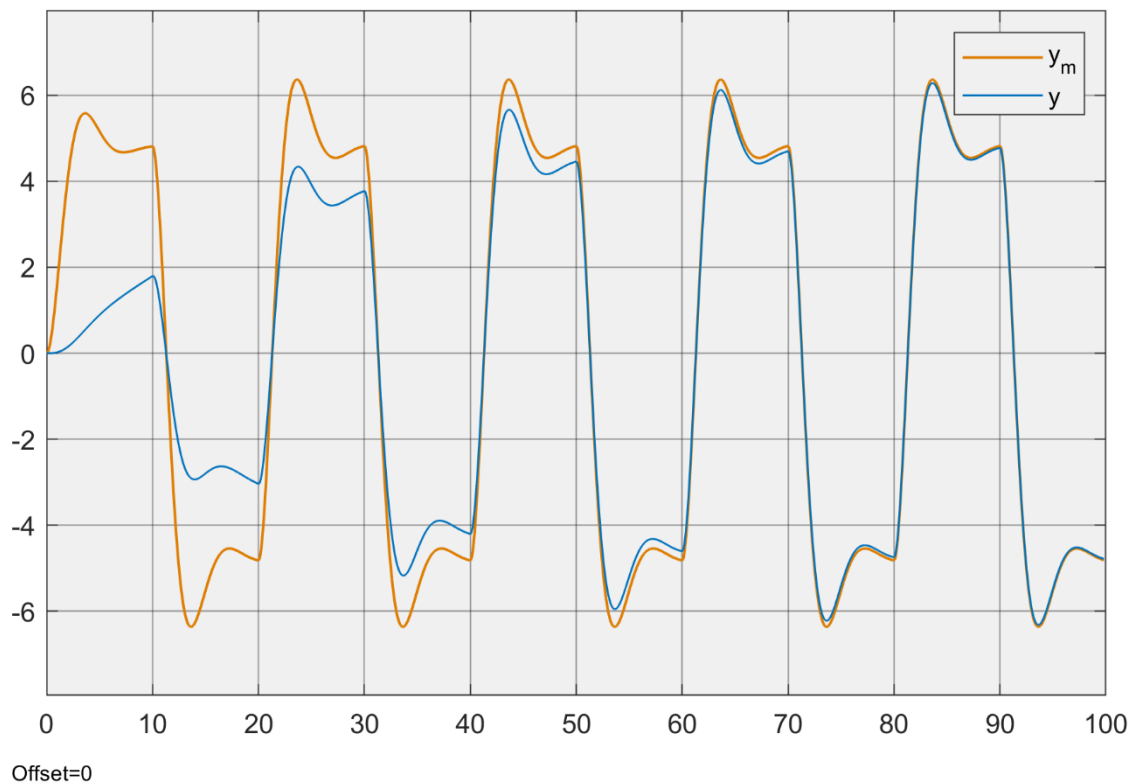
در این فرمول $\alpha = 0.001$ در نظر گرفته شده است.



نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای دامنه 0.1

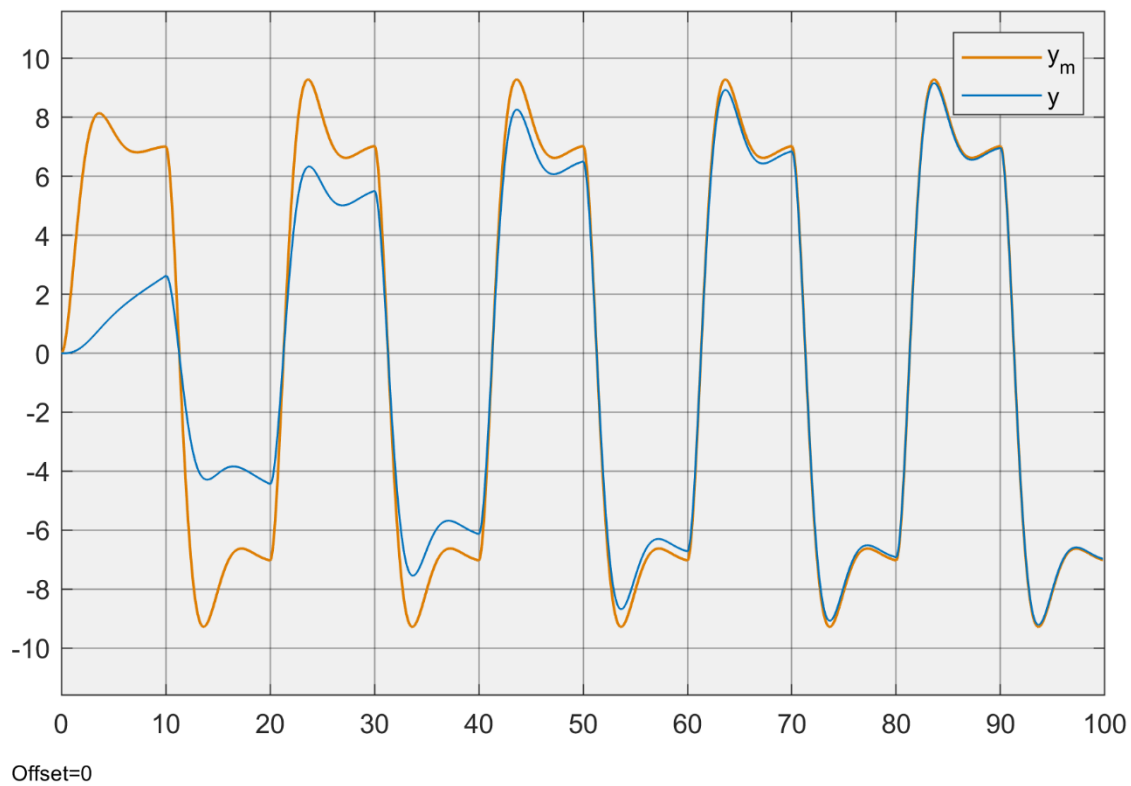


نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای دامنه 1



نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای دامنه 2.5

با توجه به شکل‌ها بالا متوجه می‌شویم که استفاده از الگوریتم normalized MIT rule باعث شده است که در دامنه‌های بالاتر، سیستم پایدار بماند و دامنه‌های وسیعی را این الگوریتم پوشش می‌دهد. برای مثال در پایین دامنه 3.5 که بالا از دامنه 3.16 کتاب تعیین کرده است که بعد از آن در حالت MIT rule، سیستم ناپایدار می‌شد در اینجا مشاهده می‌شود که سیستم همچنان پایدار است.



نمودار خروجی سیستم و خروجی مدل مرجع برای دامنه 3.5