

زمان تحویل: ۹۹/۱/۱۲

به نام خالق یکتا



نوروز مبارک

## مکاترونیک II

تمرین شماره ۱

واحد علوم و تحقیقات تهران  
گروه کامپیوتر- مکاترونیک  
نیمسال دوم ۹۹-۱۳۹۸  
مدرس: فائزه فریور

لطفاً پاسخ تمرین را به آدرس [mecha2.srbiau@gmail.com](mailto:mecha2.srbiau@gmail.com) ارسال نمایید و تا اعلام نمرات نهایی درس، فایل خود را پاک نکنید!

۱- برای تعیین قدرت حالت دائمی خروجی یک ژنراتور برحسب تابعی از دبی سوخت ورودی، آزمایش زیر انجام شده است و داده‌های زیر بدست آمده است:

9	8.4	7.7	6.5	5.8	4.9	4	2.9	2.3	1	U	دبی سوخت ورودی
16.8	15.8	14.3	12.13	10.8	9.1	7.5	5.4	4.4	2	Y	توان تولیدی خروجی

با استفاده از روش LS و پیاده‌سازی در نرم‌افزار MATLAB،

الف) بهترین مدل خطی  $Y = a + bU$  را برای این آزمایش بدست آورید.

ب) بهترین مدل غیرخطی مرتبه دو  $Y = a + bU + cU^2$  را برای این آزمایش بدست آورید.

ج) بهترین مدل غیرخطی مرتبه سه  $Y = a + bU + cU^2 + dU^3$  را برای این آزمایش بدست آورید.

ج) کدامیک از مدل‌های الف و ب و ج بهتر است؟ با معیار مناسب، بهترین مدل را بسنجید. لازم به یادآوری است که تعداد پارامترهای مدل مرتبه دو و سه بیش از مدل خطی است. اثر آن را در تحلیل پاسخ مناسب‌ترین مدل لحاظ نمایید.

توضیحات لازم در پاسخ به هر بخش را گزارش کنید.

$$J = \text{Min}(e^2)$$

۲- سیستم ورودی - خروجی زیر را که به صورت چند جمله‌ای است در نظر بگیرید:

$$y = 2 + 6u^2 + 5u^3 + 2u^6 + u^8$$

فرض کنید ساختار فوق برای شما ناشناخته باشد و تنها می‌دانیم مدل رگرسیون خطی به

صورت چند جمله‌ای با درجه‌ای کمتر از ۱۰ می‌باشد:

$$\hat{y} = \sum_{i=0}^9 \theta_i u^i = \vec{x}^T \vec{\theta}$$

هزار نقطه با تابع توزیع نرمال بین [0,1] تولید نموده و آن را به دو دسته آموزش و تست به نسبت ۷۵٪ به ۲۵٪ تقسیم نمایید.

الف) با استفاده از روش LS سیستم را شناسایی نموده و دقت مقادیر شناسایی شده را بررسی نمایید. خروجی واقعی و تخمین زده شده را برای داده‌های تست در یک نمودار همزمان ترسیم کنید. نمودار خطا را ترسیم نمایید.

ب) داده‌ها را برای آموزش از بازه [0,0.8] انتخاب کنید، اما داده‌های تست را از همان بازه اصلی انتخاب نمایید. مجدداً نمودارهای بخش الف را ترسیم نموده و نتایج تحلیل کنید. پ) حال فرض کنید داده‌های انتخاب شده برای آموزش به صورت بهنگام (On-Line) تولید شوند و ساختار مدل شناخته شده باشد. با کمک روش RLS پارامترهای مدل را تخمین بزنید. نمودارهای همگرایی پارامترها و نحوه همگرایی آنها و همگرایی مقادیر ویژه ماتریس کوواریانس را ترسیم نموده و تحلیل نمایید. این گام را مجدداً با تولید داده‌ها مطابق بخش ب تکرار نمایید.

ت) در بخش پ تاثیر انتخاب مقدار ماتریس کوواریانس  $P_0 = \alpha I$  را بررسی نمایید. ث) در بخش‌های الف، ب و پ، تاثیر انتخاب نادرست مرتبه مدل را بررسی نمایید. یکبار مرتبه مدل را یکی بالاتر از مرتبه واقعی و یکبار یکی کمتر از مرتبه واقعی در نظر بگیرید. ج) اثر تغییر پارامترها در حین کار فرآیند را بررسی نمایید. چگونگی عملکرد RLS را توضیح دهید.

چ) برای بررسی روش (ضریب فراموشی) FFRLS (Forgetting Factor) پارامتر  $\theta_0 = 1 + \text{tansig}(g \times (t - 375))$  را که بصورت متغیر با زمان انتخاب شده در نظر بگیرید. بخش پ را تکرار کنید، پارامتر  $\lambda$  تغییر دهید. آیا روش RLS موثر است یا خیر؟ ح) با Reset نمودن ماتریس کوواریانس سعی کنید این نقیصه بخش قبل را برطرف نمایید. این عمل (Reset) بعد از چند تکرار صورت پذیرد مناسب است؟ اثر بازنشانی کوواریانس در تغییر پارامترهای سیستم بررسی شود.

خ) روش FFRLS را بکار بگیرید و پارامتر مناسبی برای فاکتور فراموشی اختیار کنید.

توجه. در تمام بخش‌ها برای ارزیابی مدل، انتخاب پارامتر و غیره حتماً از داده‌های تست استفاده نمایید. در هر مورد نتیجه‌گیری و یافته‌های خود را به طور کامل گزارش کنید.

۳- در سرو موتور DC و هارمونیک درایور شکل زیر، فرض کنید سمت بار در موتور DC انعطاف پذیر بوده و با ضریب سختی  $k$  مدل می شود. در اینصورت گشتاور انتقال یافته از مسیر این انعطاف پذیری معادل  $k(\theta_1 - \theta_2)$  می باشد.

الف) مدل این سیستم را مانند سرو موتور DC تعیین نموده با این تفاوت که یکی از متغیرهای حالت سیستم را  $\Delta = \theta_1 - \theta_2$  فرض نموده و  $\dot{\Delta} = \gamma$  را تعریف نمایید. بدین ترتیب معادله حالت مربوط به  $V$  بر حسب  $\Delta$  و جریان بدست آورید.

ب) پارامترهای سرو موتور DC را برای این مساله در نظر گرفته و  $K_m = 500 \frac{N.m}{rad}$ ، ماتریسهای معادله حالت را تعیین کنید.

پ) با استفاده از Simulink و با در نظر گرفتن ورودیها و شرایط اولیه سرو موتور DC، سیستم را شبیه سازی نموده و پاسخ متغیرهای حالت و خروجیهای سیستم را بر حسب زمان رسم نماید.

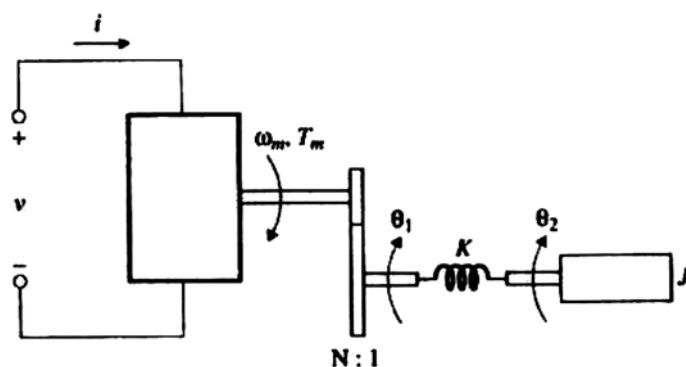
ت) توابع تبدیل  $\frac{\theta_1}{V}$ ،  $\frac{\theta_2}{V}$  را تعیین کنید.

معادله گشتاور موتور را بر حسب ولتاژ اعمالی به آن نوشته، فرض نمایید ممان اینرسی روتور  $J_m$ ، ثابت گشتاور موتورها  $K_m$  و مقاومت آرمیچر  $R$  باشد.

$$K_m = 0.05 \frac{N.m}{A}, R = 1.2\Omega, L = 0.05H, J_m = 8 \times 10^{-4} Kgm^2, J = 0.02 Kgm^2, N = 12$$

$$J_e = J + N^2 J_m$$

$$v(t) = \begin{cases} 3v, & 0 \leq t < 2 \\ -3v, & 2 \leq t < 4 \end{cases}$$



۴- در شکل زیر جرم  $m$  روی میله بدون اصطکاک حرکت می‌کند و از دو طرف توسط فنرهایی با ثابت  $k$  به دیوار متصل شده و پاندولی با طول  $L$ ، جرم  $M$  و ممان اینرسی  $I$  توسط فنری با ثابت  $k_p$  به آن متصل شده است. (مرکز جرم پاندول در وسط آن قرار دارد).

الف) معادلات دینامیکی سیستم را بدست آورید.

ب) معادلات فضای حالت سیستم را برحسب  $X = [x \ \theta \ v \ \omega]^T$  بنویسید.

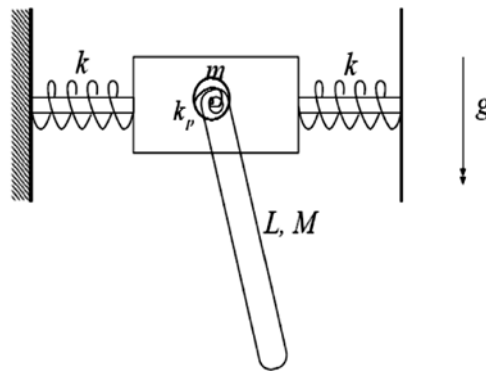
ج) معادلات سیستم را به ازاء مقادیر زیر بازنویسی کرده و با شرایط اولیه داده شده شبیه‌سازی کنید.

$$m = 1; M = 0.2; L = 1;$$

$$k = k_p = 100; I = 0.01; g = 9.8$$

$$X(0) = 0.1$$

راهنمایی: انرژی پتانسیل فنر پیچشی  $\frac{1}{2}k\theta^2$   
 انرژی پتانسیل جرم  $Mg \frac{L}{2} \cos\theta$



پیروز باشید.