

گزارش کار آزمایشگاه هوش محاسباتی

پاییز ۱۳۹۹

آزمایش هشتم: کنترل کننده به کمک شبکه عصبی

سید محمد صالح میرزا طباطبایی (۹۶۲۳۱۰۵)

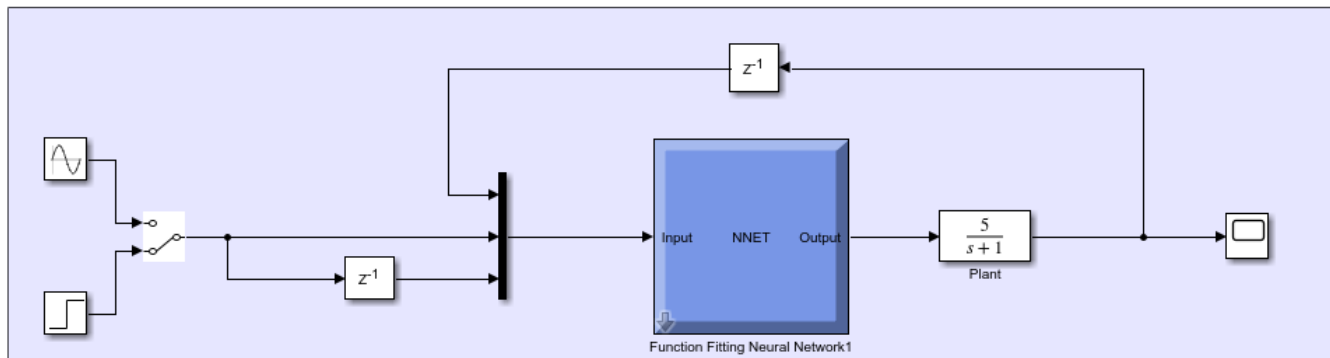
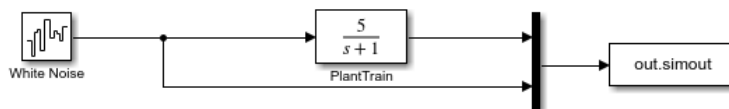
گزارش آزمایش :

در این آزمایش قصد داریم با استفاده از دینامیک معکوس به کنترل یک سیستم ناشناخته پردازیم. فرض کنیم تابع تبدیل سیستم به صورت زیر باشد:

$$G(s) = \frac{5}{s+1}$$

در این صورت مانند آزمایش شماره ۷ با استفاده از شبکه ی عصبی به شناسایی سیستم معکوس می پردازیم و سپس می توانیم خروجی کنترل کننده ی شبکه ی عصبی را به سیستم ناشناخته بدهیم تا خروجی کنترلی به وجود بیاید.

تابع تبدیل plant و سیستم کنترلی عصبی سری با آن در شکل زیر نمایش داده شده است.

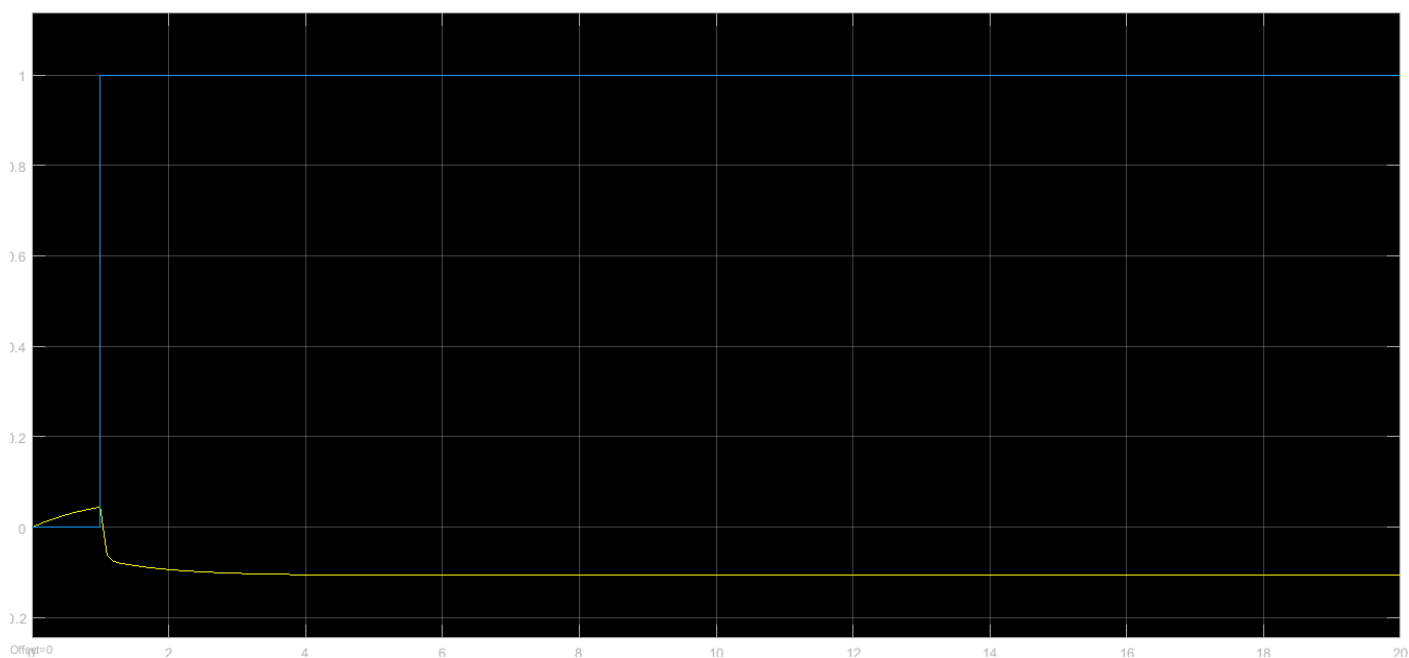


شکل ۱. سیمولینک سیستم کنترل plant به کمک شبکه عصبی - ورودی خروجی plant با تابع تبدیل مشخص

در واقع پس از در اختیار داشتن خروجی تابع تبدیل نسبت به ورودی نویز سفید که طیف مختلفی از فرکانس های مختلف را در بر می گیرد، از این ورودی و خروجی در جهت آموزش شبکه استفاده می کنیم؛ در بخش بالایی شکل ۱ این بخش که با استفاده از simout ورودی خروجی را به command line برده است مشخص است. ما از ۱۰۰۰ ثانیه داده برای آموزش شبکه استفاده کردیم.

آموزش شبکه ی عصبی ما به صورتی می باشد که خروجی سیستم ناشناخته و تاخیر یافته آن و ورودی تاخیر یافته را بگیرد و در نهایت ورودی متناسب با این مقادیر را تولید کند بدین ترتیب ما شبکه ی عصبی کنترلی با دینامیک معکوسی را به وجود آورده ایم که این شبکه ی عصبی ورودی متناسب برای ساخت خروجی plant به شکل دلخواه ما یعنی set point را می دهد.

برای ورودی پله به سیستم مطابق نمودار زیر پاسخ کلی سیستم به دست آمد که همانطور که ملاحظه می شود در نهایت به صورت پله در آمده است.



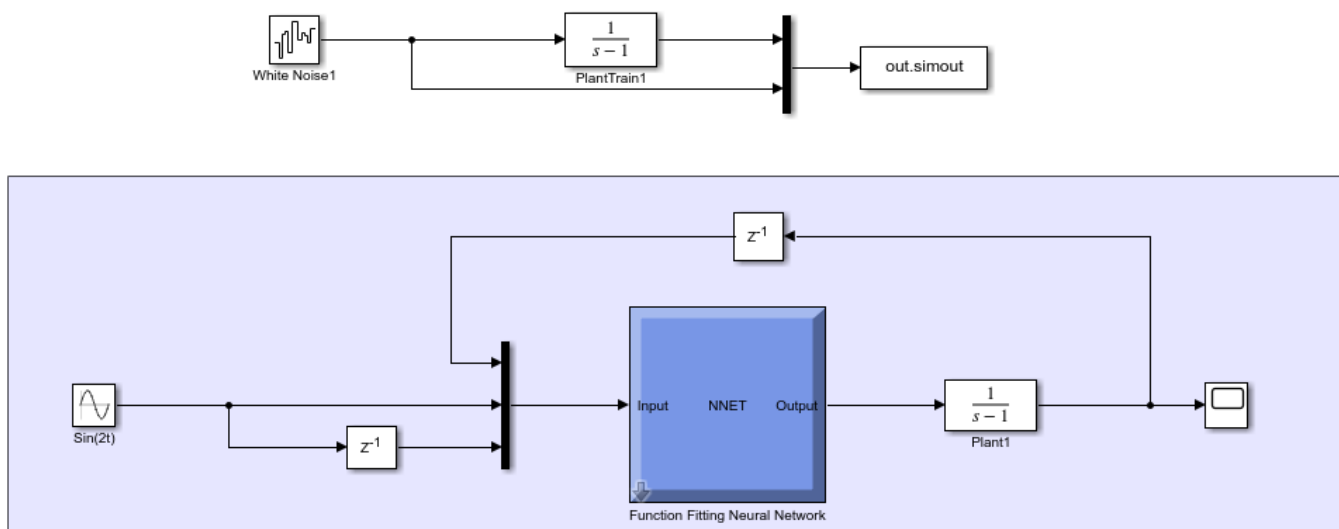
شکل ۲. نمودار ورودی (set point) پله و خروجی plant کنترل شده به کمک شبکه عصبی (شکل ۱)

تمرین شماره ی ۱:

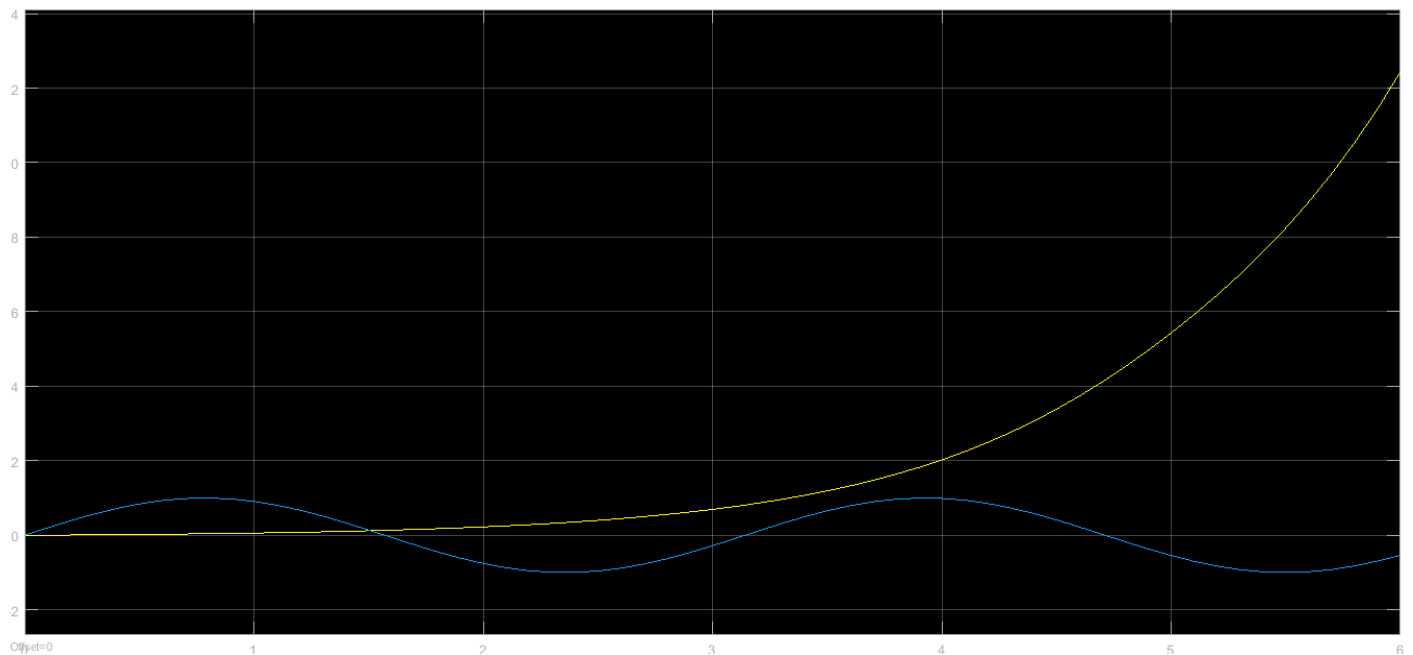
همانند گزارش کار ارائه شده این بار تمامی مراحل جهت آموزش شبکه ی عصبی به عنوان کنترل کننده با استفاده از دینامیک معکوس برای تابع تبدیل سیستمی به شکل زیر انجام شد:

$$G(s) = \frac{5}{s - 1}$$

در شکل ۱ سیمولینک پیاده سازی شده بدین منظور نمایش داده شده است پس از شبیه سازی خروجی سیستم برای مدت زمان ۶ ثانیه مشاهده می شود که خروجی سیستم کلی به ورودی سینوسی به سمت بی نهایت می رود و ناپایدار می شود یعنی کنترل کننده ی ما نتوانسته خروجی را پایدار کند و به صورت سینوسی در آورد.



شکل ۳. سیمولینک کنترل به کمک شبکه عصبی plant با تابع تبدیل تعریف شده در تمرین ۱ - ورودی خروجی plant با تابع تبدیل مشخص



شکل ۴. نمودار ورودی (set point) سینوسی و خروجی plant کنترل شده به کمک شبکه عصبی (شکل ۳)

دلیل این که خروجی به سمت بی نهایت رفت به دلیل وجود قطب یا مقدار ویژه ی مثبت ($1+$) در سیستم می باشد که در مخرج تابع تبدیل مشهود است، و قطب سمت راست سیستم را از حالت پایدار در می آورد پس سیستم با این روش قابل کنترل نیست میتوان از فیدبک حالت استفاده کرد.

تمرین شماره ی ۲ و ۳:

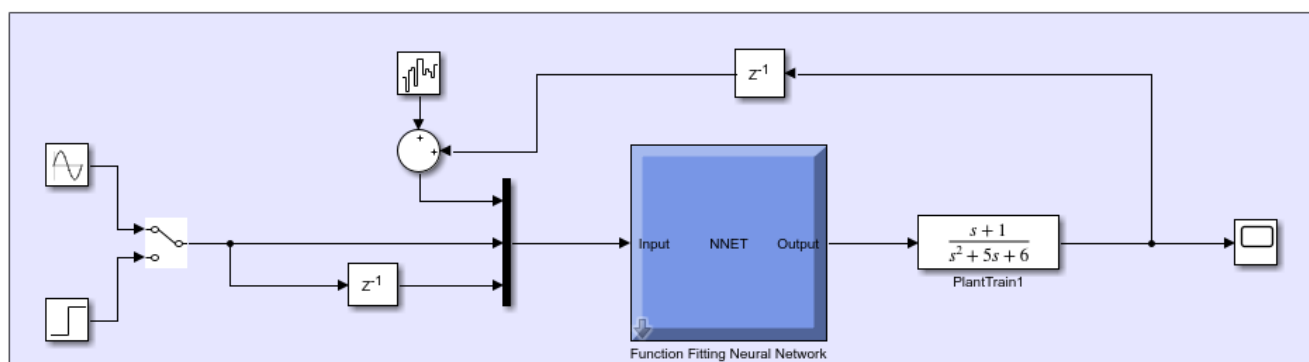
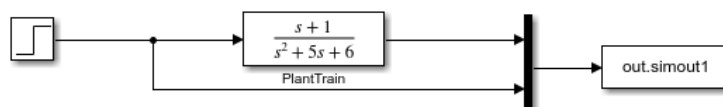
همانند گزارش کار این بار برای تابع تبدیل های G_1 , G_2 شبکه عصبی با روش کنترل معکوس آموزش می دهیم اما این بار با توجه به سوال فقط از داده های ورودی پله و خروجی سیستم به این ورودی برای آموزش شبکه استفاده می کنیم مطابق بخش های بالایی شکل ۵ و ۷.

همچنین مطابق شکل به ورودی شبکه ی عصبی که از خروجی plant می آید نویز سفید اضافه می کنیم تا نتایج را بررسی کنیم.

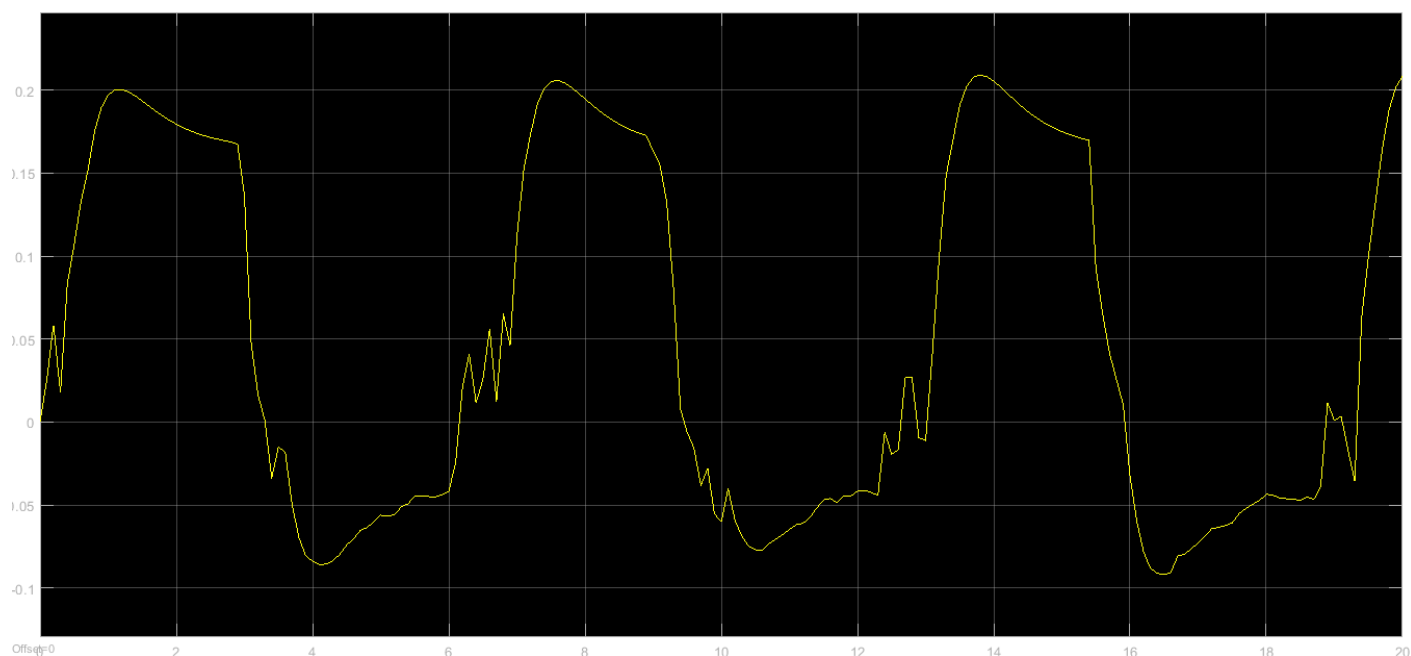
ورودی سیستم کنترلی را در هر دو مورد به صورت سینوسی یا پله تغییر می دهیم تا مدهای مختلف سیستم تحریک شوند. همانطور که در دیاگرام های شکل های ۶ و ۸ ملاحظه می کنید برای مثال در سیستم ۱ خروجی به ورودی سینوسی به صورت سینوسی همراه با نویز در آمد و در سیستم ۲ این نمودار صفر شده است. دلیل این اتفاق را می توان در صفر های سیستم های ۱ و ۲ جست و جو کرد همانطور که سیستم ۱ صفر در $s = -1$ و سیستم ۲ صفر در $s = +1$ دارد در نتیجه به ازای مود های مختلف در صورتی که در مدی که صفر سیستم می باشد قرار داشته باشیم خروجی صفر خواهیم داشت. این تمرین به بررسی صفر های سیستم و نحوه کنترل شبکه عصبی نسبت به صفر تابع تبدیل پرداخته است.

$$G_1(s) = \frac{s + 1}{s^2 + 5s + 6}$$

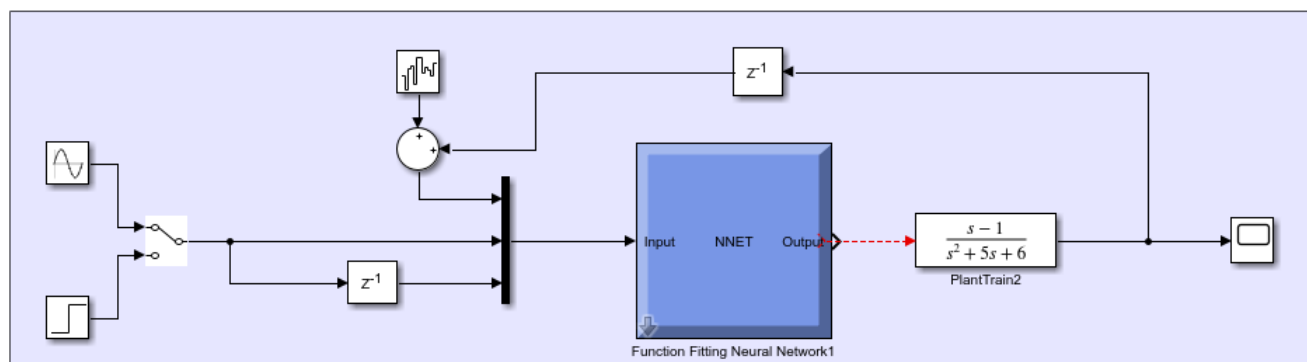
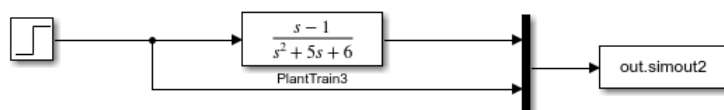
$$G_2(s) = \frac{s - 1}{s^2 + 5s + 6}$$



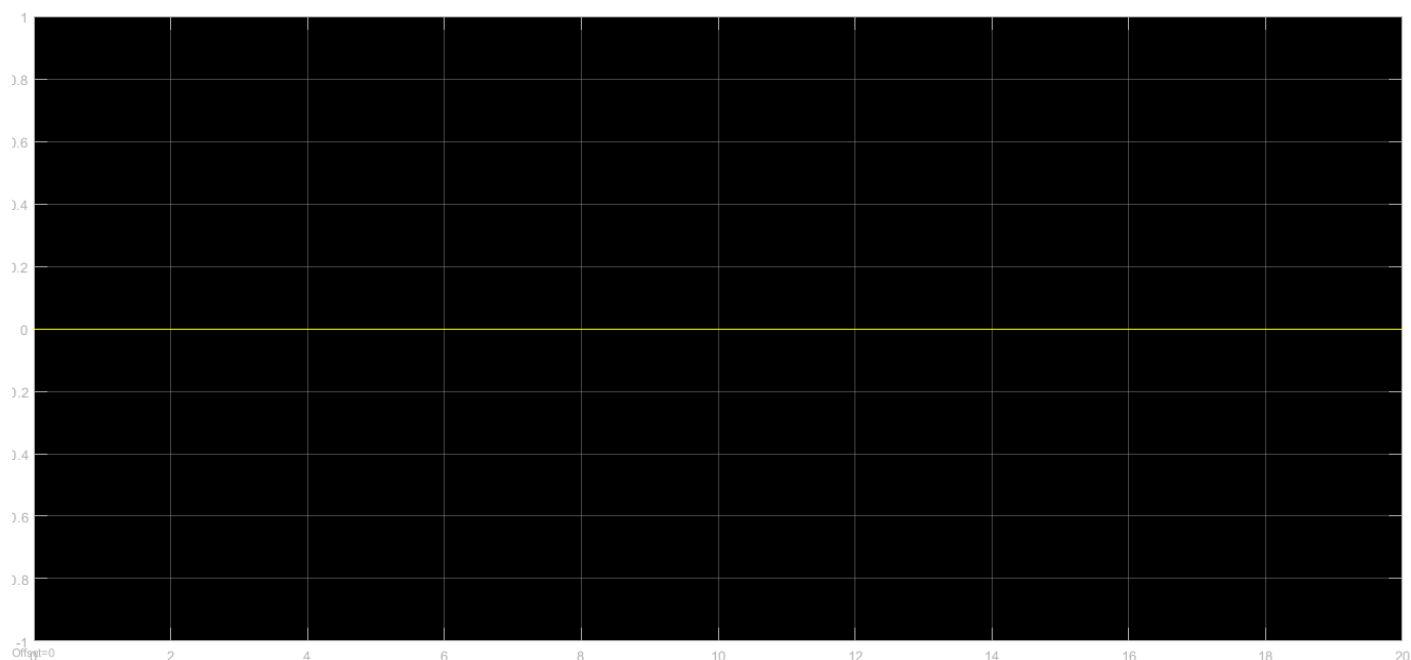
شکل ۵. سیمولینک کنترل به کمک شبکه عصبی plant با تابع تبدیل تعریف شده در تمرین ۲ همراه با نویز



شکل ۶. نمودار خروجی plant کنترل شده به کمک شبکه عصبی به ورودی سینوسی (شکل ۵)



شکل ۷. سیمولینک کنترل به کمک شبکه عصبی plant با تابع تبدیل تعریف شده در تمرین ۲ همراه با نویز



شکل ۸. نمودار خروجی plant کنترل شده به کمک شبکه عصبی به ورودی سینوسی (شکل ۷)

در نهایت تمام سیمولینک ها در پیوست قرار دارند و کدهای متلب جهت ساخت ورودی خروجی شبکه در هر بخش با استفاده از simout نیز قرار داده شده است. برای آموزش شبکه نیز از ابزار Neural network fitting از جعبه ابزار Deep learning استفاده کرده این و تعداد نرون های لایه ی مخفی را برابر ۱۰ در نظر گرفتیم و بقیه تنظیمات به حالت پیشفرض قرار داده شدند.