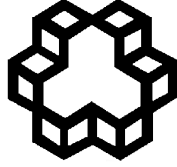


بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی مکانیک

امتحان میان‌ترم درس کنترل پیشرفته ۱

نیمسال اول کتاب و جزوه بسته آبان‌ماه ۱۳۹۶

مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه (دو ساعت)

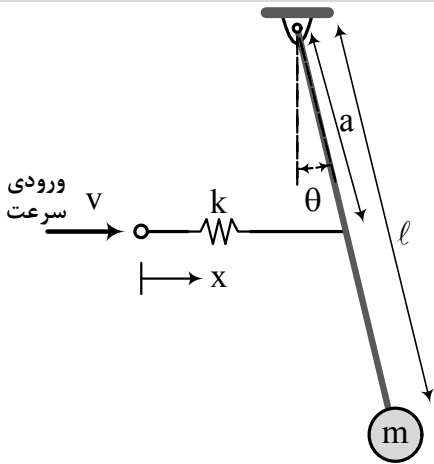
نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی:

سوال	۱	۲	۳	۴	مرتب‌نویسی	جمع
بارم	۶	۶	۶	۶	۱	۲۵
نمره						

موفق باشید



مساله شماره ۱



در سیستم مقابل وزنه متمرکز به جرم m با میله صلب بدون جرم و به طول l به لولا وصل شده است. به کمک یک سرومکانیسم، سرعت ورودی v را از طریق فنر k به میله صلب منتقل می‌کنیم. فاصله محل اتصال فنر به میله تا لولا طبق شکل مساوی a است. (تغییرات زاویه θ نیز کوچک فرض شده است)

فرض کنید متغیرهای حالت این سیستم عبارتند از: $x_1 = \theta$ ، $x_2 = \dot{\theta}$ و $x_3 = x$. ورودی به سیستم $v = \frac{dx}{dt}$ یعنی سرعت و خروجی آن $y = \theta = x_1$ است. معادلات این سیستم چنین‌اند:

$$\frac{d}{dt} \theta = \dot{\theta} = \omega$$

$$J \frac{d}{dt} \dot{\theta} = J \ddot{\theta} = \text{گشتاور حول لولا}$$

$$\frac{d}{dt} x = v = \text{سرعت} = u(t)$$

$$y = \theta$$

الف: در معادلات حالت $\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx \end{cases}$ ، ماتریس‌های A ، B و C را تعیین کنید؟

$$A = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} & \\ & \\ & \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} & & \end{bmatrix}$$

ب: تابع تبدیل $G(s)$ را به دست آورید؟

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \underline{\hspace{10em}}$$

مساله شماره ۲

تابع تبدیل $G(s)$ به صورت $G(s) = \frac{1}{s+3} + \frac{s+3}{(s+2)^2 + 9}$ داده شده است.

الف: در معادلات حالت، کدام یک از دو پاسخ زیر برای ماتریس A صحیح است و چرا؟

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 3 & 0 \\ -3 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} -3 & 2 & 0 \\ -2 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix}$$

ب: مودهای رفتاری سیستم را مشخص کنید؟

مودهای رفتاری سیستم: $\text{modes} : \{ \quad \quad \quad \}$

ج: به ازاء انتخاب ماتریس A در قسمت (الف)، ماتریس‌های B و C را برای سیستم با تابع تبدیل داده شده تعیین کنید؟ (تنها یکی از بی‌نهایت جواب ممکن را بنویسید کافی است)

$$B = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix} \quad C = [\quad \quad \quad]$$

د: دیاگرام جریانی سیستم را ترسیم کنید؟ و متغیرهای حالت و خروجی و ورودی سیستم را در این دیاگرام معین کنید؟

محل ترسیم دیاگرام جریانی سیستم:

مساله شماره ۳

برای سیستمی که معادلات حالت آن داده شده:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 6x_1 + 4x_2 - 3u(t) \\ \dot{x}_2 = -9x_1 - 6x_2 \\ \dot{x}_3 = 4x_1 + 3x_2 - u(t) \\ y(t) = 3x_1 - x_2 + 4u(t) \end{cases}$$

الف: دیاگرام جریانی سیستم را ترسیم کرده و مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس A را به دست آورید؟

مقادیر ویژه:
بردارهای ویژه:
محل ترسیم دیاگرام جریانی سیستم:

ب: تابع تبدیل سیستم را به دست آورید؟

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \underline{\hspace{10em}}$$

ج: معادلات حالت را در فرم کانونیکال کنترل پذیر نشان دهید؟

فرم کانونیکال کنترل پذیر:		
$A_c = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$	$B_c = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}$	$C_c = [\quad \quad]$

مساله شماره ۸

الف: برای سیستم زمان گسسته رسته ۲ به صورت مقابل: $X(k+1) = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} X(k) + \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix} u(k)$

مطلوبست تعیین $G_1(z) = \frac{X_1(z)}{U(z)}$ و $G_2(z) = \frac{X_2(z)}{U(z)}$ ؟

توابع تبدیل:

$$G_2(z) = \frac{X_2(z)}{U(z)} = \underline{\hspace{2cm}} \quad G_1(z) = \frac{X_1(z)}{U(z)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

ب: یک سیستم رسته دو زمان گسسته دارای دو Pole در $\{-1\}$ است و داریم: $P = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$. مطلوب

است تعیین بردار پاسخ $X(k)$ برای $k = 1, 2, 3, \dots$ به ازاء شرایط اولیه $X_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ در سیستم زمان

گسسته $X(k+1) = PX(k)$ ؟

پاسخ بردار حالت $X(k)$:

$$X(k) = \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hspace{2cm} \\ \hspace{2cm} \end{bmatrix}$$