

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۱۳

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۵۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: سیستم‌های کنترل خطی

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت اجرایی

۱۳۱۱۰۲۴

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

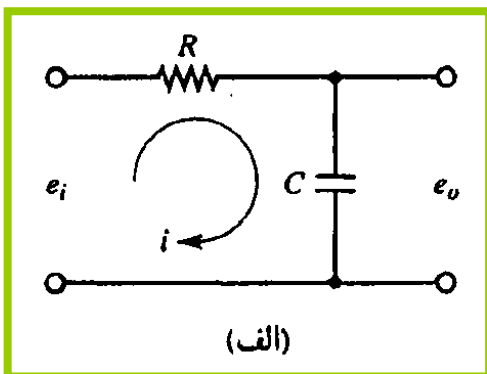
امام علی<sup>(ع)</sup>: برتری مردم به یکدیگر، به دانش‌ها و خردهاست؛ نه به ثروت‌ها و تبارها.

امتحان: کتاب بسته است. فرمولهای مورد نیاز در صفحه ضمیمه داده شده است.

امتحان از دو بخش سؤالات و بخش مسائل تشکیل شده است: به کلیه سؤالات و مسائل پاسخ دهید.

الف- بخش سؤالات: هشت سؤال (هر کدام ۰/۵ نمره و جمعا ۴ نمره دارد)

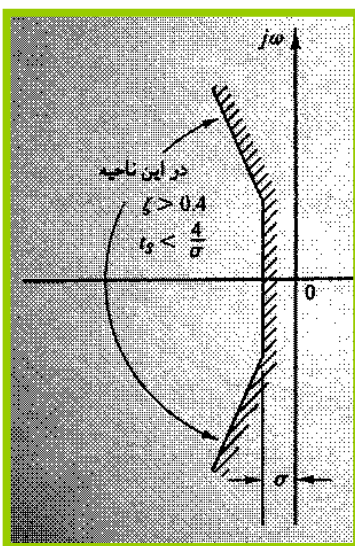
۱. نحوه ترسیم یک نمودار بلوکی را با رسم نمودار بلوکی مدار RC مقابل بیان کنید.



۲. خطی کردن مدل‌های ریاضی غیر خطی را با استفاده از خطی کردن معادله  $z=y^2$  در ناحیه کار بین  $y=3$  تا  $y=5$  توضیح دهید.

۳. برای اطمینان از وجود یک پاسخ سریع با میرایی خوب در پاسخ گذرا لازم است تا قطب‌های حلقه بسته سیستم در ناحیه خاصی از

صفحه مختصات مختلط باشند (شکل مقابل). در این مورد توضیح دهید.



۴. یکی از قواعد کلی برای ایجاد مکان هندسی ریشه‌ها، تعیین نقطه پیوند ورودی است. توضیح دهید، چگونه این کار را انجام می‌دهید.

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۱۳  
 زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۵۰ دقیقه  
 آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: سیستم‌های کنترل خطی

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت اجرایی

۱۳۱۱۰۲۴

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

۵. سیستم‌های دارای تاخیر انتقالی چه سیستم‌هایی هستند با ذکر یک مثال از سیستم گرمایی توضیح دهید. المان تاخیر انتقالی در دامنه زمان و کمپلکس چگونه نشان داده می‌شوند.

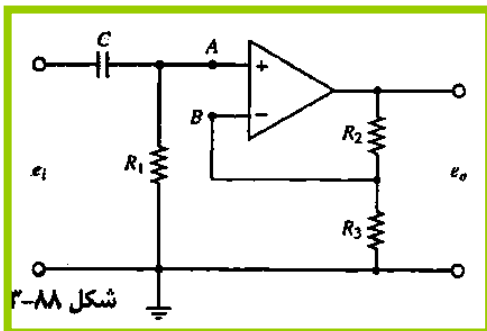
۶. در تحلیل پاسخ فرکانسی سه روش برای نمایش پاسخ فرکانسی معرفی شد (نمودار بود، نمودار نایکوئیست، نمودار نیکولز) هر کدام را توضیح دهید.

۷. در تحلیل فرکانسی، از فرکانس قطع و پهنای باند نام برده شد، آنها را تعریف کنید و مفهوم آنها را بیان کنید.

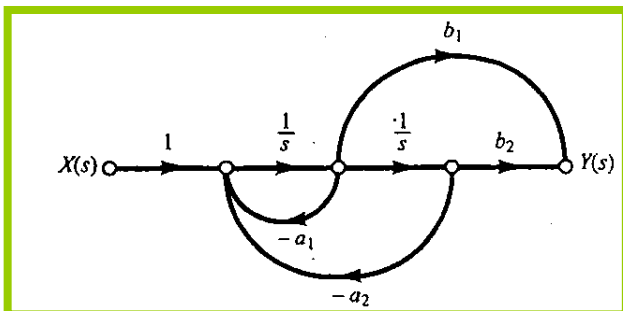
۸. در ارتباط با مدل‌های کنترل در فضای حالت، مفاهیم کنترل پذیری و مشاهده پذیری را توضیح دهید.

ب - بخش مسائل: ۵ مسئله (هر کدام ۲ نمره و جمعا ۱۰ نمره دارد)

۱. تابع تبدیل  $E_o(s)/E_i(s)$  مدار تقویت کننده شکل مقابل را بدست آورید.



۲. تابع تبدیل  $Y(s)/X(s)$  را برای سیستم تصویر مقابل، بدست آورید:



تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۱۳  
 زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۵۰ دقیقه  
 آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: سیستم‌های کنترل خطی  
 رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت اجرایی

۱۳۱۱۰۲۴

مجاز است.

استفاده از ماشین حساب

کد سری سؤال: یک (۱)

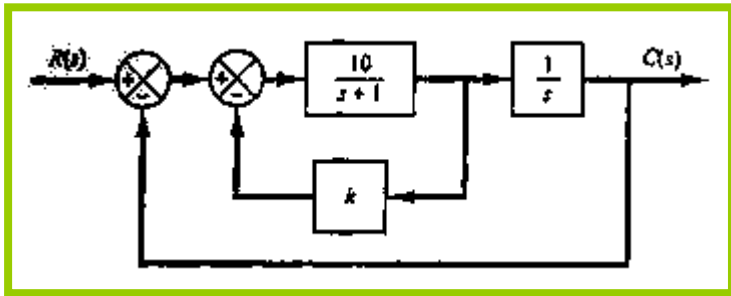
۳. سیستم کنترل پسخوردی واحدی با تابع تبدیل حلقه بسته زیر را در نظر بگیرید:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{Ks + b}{S^2 + as + b}$$

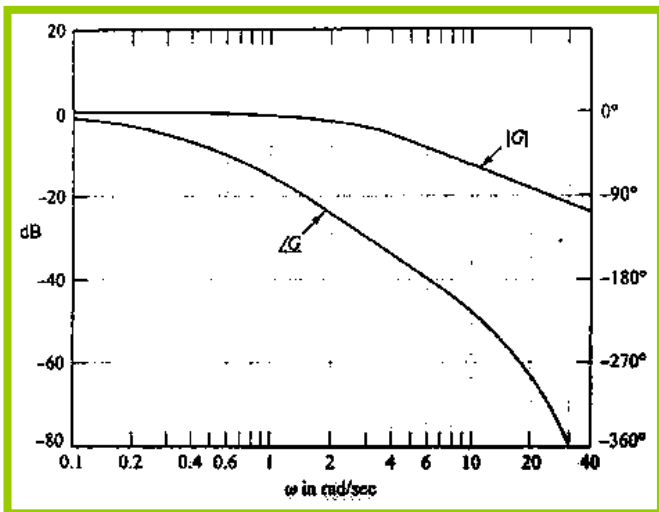
تابع تبدیل حلقه باز را بدست آورید. نشان دهید که خطای حالت ماندگار در پاسخ شیب واحد با رابطه زیر داده می شود.

$$e_{ss} = \frac{1}{K_v} = \frac{a - K}{b}$$

۴. سیستم شکل مقابل را در نظر بگیرید. مکان هندسی ریشه سیستم را اگر بهره پسخورد سرعت  $k$  از صفر تا بینهایت تغییر کند رسم نمایید.  $k$  را طوری معین کنید که قطب های حلقه بسته ضریب میرایی ۰.۷ داشته باشند (راهنمایی: برای بدست آوردن معادله مشخصه با ضریب  $K$  در صورت آنرا بازنویسی کنید).



۵. شکل مقابل نمودار بود یک تابع تبدیل  $G(s)$  است. این تابع تبدیل را مشخص کنید.



تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۱۳  
زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۵۰ دقیقه  
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: سیستم‌های کنترل خطی

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت اجرایی

۱۳۱۱۰۲۴

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

فرمول‌های مورد نیاز:

$$[f(t)] = F(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt \quad \mathcal{L}$$

| جدول تبدیل فوریه |                       |
|------------------|-----------------------|
| $f(t)$           | $F(s)$                |
| $\delta(t)$      | 1                     |
| $1(t)$           | $\frac{1}{s}$         |
| $t$              | $\frac{1}{s^2}$       |
| $e^{-at}$        | $\frac{1}{s+a}$       |
| $te^{-at}$       | $\frac{1}{(s+a)^2}$   |
| $\sin wt$        | $\frac{w}{s^2 + w^2}$ |
| $\cos wt$        | $\frac{s}{s^2 + w^2}$ |

$$[Af(t)] = AF(s) \quad \mathcal{L}$$

تبدیلات فوریه

$$(f_1(t) \pm f_2(t)) = F_1(s) \pm F_2(s) \quad \mathcal{L}$$

$$\left[\frac{d}{dt} f(t)\right] = sF(s) - F(0) \quad \mathcal{L}$$

$$-1\left[\frac{a_k}{s+p_k}\right] = a_k e^{-p_k t} \quad \mathcal{L}$$

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۱۳  
 زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۵۰ دقیقه  
 آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: سیستم‌های کنترل خطی  
 رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت اجرایی

۱۳۱۱۰۲۴

مجاز است.

استفاده از ماشین حساب

کد سری سؤال: یک (۱)

$$P = \frac{1}{\Delta_k} \sum P_k \Delta_k$$

$$\Delta = 1 - \sum_a L_a + \sum_{b,c} L_b L_c - \sum_{d,e,f} L_d L_e L_f + \dots$$

$$y = f(x) = f(\bar{x}) + \frac{df}{dx}(x - \bar{x}) + \dots$$

$$C(t) = 1 - e^{-\frac{t}{T}}$$

پاسخ بله واحد سیستم مرتبه اول

$$C(t) = t - T + T e^{-\frac{t}{T}}$$

پاسخ شیب واحد سیستم مرتبه اول

$$t_r = \frac{\pi - \beta}{w_d}$$

سیستم مرتبه دوم

$$t_p = \frac{\pi}{w_d}$$

$$M_p = e^{-\left(\frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\right)}$$

$$t_s = \frac{4}{\xi w_n} \quad \text{یا} \quad \frac{3}{\xi w_n}$$

معيار پایداری راث

$$b_1 = \frac{a_1 a_2 - a_0 a_3}{a_1} \quad ; \quad b_2 = \frac{a_1 a_4 - a_0 a_5}{a_1}$$

$$\begin{cases} K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) \\ e_{ss} = \frac{1}{1 + K_p} \end{cases}$$

ثابت خطای وضعیت استاتیک:

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۱۳  
زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۵۰ دقیقه  
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: سیستم‌های کنترل خطی  
رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت اجرایی

۱۳۱۱۰۲۴

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

$$\begin{cases} K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) \\ e_{ss} = \frac{1}{K_v} \end{cases}$$

ثابت خطای سرعت استاتیکی:

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s)$$

ثابت خطای شتاب استاتیکی:

$$e_{ss} = \frac{1}{K_a}$$

$$G(j\omega) = Me^{j\varphi} = M\angle\varphi$$

$$(1 + j\omega T)^{\pm 1}$$

فاکتور مرتبه اول

$$\left[1 + 2\xi\left(\frac{j\omega}{\omega_n}\right) + \left(\frac{j\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^{\pm 1}$$

فاکتور مرتبه دوم