

## شناسایی سیستم

تمرین سری اول

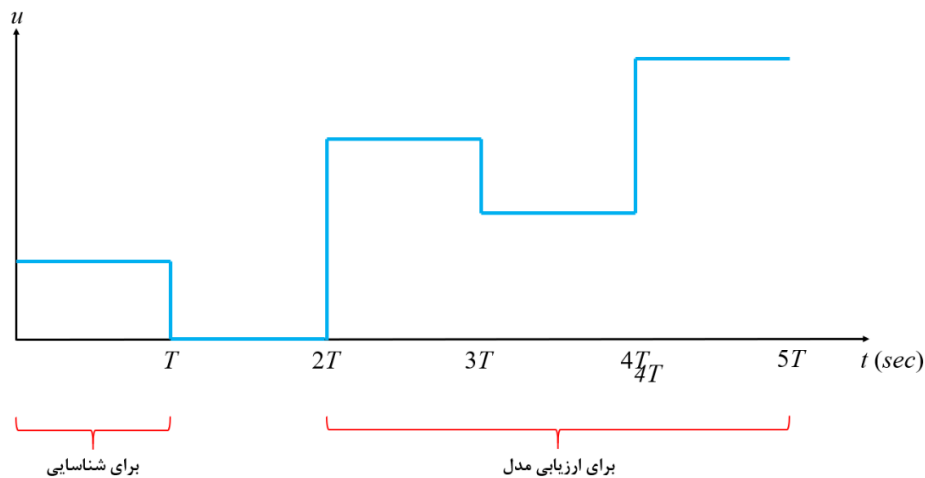
مهلت تحویل: ۱۴۰۲/۰۷/۲۸

استاد درس: دکتر کراری

تدریس‌یار: مهندس لطفی



**سؤال اول)** هدف از این سؤال، شناسایی یک سیستم مرتبه اول با استفاده از پاسخ پله است. بدین منظور برای هر دانشجو، یک مجموعه داده شامل سیگنال ورودی ( $u$ ) و سیگنال خروجی ( $y$ ) اندازه‌گیری از سیستم و همچنین بردار زمان ( $t$ ) آماده شده است. مطابق شکل ۱، سیگنال ورودی اعمال شده به سیستم متشکل از چندین سیگنال پله متوالی با دامنه‌های مختلف بوده که هر کدام شامل ۱۰۰ نمونه زمانی است. اولین سیگنال پله و پاسخ متناظر با آن بایستی برای شناسایی سیستم استفاده شود. دومین سیگنال پله صرفاً جهت آوردن سیستم به شرایط اولیه صفر می‌باشد. سه سیگنال پله نهایی (به همراه خروجی متناظر) نیز بایستی برای ارزیابی مدل به‌دست‌آمده مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۱. نمایی از سیگنال ورودی اعمالی به سیستم (متشکل از چندین سیگنال پله متوالی)

مطلوب است:

**الف)** با استفاده از اولین سیگنال پله اعمال شده به سیستم و پاسخ متناظر با آن، یک مدل تابع تبدیل از مرتبه اول مناسب برای توصیف رفتار دینامیکی این سیستم تعیین کنید.

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

مراحل را به طور کامل در گزارش شرح داده و در برنامه *MATLAB* خود نیز برای هر بخش از برنامه توضیحات لازم به صورت *comment* آورده شود. خروجی برنامه نوشته شده را تابع تبدیل محاسبه شده، مقدار بهره  $K$  و مقدار ثابت زمانی  $\tau$  تعریف کنید که با اجرای برنامه، این نتایج در *Command Window* نمایش داده شوند.

ب) مدل به دست آمده در قسمت (الف) را با استفاده از داده های ورودی و خروجی متناظر با سه سیگنال پله آخر در مجموعه داده (مجموعه داده های ارزیابی) ارزیابی کنید. این ارزیابی بایستی شامل موارد زیر باشد:

- ترسیم خروجی سیستم (واقعی) و خروجی مدل در یک شکل

- محاسبه پارامترهای  $MSE$ ،  $SSE$  و  $R^2$  برای مدل بدست آمده

توجه داشته باشید که این نتایج بایستی به صورت خودکار با اجرای برنامه *MATLAB* مربوط به این قسمت، تولید شوند.

ج) با استفاده از معیار  $R^2$ ، قابل قبول بودن مدل به دست آمده را بررسی کنید.

### راهنمایی:

۱. برای محاسبه پاسخ یک سیستم *LTI* با تابع تبدیل  $G$  به یک ورودی دلخواه  $u$ ، از دستور *lsim* در نرم افزار *MATLAB* استفاده کنید.

۲. برای آشنایی با معیار  $R^2$  جهت ارزیابی یک مدل، به فایل ضمیمه این تمرین مراجعه کنید که با استفاده از لینک زیر قابل دانلود است:

[https://uupload.ir/view/appendixa\\_r2-squared\\_o0xm.pdf/](https://uupload.ir/view/appendixa_r2-squared_o0xm.pdf/)

**سؤال دوم)** هدف از این سؤال، شناسایی یک سیستم مرتبه دوم با استفاده از پاسخ پله است. بدین منظور مطابق سؤال قبلی، برای هر دانشجو یک مجموعه داده شامل سیگنال ورودی ( $u$ ) و سیگنال خروجی ( $y$ ) اندازه گیری از سیستم و همچنین بردار زمان ( $t$ ) آماده شده است. مطابق شکل ۱، سیگنال ورودی اعمال شده به سیستم متشکل از چندین سیگنال پله متوالی با دامنه های مختلف بوده که هر کدام شامل ۱۰۰ نمونه زمانی است. مشابه سؤال اول، در این سؤال نیز اولین سیگنال پله و پاسخ آن بایستی برای شناسایی سیستم

استفاده شود. دومین سیگنال پله صرفاً جهت آوردن سیستم به شرایط اولیه صفر بوده و سه سیگنال پله نهایی نیز بایستی برای ارزیابی مدل به دست آمده استفاده شود. مطلوب است:

**الف)** با استفاده از اولین سیگنال پله اعمال شده به سیستم و پاسخ متناظر با آن در مجموعه داده، یک مدل تابع تبدیل از مرتبه دوم به فرم زیر تعیین کنید.

$$G(s) = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\eta\omega_n s + \omega_n^2}$$

مراحل را به طور کامل در فایل گزارش شرح داده و در برنامه *MATLAB* خود نیز برای هر بخش از برنامه توضیحات لازم به صورت *comment* آورده شود. خروجی برنامه نوشته شده را تابع تبدیل محاسبه شده و مقدار پارامترهای  $K$ ،  $\eta$ ،  $\omega_n$  و درصد فراجش تعریف کنید که با اجرای برنامه، این نتایج در *Command Window* نمایش داده شوند.

**ب)** مدل بدست آمده در قسمت (الف) را با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی متناظر با سه سیگنال پله آخر در مجموعه داده (مجموعه داده‌های ارزیابی) ارزیابی کنید. این ارزیابی بایستی شامل موارد زیر باشد:

- ترسیم خروجی سیستم (واقعی) و خروجی مدل در یک شکل

- محاسبه پارامترهای  $MSE$ ،  $SSE$  و  $R^2$  برای مدل بدست آمده

توجه داشته باشید که این نتایج بایستی به صورت خودکار با اجرای برنامه *MATLAB* مربوط به این قسمت، تولید شوند.

**ج)** با استفاده از معیار  $R^2$ ، قابل قبول بودن مدل به دست آمده را بررسی کنید.

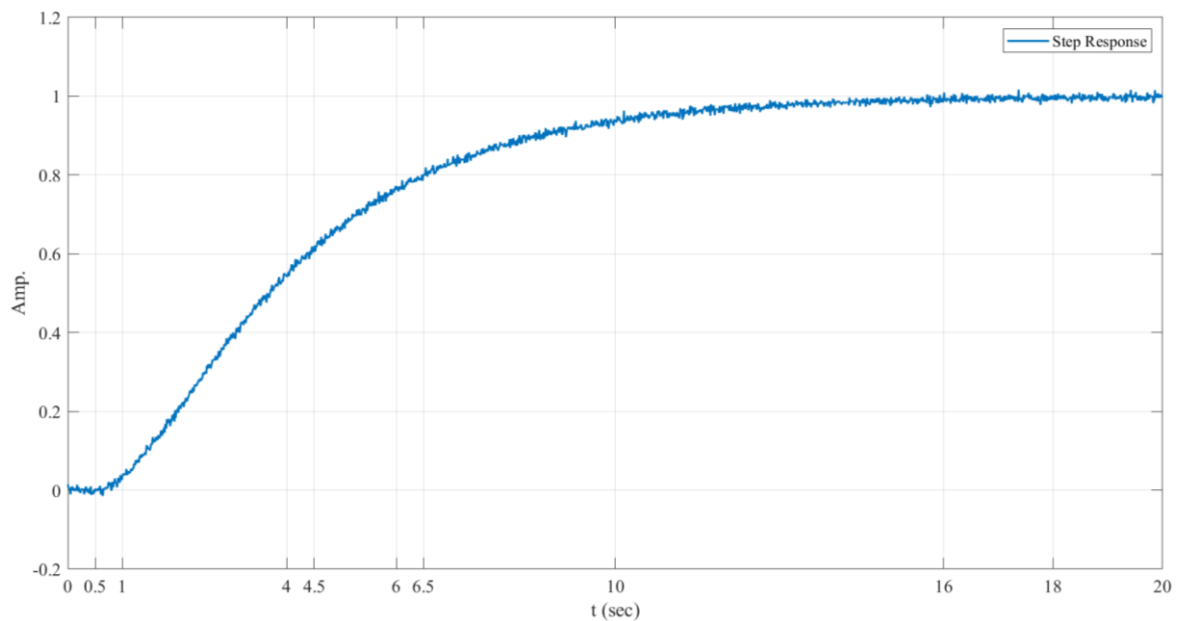
**سؤال سوم)** پاسخ پله (واحد) اندازه گیری شده از یک سیستم دینامیکی در حضور نویز مطابق شکل ۲ است. مطلوب است:

**الف)** یک مدل مرتبه اول برای توصیف رفتار این سیستم بدست آورید.

**ب)** یک مدل مرتبه دوم برای توصیف رفتار این سیستم بدست آورید.

**توجه:** در صورت نیاز به داده‌های خروجی این سیستم، به لینک زیر مراجعه کنید:

[https://uupload.ir/view/data\\_question3\\_m7kf.rar/](https://uupload.ir/view/data_question3_m7kf.rar/)

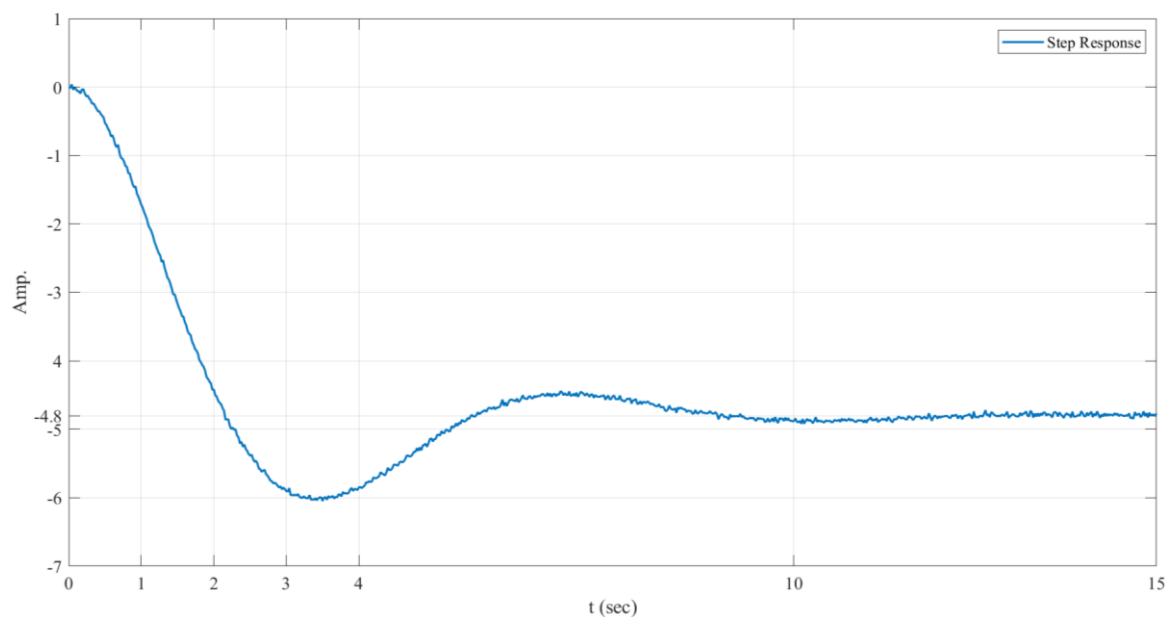


شکل ۲. پاسخ پله واحد سیستم برای سؤال سوم

سؤال چهارم) پاسخ پله (واحد) اندازه‌گیری شده از یک سیستم دینامیکی در حضور نویز مطابق شکل ۳ است. یک مدل دینامیکی مرتبه دوم برای تقریب رفتار این سیستم بدست آورید.

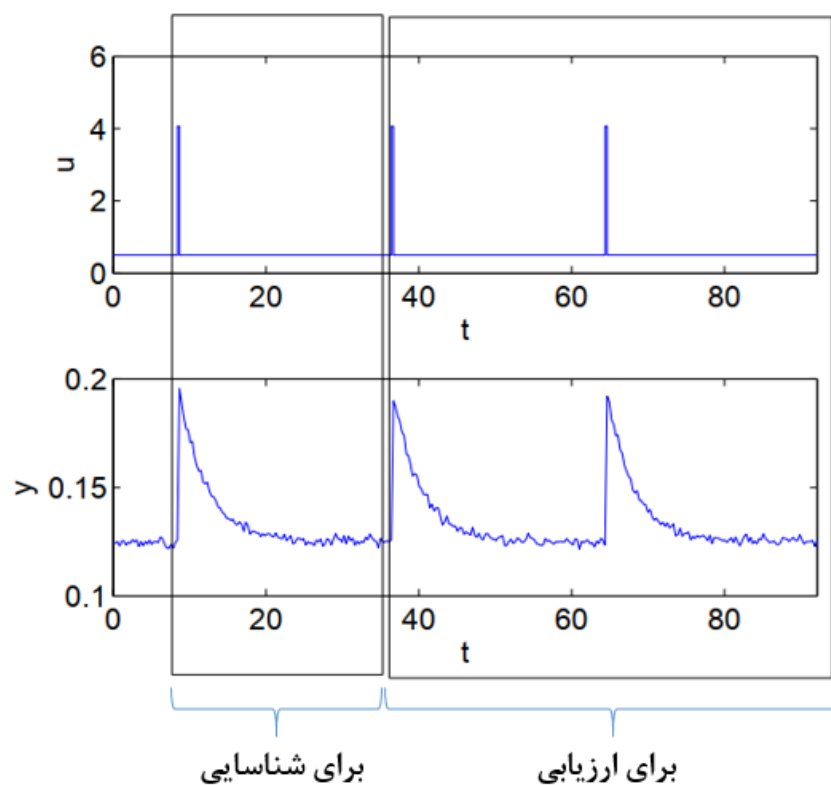
**توجه:** در صورت نیاز به داده‌های خروجی این سیستم، به لینک زیر مراجعه کنید:

[https://uupload.ir/view/data\\_question4\\_ufcn.rar/](https://uupload.ir/view/data_question4_ufcn.rar/)



شکل ۳. پاسخ پله واحد سیستم سؤال چهارم

**سؤال پنجم)** هدف از این سؤال، شناسایی یک سیستم مرتبه اول با استفاده از پاسخ ضربه است. بدین منظور برای هر دانشجو، یک مجموعه داده شامل سیگنال ورودی ( $u$ ) و سیگنال خروجی ( $y$ ) اندازه‌گیری از سیستم و همچنین بردار زمان ( $t$ ) آماده شده است. مطابق شکل ۴، سیگنال ورودی اعمال شده به سیستم متشکل از سه سیگنال ضربه متوالی بوده که هر کدام شامل ۱۰۰ نمونه زمانی است (در ۳۰ گام زمانی اول، سیستم در شرایط حالت ماندگار است و در گام زمانی ۳۱م یک ورودی ضربه اعمال می‌شود و ورودی مجدد به شرایط حالت ماندگار سیستم برمی‌گردد). مطابق شکل ۴، اولین سیگنال ضربه و پاسخ متناظر آن بایستی برای شناسایی و سیگنال‌های ضربه دوم و سوم و پاسخ‌های متناظر برای ارزیابی استفاده شوند. توجه داشته باشید که شرایط اولیه صفر نیستند.



شکل ۴. نمایی از سیگنال ورودی اعمالی به سیستم (متشکل از سه سیگنال ضربه متوالی)

مطلوب است:

**الف)** با استفاده از اولین سیگنال ضربه اعمال شده به سیستم و پاسخ متناظر با آن، یک مدل تابع تبدیل از مرتبه اول مناسب برای توصیف رفتار دینامیکی این سیستم تعیین کنید:

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

مراحل را به طور کامل در فایل گزارش شرح داده و در برنامه *MATLAB* خود نیز برای هر بخش از برنامه توضیحات لازم به صورت *comment* آورده شود. خروجی برنامه نوشته شده را تابع تبدیل محاسبه شده، مقدار بهره  $K$  و مقدار ثابت زمانی  $\tau$  تعریف کنید که با اجرای برنامه، این نتایج در *Command Window* نمایش داده شوند.

ب) مدل به دست آمده در قسمت (الف) را با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی متناظر با دو سیگنال ضربه آخر در مجموعه داده (داده‌های ارزیابی) ارزیابی کنید. این ارزیابی بایستی شامل موارد زیر باشد:

- ترسیم خروجی سیستم (واقعی) و خروجی مدل در یک شکل

- محاسبه پارامترهای  $MSE$ ،  $SSE$  و  $R^2$  برای مدل بدست آمده

توجه داشته باشید که این نتایج بایستی به صورت خودکار با اجرای برنامه *MATLAB* مربوط به این قسمت، تولید شوند.

**سؤال ششم)** هدف از این سؤال، شناسایی یک سیستم مرتبه دوم با استفاده از پاسخ ضربه است. بدین منظور مطابق سؤال قبلی، برای هر دانشجو یک مجموعه داده شامل سیگنال ورودی ( $u$ ) و سیگنال خروجی ( $y$ ) اندازه‌گیری از سیستم و همچنین بردار زمان ( $t$ ) آماده شده است. مطابق شکل ۴، سیگنال ورودی اعمال شده به سیستم متشکل از سه سیگنال ضربه متوالی است که هر کدام شامل ۱۰۰ نمونه زمانی است (در ۳۰ گام زمانی اول، سیستم در شرایط حالت ماندگار است و در گام زمانی ۳۱م یک ورودی ضربه اعمال می‌شود و ورودی مجدد به شرایط حالت ماندگار سیستم برمی‌گردد). مطابق شکل ۴، اولین سیگنال ضربه و پاسخ متناظر آن بایستی برای شناسایی و سیگنال‌های ضربه دوم و سوم و پاسخ‌های متناظر برای ارزیابی استفاده شوند. توجه داشته باشید که شرایط اولیه صفر نیستند. مطلوب است:

**الف)** با استفاده از اولین سیگنال ضربه اعمال شده به سیستم و پاسخ متناظر با آن، یک مدل تابع تبدیل از مرتبه دوم برای توصیف رفتار دینامیکی این سیستم تعیین کنید:

$$G(s) = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\eta\omega_n s + \omega_n^2}$$

مراحل را به طور کامل در گزارش خود شرح داده و در برنامه *MATLAB* خود نیز برای هر بخش از برنامه

توضیحات لازم به صورت *comment* آورده شود. خروجی برنامه نوشته شده را تابع تبدیل محاسبه شده و مقدار پارامترهای  $K$ ،  $\eta$ ،  $\omega_n$  و درصد فراجش تعریف کنید که با اجرای برنامه، این نتایج در *Command Window* نمایش داده شوند.

(ب) مدل بدست آمده در قسمت (الف) را با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی متناظر با دو سیگنال ضربه آخر در مجموعه داده (مجموعه داده‌های ارزیابی) ارزیابی کنید. این ارزیابی بایستی شامل موارد زیر باشد:

- ترسیم خروجی سیستم (واقعی) و خروجی مدل در یک شکل

- محاسبه پارامترهای  $SSE$ ،  $MSE$  و  $R^2$  برای مدل بدست آمده

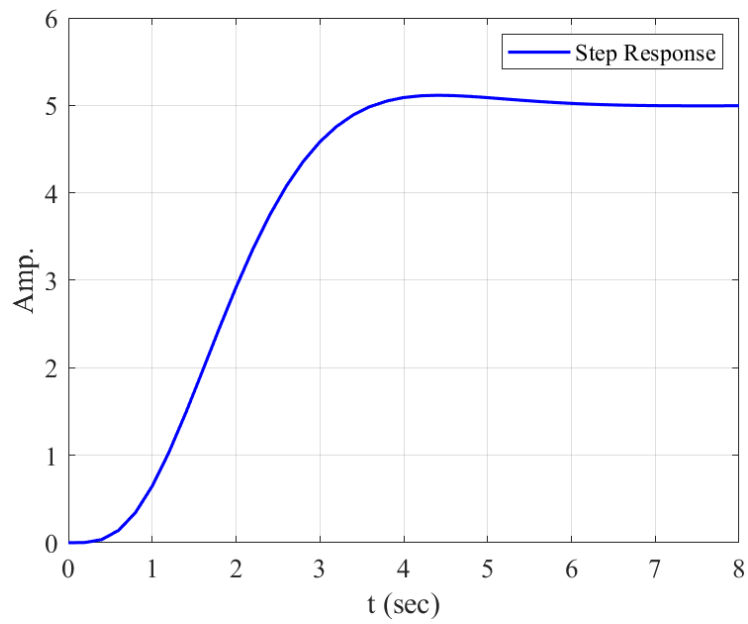
توجه داشته باشید که این نتایج بایستی به صورت خودکار با اجرای برنامه *MATLAB* مربوط به این قسمت، تولید شوند.

(ج) با استفاده از معیار  $R^2$ ، قابل قبول بودن مدل به دست آمده را بررسی کنید.

**سؤال هفتم)** به یک سیستم دینامیکی *LTI* مفروضی، یک سیگنال پله با دامنه واحد اعمال شده و مقادیر خروجی با زمان نمونه برداری ۰٫۲ ثانیه ثبت و جمع آوری شده است که در جدول ۱ نیز آورده شده است و در شکل ۵ نیز ترسیم شده است. به روش پرونی، یک مدل مناسب برای توصیف رفتار دینامیکی این سیستم تعیین کنید. در مورد مرتبه/درجه مناسب سیستم کاملاً بحث کنید.

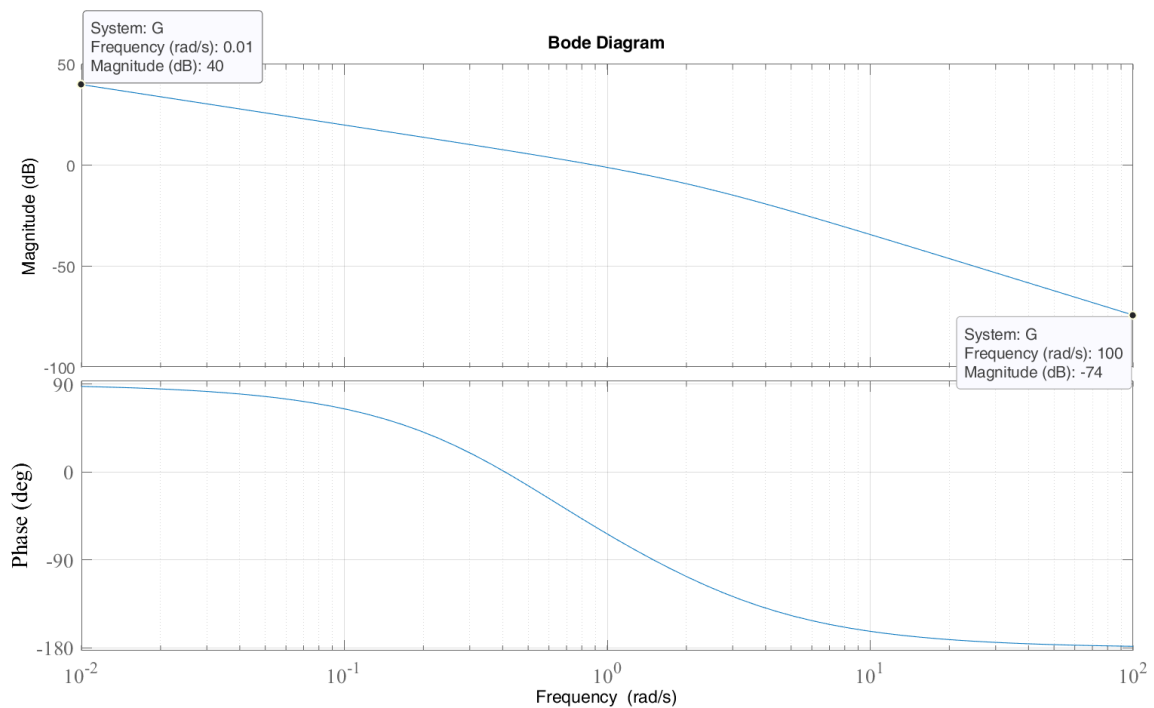
جدول ۱. داده‌های اندازه‌گیری شده از پاسخ پله (واحد) یک سیستم دینامیک مفروض (سؤال هفتم)

$t(sec)$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
$y$	0	0.003	0.0369	0.1424	0.3448	0.6470	1.0347
$t(sec)$	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
$y$	1.4832	1.9644	2.4512	1.9205	3.3550	3.7429	4.0776
$t(sec)$	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
$y$	4.3572	4.5833	4.7597	4.8922	4.9870	5.0506	5.0895
$t(sec)$	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4
$y$	5.1094	5.1153	5.1116	5.1017	5.0883	5.0735	5.0588
$t(sec)$	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8
$y$	5.0450	5.0328	5.0225	5.0141	5.0075	5.0026	4.9992
$t(sec)$	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	
$y$	4.9969	4.9956	4.9950	4.9949	4.9952	4.9957	



شکل ۵. پاسخ پله واحد یک سیستم دینامیکی (سؤال هفتم)

سؤال هشتم) در شکل ۶، نمودار بود یک سیستم دینامیکی ترسیم شده است. مدل تابع تبدیل تقریبی این سیستم را بدست آورید.



شکل ۶. دیاگرام بود متناظر با یک سیستم دینامیکی (سؤال هشتم)



## توجه:

۱. جهت دریافت مجموعه داده‌های شناسایی خود برای سؤالات "اول - دوم - پنجم - ششم" یک ایمیل خالی با عنوان زیر

"تمرین سری اول - نام و نام خانوادگی - شماره دانشجویی"

به آدرس ایمیل [ee.m.lotfi@gmail.com](mailto:ee.m.lotfi@gmail.com) ارسال نمایید. توجه داشته باشید که این مجموعه داده‌ها در فرمت iddata بوده و با دستورات زیر می‌توانید داده‌های ورودی (u) و داده‌های خروجی (y) را فراخوانی کنید:

data مجموعه داده:

y=data.y

u=data.u

۲. گزارش تایپ شده (با فرمت *PDF* و *WORD*) به همراه کدها و فایل‌های شبیه‌سازی خود را تا روز جمعه مورخ ۲۸ مهرماه ۱۴۰۲ (تا ساعت ۲۴:۰۰) به آدرس ایمیل [ee.m.lotfi@gmail.com](mailto:ee.m.lotfi@gmail.com) ارسال نمایید.