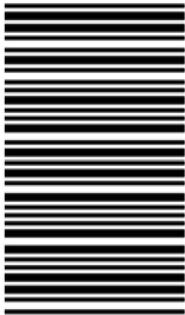


کد کنترل

695A



695A

صبح جمعه  
۱۴۰۴/۱۱/۱۰  
دفترچه شماره ۲ از ۲



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»  
مقام معظم رهبری

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۵  
مهندسی برق (کد ۲۳۰۱)

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۹۵ سؤال

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضیات مهندسی - مدارهای الکتریکی (۱ و ۲)	۲۵	۱	۲۵
۲	سیگنال‌ها و سیستم‌ها	۱۰	۲۶	۳۵
۳	الکترونیک (۱ و ۲)	۲۰	۳۶	۵۵
۴	الکترومغناطیس	۱۰	۵۶	۶۵
۵	تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی - ماشین‌های الکتریکی ۲	۲۰	۶۶	۸۵
۶	سیستم‌های کنترل خطی	۱۰	۸۶	۹۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

ریاضیات مهندسی - مدارهای الکتریکی (۱ و ۲):

۱- فرض کنید  $f(x) = x$  سری فوریه تابع  $f(x) = x$  باشد و  $g(x) = \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n\pi} \cos(nx)$  و  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(-1)^{n+1}}{n\pi} \sin(nx)$ ،  $-\pi < x < \pi$

مقدار توان متوسط تابع  $g(x)$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi^2}{12}$

(۲)  $\frac{\pi^2 - 6}{6\pi^2}$

(۳)  $\frac{\pi^2 - 6}{12\pi^2}$

(۴)  $\frac{12 - \pi^2}{12\pi^2}$

۲- اگر  $u(x,y) = F(x)G(y)$  یک جواب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی  $\partial^2 u_x - y u_y = 0$  باشد که از منحنی

$C: x = t, y = t, u = t^6$  می‌گذرد، آنگاه  $u(x,y)$  کدام است؟

(۱)  $xy^5$

(۲)  $x^2 y^4$

(۳)  $x^3 y^3$

(۴)  $x^4 y^2$

۳- جواب مسئله زیر کدام است؟

$$\begin{cases} \nabla^2 u = u_{rr} + \frac{1}{r} u_r + \frac{1}{r^2} u_{\theta\theta} = 0, & 1 < r < 2, 0 \leq \theta < 2\pi \\ u_r(1, \theta) = \sin \theta, & 0 \leq \theta \leq 2\pi \\ u_r(2, \theta) = 0. \end{cases}$$

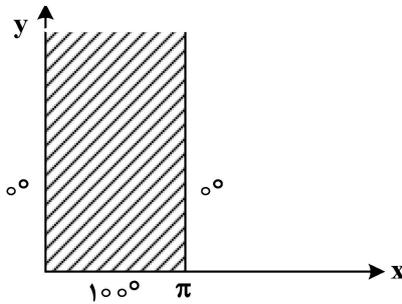
(۲)  $\frac{1}{4}(3r^2 - r^3) \sin \theta + c$

(۱)  $-\frac{1}{30}(r^2 + \frac{16}{r^2}) \sin \theta + c$

(۴)  $-\frac{1}{3}(r + \frac{4}{r}) \sin \theta + c$

(۳)  $-\frac{1}{7}(r + \frac{4}{r^2}) \sin \theta + c$

۴- یک نوار نیمه‌متناهی به عرض  $\pi$  که مرزهای آن کاملاً عایق‌بندی شده‌اند، با شرایط کرانه‌ای مطابق شکل داده شده است. دمای یک نقطه دلخواه از این نوار، در حالت تعادل، کدام است؟



$$\frac{200}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n} \sin(nx) e^{-ny} \quad (1)$$

$$\frac{200}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n^2} \sin(nx) e^{-ny} \quad (2)$$

$$\frac{200}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n} \sin(nx) e^{ny} \quad (3)$$

$$\frac{200}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n^2} \sin(nx) e^{ny} \quad (4)$$

۵- فرض کنید  $\lambda^2$  مقدار ویژه مسئله مقدار مرزی  $\begin{cases} y'' + \lambda^2 y = 0, & 0 < x < L \\ y'(0) - hy(0) = 0 \\ y'(L) + hy(L) = 0 \end{cases}$  باشد.  $\lambda$  در کدام تساوی صدق می‌کند؟

$$\tan(\lambda L) = \frac{2h\lambda}{\lambda^2 - h^2} \quad (1)$$

$$\tan(\lambda L) = \frac{h\lambda}{\lambda^2 - h^2} \quad (2)$$

$$\tan(\lambda L) = \frac{h\lambda}{\lambda^2 + h^2} \quad (3)$$

$$\tan(\lambda L) = \frac{2h\lambda}{\lambda^2 + h^2} \quad (4)$$

۶- مقدار  $\oint_{|z|=2} \text{Im}(z) \cos(\bar{z}) dz$  کدام است؟

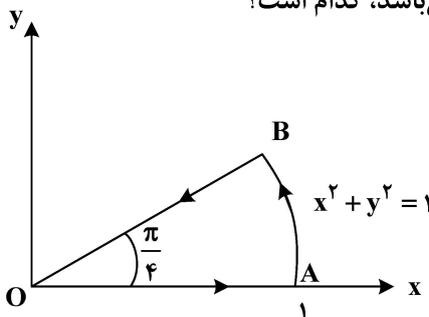
(1)  $12\pi i$

(2)  $2\pi i$

(3)  $-2\pi$

(4)  $-12\pi$

۷- مقدار  $\int_C \bar{z} dz$  که در آن C مسیر بسته OABO (مطابق شکل زیر) می‌باشد، کدام است؟



(1) صفر

(2)  $\frac{\pi}{6}$

(3)  $\frac{\pi}{4} i$

(4)  $1 + \frac{\pi}{4} i$

۸- اگر  $f(z) = \oint_{|\alpha|=2} \frac{3\alpha^2 + 7\alpha + 1}{\alpha - z} d\alpha$ ، آنگاه مقدار  $f'(1+i)$  کدام است؟

- (۱)  $12\pi + 26\pi i$
- (۲)  $-12\pi + 26\pi i$
- (۳)  $12\pi - 26\pi i$
- (۴)  $-12\pi - 26\pi i$

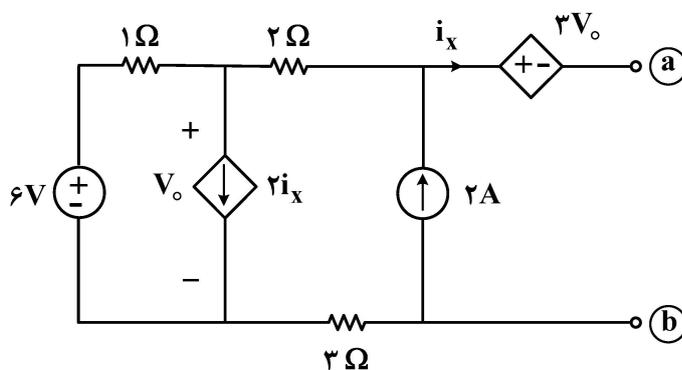
۹- مقدار  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{(x+1)\sin(2x)}{(x^2+1)(x^2+4)} dx$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{2\pi \cosh 1}{3e^3}$
- (۲)  $\frac{\pi \cosh 1}{3e^3}$
- (۳)  $\frac{2\pi \sinh 1}{3e^3}$
- (۴)  $\frac{\pi \sinh 1}{3e^3}$

۱۰- تصویر نیم صفحه راست صفحه مختلط، تحت نگاشت  $w = \frac{z-1}{i(z+1)}$  با فرض  $z = x + iy$ ، کدام است؟

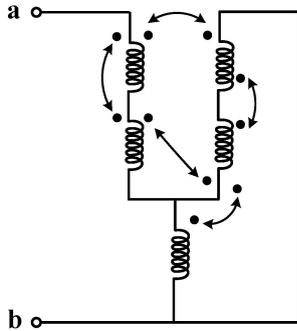
- (۱)  $|w| \leq 1$
- (۲)  $|w| \geq 1$
- (۳)  $|w - 1 - i| \leq 1$
- (۴)  $|w + 1 + i| \leq 1$

۱۱- مقاومت دیده شده از دو سر a و b چند اهم است؟



- (۱) -۱
- (۲) -۲
- (۳) +۱
- (۴) +۲

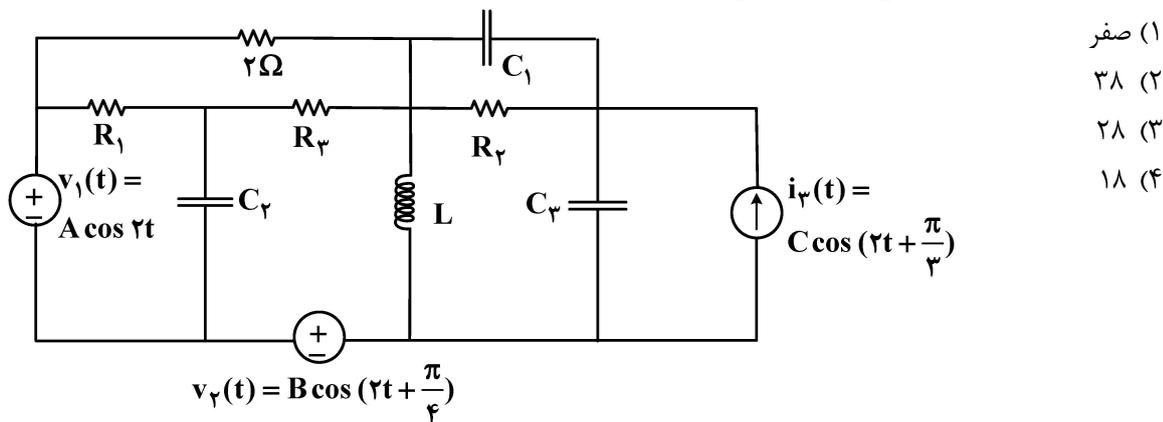
۱۲- اندوکتانس دیده شده از دوسر a و b چند هانری است؟ (مقادیر تمام سلفها و ضرایب القای متقابل را ۱ H در نظر بگیرید.)



- (۱)  $\frac{1}{3}$
- (۲)  $\frac{1}{5}$
- (۳) ۳
- (۴) ۵

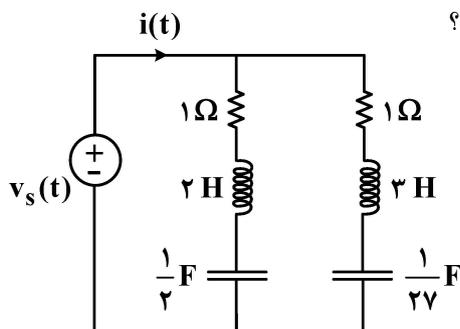
۱۳- یک مدار شامل یک منبع ولتاژ مستقل سینوسی، تعداد سلف با اندوکتانسهای مثبت، تعدادی خازن با ظرفیت مثبت و تعدادی مقاومت با مقادیر  $R \geq 0$  داریم. در حالت دائمی سینوسی، کدام مورد درست است؟  
 (۱) ولتاژ و جریان هر یک از شاخهها همفاز هستند.  
 (۲) مجموع دامنه ولتاژهای شاخههای روی هر حلقه، همواره برابر صفر است.  
 (۳) بهازای هر ورودی سینوسی با فرکانس دلخواه، دامنه ولتاژها و جریانها محدود (کراندار) است.  
 (۴) ممکن است دامنه ولتاژ یک عنصر، از دامنه ولتاژ منبع ورودی بیشتر شود.

۱۴- در مدار زیر، به ازای  $A = 1$ ،  $B = 0$  و  $C = 0$ ، توان متوسط تلف شده در مقاومت ۲ اهمی ۱ وات است، به ازای  $A = 0$ ،  $B = 1$  و  $C = 0$ ، توان متوسط تلف شده در مقاومت ۲ اهمی ۴ وات است و به ازای  $A = 0$ ،  $B = 0$  و  $C = 1$ ، توان متوسط تلف شده در مقاومت ۲ اهمی ۹ وات است. اگر  $A = 1$  و  $B = 1$  و  $C = 1$  باشد، توان متوسط تلف شده در مقاومت ۲ اهمی چند وات نمی تواند باشد؟



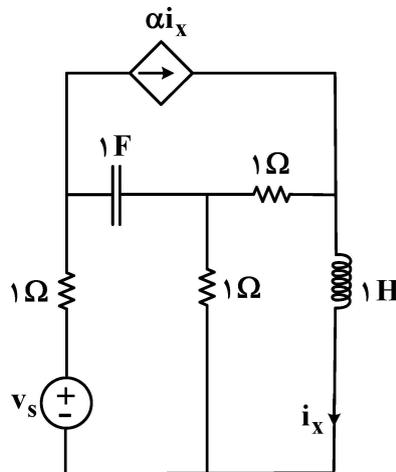
- (۱) صفر
- (۲) ۳۸
- (۳) ۲۸
- (۴) ۱۸

۱۵- در مدار شکل زیر  $v_s(t) = a \cos(\omega t + \phi)$  که  $a$  و  $\phi$  ثابت بوده و فرکانس زاویه ای  $\omega$  متغیر است. توان متوسط تولید شده توسط منبع در کدام فرکانس (برحسب  $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ) بیشتر است؟



- (۱) صفر
- (۲) ۱
- (۳) ۳
- (۴)  $\frac{1}{3}$

۱۶- به ازای چه مقادیری از  $\alpha$ ، مدار زیر یک فرکانس طبیعی صفر دارد؟



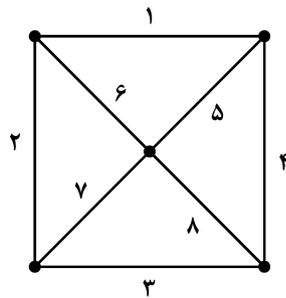
(۱) فقط  $\alpha = 1$

(۲) فقط  $\alpha = 2$

(۳)  $\alpha = 1$  یا  $\alpha = 2$

(۴) غیرممکن است چراکه حلقه سلفی یا کاتست خازنی نداریم.

۱۷- در گراف زیر، چند درخت وجود دارد که فقط یک شاخه درخت با شماره فرد داشته باشد؟



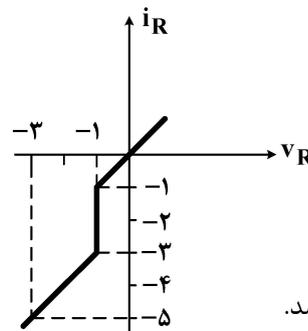
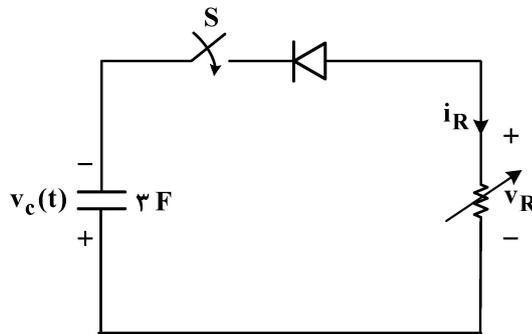
(۱) ۶

(۲) ۸

(۳) ۱۰

(۴) ۱۲

۱۸- در مدار زیر، ولتاژ  $v_c(t)$  قبل از بسته شدن کلید S، ۳ ولت است و دیود ایده آل است و مشخصه مقاومت غیرخطی داده شده است. اگر کلید در لحظه  $t = 0$  بسته شود، زمان رسیدن ولتاژ  $v_c(t)$  به یک ولت کدام است؟



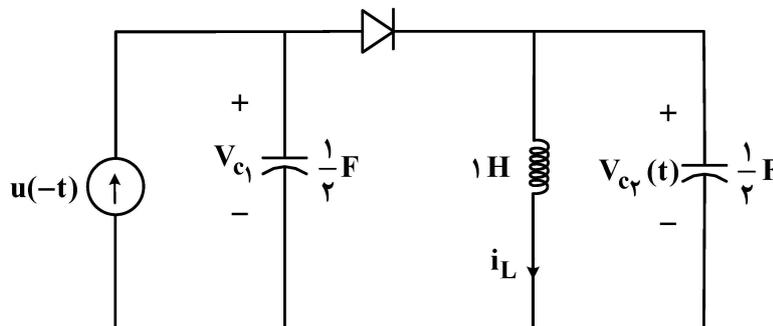
(۱)  $3 \ln \frac{10}{3}$

(۲)  $3 \ln \frac{5}{3}$

(۳)  $3 \ln 2$

(۴) هیچگاه به ۱ ولت نمی‌رسد.

۱۹- در مدار زیر، در  $t > 0$  در چه لحظه‌ای برای اولین بار دیود قطع می‌شود؟ (دیود ایده آل است و داریم:



$$u(-t) = \begin{cases} 1 & t < 0 \\ 0 & t > 0 \end{cases}$$

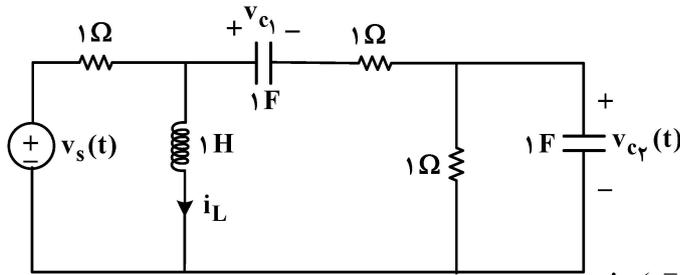
(۱)  $\frac{\pi}{2}$

(۲)  $\pi$

(۳)  $\frac{3\pi}{2}$

(۴)  $\frac{\pi}{4}$

۲۰- به ازای کدام دسته از شرایط اولیه در  $t = 0^-$ ، برای ورودی  $v_s(t) = \delta(t)$ ، همه متغیرهای مدار برای  $t > 0$  برابر صفر است؟ ( $\delta(t)$  تابع ضربه واحد است.)



(۱)  $i_L(0^-) = -\frac{1}{2} A, v_{c1}(0^-) = v_{c2}(0^-) = \frac{1}{2} V$

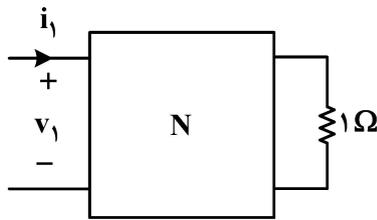
(۲)  $i_L(0^-) = \frac{1}{2} A, v_{c1}(0^-) = v_{c2}(0^-) = -\frac{1}{2} V$

(۳)  $i_L(0^-) = \frac{1}{2} A, v_{c1}(0^-) = v_{c2}(0^-) = \frac{1}{2} V$

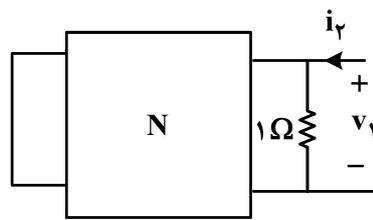
(۴)  $i_L(0^-) = -\frac{1}{2} A, v_{c1}(0^-) = v_{c2}(0^-) = -\frac{1}{2} V$

۲۱- شبکه N از یک خازن و تعدادی مقاومت خطی و تغییرناپذیر با زمان تشکیل شده است. اگر تابع شبکه

$H_1(s) = \frac{V_1}{I_1} = \frac{s+2}{s+1}$  در شکل «الف» را داشته باشیم، کدام مورد ممکن است قطب تابع شبکه  $H_2(s) = \frac{V_2}{I_2}$



«الف»



«ب»

در شکل «ب» باشد؟

(۱) -۴

(۲) -۳

(۳) -۲

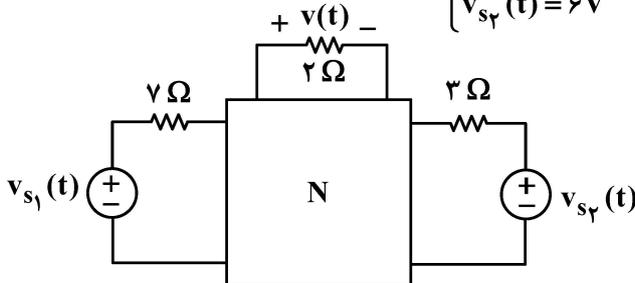
(۴) -۱

۲۲- در مدار زیر، شبکه N از مقاومت‌های خطی تغییرناپذیر پسیو تشکیل شده است. در آزمایش اول داریم:

$$\begin{cases} v_{s1}(t) = 2V \\ v_{s2}(t) = 3V \end{cases} \rightarrow v(t) = 2V$$

در آزمایش دوم داریم:

$$\begin{cases} v_{s1}(t) = 10V \\ v_{s2}(t) = 6V \end{cases} \rightarrow v(t) = 7V$$



اگر  $v_{s1}(t) = 8V$  و  $v_{s2}(t) = 9V$  باشد، آنگاه  $v(t)$  چند ولت است؟

(۴) ۲

(۳) ۵

(۲) ۷

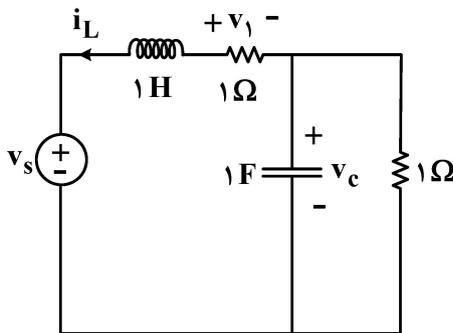
(۱) ۹

۲۳- مداری شامل ۴ گره بوده و از تعدادی مقاومت ۱ اهمی، خازن ۱ فارادی، سلف ۱ هانری و منبع جریان مستقل ۱ آمپری تشکیل شده است. اگر گره ۴ را مبنا بگیریم و شرایط اولیه را صفر فرض کنیم، دستگاه معادلات گره در حوزه لاپلاس به صورت زیر به دست آمده است. مجموع تعداد مقاومت‌ها و سلف‌ها و خازن‌های مدار کدام است؟

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & s+3 & -s-1 \\ 0 & -s-1 & s+\frac{1}{s}+2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{s} \\ 0 \\ -\frac{1}{s} \end{pmatrix}$$

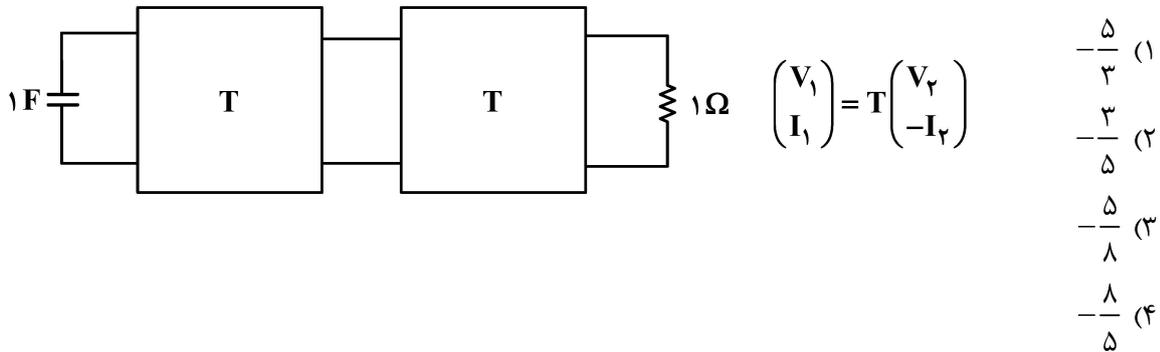
۴ (۱)  
۵ (۲)  
۷ (۳)  
۶ (۴)

۲۴- در مدار زیر، اگر  $v_s(t) = 2u(t)$  و  $i_L(0^-) = 2A$  و  $v_c(0^-) = 2V$ ، چند ولت بر ثانیه است؟ (تابع  $u(t)$  تابع پله واحد است.)



(۱) ۳  
(۲) ۲  
(۳) ۱  
(۴) صفر

۲۵- دو قطبی N با ماتریس انتقال  $T = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$  توصیف می‌شود. فرکانس طبیعی مدار شکل زیر کدام است؟



سیگنال‌ها و سیستم‌ها:

۲۶- سیستم زیر را با رابطه داده شده ورودی و خروجی در نظر بگیرید. کدام مورد در خصوص این سیستم درست است؟

$$y(t) = \begin{cases} x(-t^2) & t \leq -2 \\ x(t-2) & -2 < t \leq 0 \\ 2 & 0 < t < 5 \\ x(t-7) & t \geq 5 \end{cases}$$

- (۱) سیستم خطی و علی است.  
(۲) سیستم غیرعلی و پایدار است.  
(۳) سیستم غیرخطی و پایدار است.  
(۴) سیستم تغییرناپذیر با زمان و علی است.

۲۷- پاسخ یک سیستم پیوسته به ورودی  $x(t) = \cos 2t$  برابر با  $y(t) = 4 \sin t$  است. کدام مورد در خصوص این سیستم درست است؟

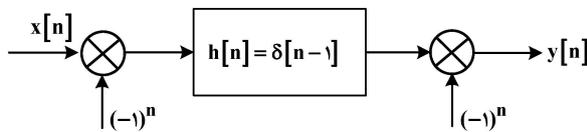
- (۱) می تواند خطی و تغییرناپذیر با زمان باشد.
- (۲) می تواند خطی و تغییرپذیر با زمان باشد.
- (۳) نمی تواند خطی باشد.
- (۴) حتماً خطی است.

۲۸- فرض کنید  $h_1(t)$  یک سیگنال پیوسته زمانی است که برای تمامی زمان های  $-\infty < t < \infty$  دارای مقدار است.  $h_1(t)$  برابر با کدام مورد باشد تا رابطه زیر برقرار شود؟

$$h_1(t) * h_1(t) = \int_{t-T}^t h_1(\lambda) d\lambda$$

- (۱)  $h_1(t) = u(t)$
- (۲)  $h_1(t) = u(t-T)$
- (۳)  $h_1(t) = u(t+T) - u(t)$
- (۴)  $h_1(t) = u(t) - u(t-T)$

۲۹- کدام مورد در خصوص سیستم زیر درست است؟



- (۱) این سیستم یک سیستم خطی تغییرناپذیر با زمان با پاسخ ضربه  $h[n] = -\delta[n-1]$  است.
- (۲) این سیستم یک سیستم خطی تغییرناپذیر با زمان با پاسخ ضربه  $h[n] = (-1)^n \delta[n+1]$  است.
- (۳) این سیستم یک سیستم خطی تغییرناپذیر با زمان با پاسخ ضربه  $h[n] = \delta[n-1]$  است.
- (۴) این سیستم یک سیستم خطی تغییرناپذیر با زمان نیست.

۳۰- اگر سیگنال پیوسته و متناوب  $x(t)$  با ضرایب سری فوریه زیر را در نظر بگیریم، در خصوص  $x(t)$  کدام مورد درست است؟

$$a_k = \begin{cases} 1 & k = 0 \\ j\left(\frac{1}{4}\right)^{|k|} & k \neq 0 \end{cases}$$

- (۱)  $x(t)$  حقیقی و زوج است.
- (۲)  $x(t)$  حقیقی و فرد است.
- (۳)  $x(t)$  فرد است.
- (۴)  $x(t)$  زوج است.

۳۱- برای کدام سیگنال، تساوی داده شده برقرار است؟ ( $X(j\omega)$  تبدیل فوریه سیگنال  $x(t)$  است.)

$$\int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega) e^{j\omega} d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} j\omega X(j\omega) e^{j\omega} d\omega$$

- (۱)  $x(t) = (t+1)^2$
- (۲)  $x(t) = \sin t$
- (۳)  $x(t) = \frac{1}{t}$
- (۴)  $x(t) = e^{-t}$

۳۲- سیگنال زوج  $x(t)$  بهزای  $|t| > T_1$  مقدار صفر دارد. اگر این سیگنال به ورودی یک سیستم LTI با تابع تبدیل  $H(s) = \sinh(Ts)$  اعمال شود، کدام گزینه درست است؟ ( $T$  و  $T_1$  اعداد مثبت هستند.)

$$\sinh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$$

(۱) تنها برای  $t = 0$  خروجی برابر صفر است.

(۲) بهزای زمان‌های  $|t| > |T - T_1|$  خروجی همواره برابر صفر است.

(۳) برای زمان‌های  $T_1 - T < t < T_1 + T$  خروجی برابر صفر است.

(۴) بهزای زمان‌های  $|t| > |T + T_1|$  خروجی همواره برابر صفر است.

۳۳- اگر  $X(e^{j\Omega})$  تبدیل فوریه سیگنال گسسته مطلقاً جمع‌پذیر  $x[n]$  باشد و داشته باشیم

$$\int_0^{2\pi} |X(e^{j\Omega})|^2 d\Omega = \int_0^{2\pi} \left| \frac{dX(e^{j\Omega})}{d\Omega} \right|^2 d\Omega$$

کدام گزاره درست است؟

(۱)  $x[n]$  هم می‌تواند زوج باشد و هم می‌تواند فرد باشد و هم می‌تواند نه زوج باشد و نه فرد.

(۲)  $x[n]$  می‌تواند زوج باشد ولی نمی‌تواند فرد باشد.

(۳)  $x[n]$  می‌تواند فرد باشد ولی نمی‌تواند زوج باشد.

(۴)  $x[n]$  نه می‌تواند زوج باشد و نه فرد.

۳۴- سیگنال  $x(t)$  به شکل  $x(t) = a + b\sin(2\pi f_0 t) + c\sin^2(2\pi f_0 t) + d\sin^3(2\pi f_0 t)$  داده شده است. از میان

نرخ‌های نمونه‌برداری داده شده زیر، کمترین فرکانس نمونه‌برداری که برای بازسازی سیگنال  $x(t)$  (با یک فیلتر

پایین‌گذر) کفایت می‌کند کدام است؟

(۱)  $4f_0$

(۲)  $f_0$

(۳)  $8f_0$

(۴)  $2f_0$

۳۵- اگر  $|z| > \frac{1}{2}$   $X(z) = \frac{1}{1 - \frac{1}{4}z^{-2}}$  تبدیل  $z$  سیگنال  $x[n]$  باشد، در این صورت مقدار  $\sum_{n=-\infty}^{\infty} x[2n+1]$  کدام است؟

(۱) صفر

(۲) ۲

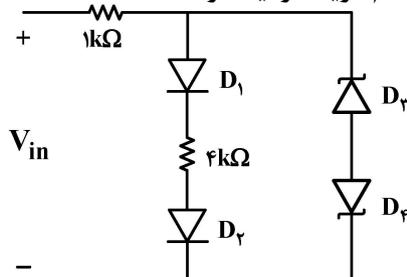
(۳)  $\frac{1}{2}$

(۴)  $\frac{4}{3}$

الکترونیک (۱ و ۲):

۳۶- با فرض آنکه ولتاژ هدایت تمامی دیودها  $0.7$  ولت و ولتاژ شکست دیودهای زبر  $3/3$  ولت باشد، اگر

$V_{in} = 4.4$  V باشد، جریان گذرنده از دیود  $D_1$  (برحسب میلی‌آمپر) به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



(۱) ۰/۴

(۲) ۰/۴۵

(۳) ۰/۶

(۴) ۰/۶۵

۳۷- در شرایط مشابه، کدام مقایسه در خصوص جریان اشباع معکوس سه دیود زیر درست است؟ (فرض کنید به ترتیب،  $N_D$  غلظت ناخالصی سمت n و  $N_A$  غلظت ناخالصی سمت p باشد).

(a) دیود  $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_A = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

(b) دیود  $N_D = 2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_A = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

(c) دیود  $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_A = 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

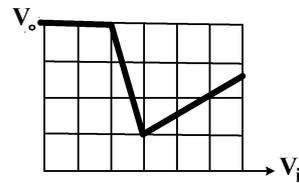
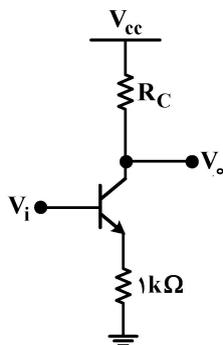
$$I_{sb} \approx \frac{1}{2} I_{sa} \text{ و } I_{sa} \approx I_{sc} \quad (2)$$

$$I_{sb} \approx 2 I_{sa} \text{ و } I_{sa} \approx I_{sc} \quad (1)$$

$$I_{sc} \approx \frac{1}{2} I_{sa} \text{ و } I_{sb} \approx I_{sa} \quad (4)$$

$$I_{sc} \approx 2 I_{sa} \text{ و } I_{sb} \approx I_{sa} \quad (3)$$

۳۸- مشخصه  $V_o - V_i$  تقویت کننده زیر توسط X-Y اسیلوسکوپ رسم شده ولی تقسیم بندی ولتاژ دو کانال در آن ذکر نشده است. در صورت امکان، مقدار  $R_C$  (برحسب  $k\Omega$ ) تقریباً چقدر است؟



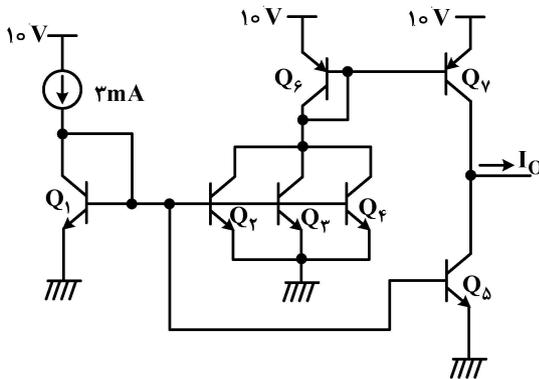
۱ (۱)

۳ (۲)

۶ (۳)

۴ (۴) خیر، حتماً باید تقسیم بندی ولتاژها را بدانیم.

۳۹- در مدار زیر و با فرض تشابه ترانزیستورهای  $Q_1$  تا  $Q_5$  با یکدیگر و  $Q_6$  و  $Q_7$  با یکدیگر، مقدار جریان  $I_O$  چند میلی آمپر است؟ ( $\beta$  خیلی بزرگ است).



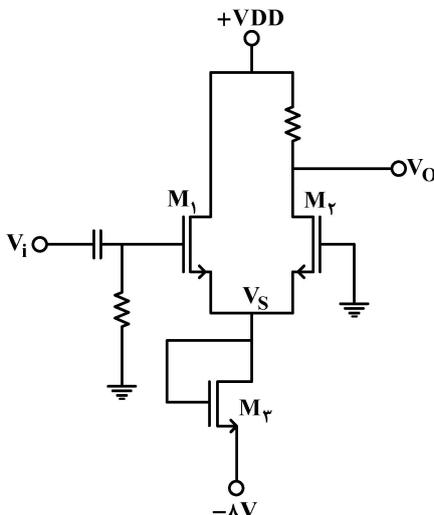
۹ (۱)

۶ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴) صفر

۴۰- در تقویت کننده تفاضلی زیر،  $M_1$ ،  $M_2$  و  $M_3$  مشابه بوده و هر سه در اشباع هستند. در مورد ولتاژ ساکن  $V_S$  کدام مورد درست است؟ (از اثر بدنه ترانزیستورها صرف نظر کنید).



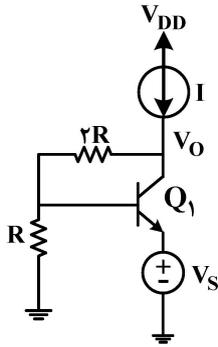
$$V_S = -4V \quad (1)$$

$$V_S = -8V \quad (2)$$

$$V_S < -4V \quad (3)$$

$$V_S > -4V \quad (4)$$

۴۱- با فرض  $\alpha = 1$ ،  $r_o = \infty$  و  $\frac{V_O}{V_S} = 1$ ، مقدار  $R$  به کدام گزینه نزدیک تر است؟ (فرض کنید ترانزیستور در ناحیه فعال بایاس شده است و منبع جریان ایده آل است.)



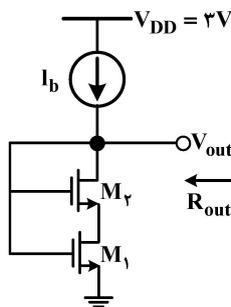
(۱)  $\frac{1}{2g_m}$

(۲)  $\frac{2}{3g_m}$

(۳)  $\frac{1}{3g_m}$

(۴)  $\frac{1}{g_m}$

۴۲- در مدار زیر، مقدار مقاومت خروجی  $R_{out}$  برحسب اهم چقدر است؟ (منبع جریان ایده آل است.)



$\mu_n C_{ox} (W/L)_1 = 25 \text{ mA/V}^2$

$(W/L)_r = (W/L)_1$

$V_{TH} = 0.5 \text{ V}$

$\lambda = \gamma = 0$

$I_b = 1 \text{ mA}$

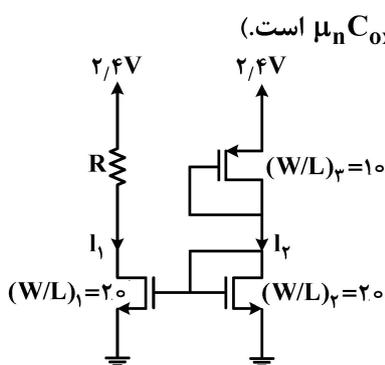
(۱) ۲۰۰

(۲) ۲۵۰

(۳) ۱۵۰

(۴) ۱۰۰

۴۳- به ازای کدام مقدار مقاومت  $R$  (برحسب کیلو اهم)، بیشترین تطابق بین جریان های  $I_1$  و  $I_r$  ایجاد می شود؟ (فرض کنید  $\mu_n C_{ox} = 2 \mu_p C_{ox} = 0.2 \text{ mA/V}^2$  و  $V_{THn} = 0.4 \text{ V}$ ،  $V_{THp} = -0.5 \text{ V}$  است.)



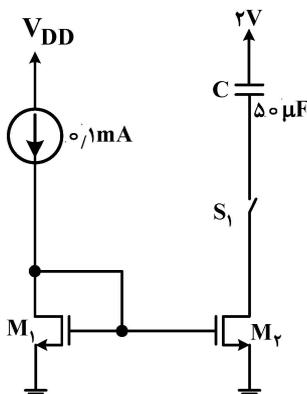
(۱) ۱/۹

(۲) ۲/۵

(۳) ۳

(۴) ۳/۸

۴۴- با فرض آنکه  $\left(\frac{W}{L}\right)_r = 6$  و  $\left(\frac{W}{L}\right)_1 = 4$  باشد، چند ثانیه طول می کشد که پس از بسته شدن کلید  $S_1$ ، ترانزیستور  $M_r$  از ناحیه اشباع خارج شود؟ (ولتاژ اولیه خازن صفر است.  $\mu_n C_{ox} = 200 \mu\text{A/V}^2$ ،  $V_{TH} = 0.4 \text{ V}$  و  $\lambda = 0$  است.)



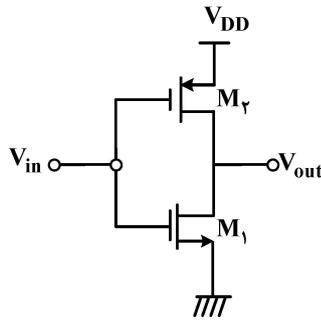
(۱) ۰/۵

(۲) ۰/۷۵

(۳) ۱

(۴) ۱/۲۵

۴۵- در مدار زیر، نسبت  $\frac{(\frac{W}{L})_1}{(\frac{W}{L})_2}$  چقدر باشد تا به ازای اعمال  $V_{in} = \frac{V_{DD}}{2}$ ، خروجی نیز برابر با  $V_{in}$  شود؟



$$V_{thn} = |V_{thp}|$$

$$C_{ox1} = C_{ox2}$$

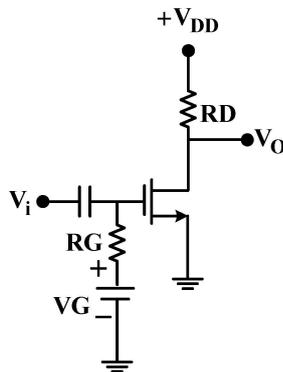
(۱)  $\frac{\mu_n}{\mu_n + \mu_p}$

(۲)  $\frac{\mu_p}{\mu_n + \mu_p}$

(۳)  $\frac{\mu_n}{\mu_p}$

(۴)  $\frac{\mu_p}{\mu_n}$

۴۶- دو ترانزیستور  $M_1$  و  $M_2$  با پارامترهای  $V_{TH}$  و  $k = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L}$  متفاوت، در اختیار هستند. وقتی  $M_2$  در مدار تقویت کننده زیر قرار گیرد، بهره ولتاژ سیگنال کوچک، دو برابر حالتی است که  $M_1$  در مدار باشد. با فرض آنکه در هر دو حالت ترانزیستور در اشباع باشد، نسبت  $\frac{k_1}{k_2}$  کدام گزینه است؟



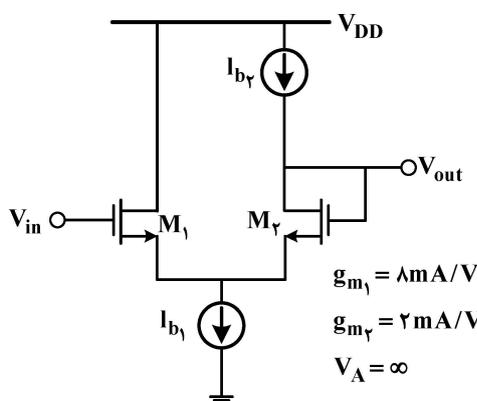
(۱)  $\frac{(V_G - V_{TH1})}{(V_G - V_{TH2})}$

(۲)  $\frac{(V_G - V_{TH2})}{2(V_G - V_{TH1})}$

(۳)  $\frac{2V_{TH1}}{V_{TH2}}$

(۴)  $\frac{V_{TH2}}{2V_{TH1}}$

۴۷- در مدار زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع هستند و منابع جریان ایده آل هستند. مقدار بهره ولتاژ



آن تقریباً چقدر است؟  $A_v = \left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right|$

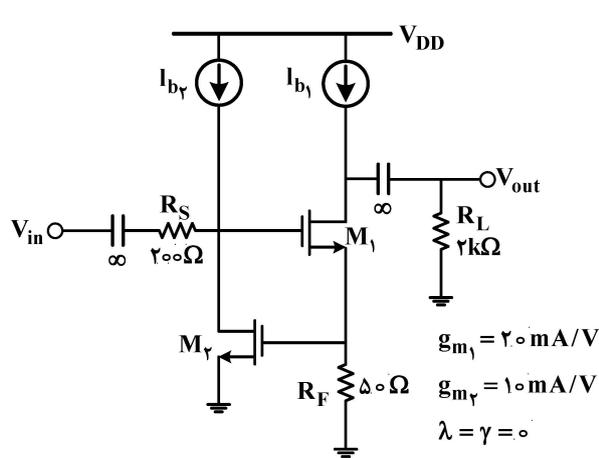
(۱) ۱

(۲) ۰/۸

(۳) ۰/۵

(۴) ۰/۴

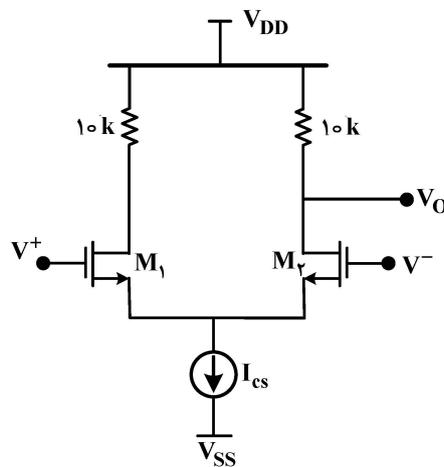
۴۸- در مدار زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده و منابع جریان ایده آل هستند. مقدار بهره ولتاژ



به کدام گزینه نزدیک تر است؟  $\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right|$

- ۵ (۱)
- ۱۵ (۲)
- ۲۰ (۳)
- ۱۰ (۴)

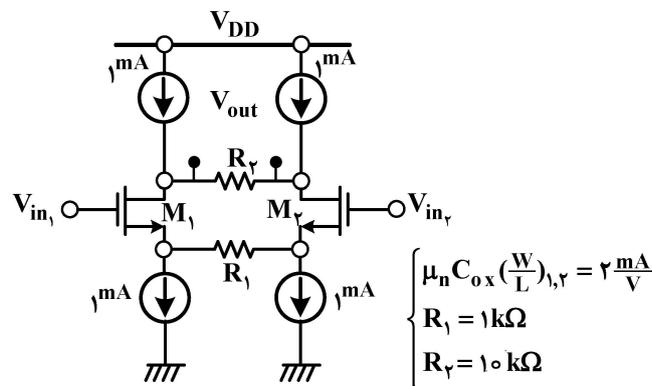
۴۹- در مدار زیر، اگر  $g_{m1} = g_{m2} = 1 \text{ mA/V}$  باشد و  $R_{out_{cs}} = 50 \text{ k}\Omega$  (مقاومت منبع جریان) باشد،



چقدر است؟  $CMRR = \left| \frac{A_d}{A_{cm}} \right|$

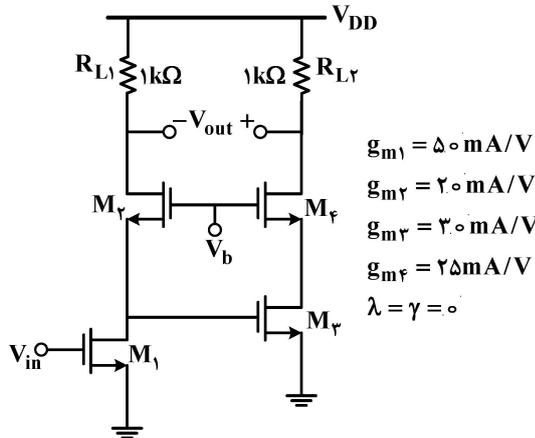
- ۲۰۰ (۱)
- ۵۰۰ (۲)
- ۱۰۰۰ (۳)
- ۲۰۰۰ (۴)

۵۰- بهره ولتاژ مدار زیر  $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in1} - V_{in2}}$  با فرض  $\lambda = 0$  و بایاس شدن ترانزیستورها در ناحیه اشباع تقریباً کدام است؟



- ۵ (۱)
- ۶/۶ (۲)
- ۱۰ (۳)
- ۱۳/۲ (۴)

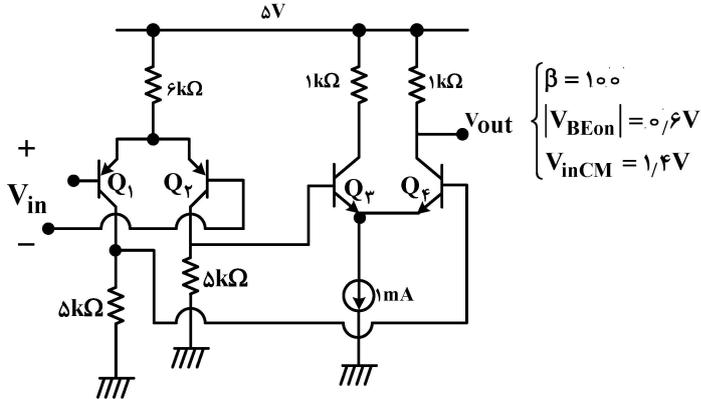
۵۱- در مدار زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند. مقدار بهره ولتاژ  $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$  به کدام مورد



نزدیک تر است؟

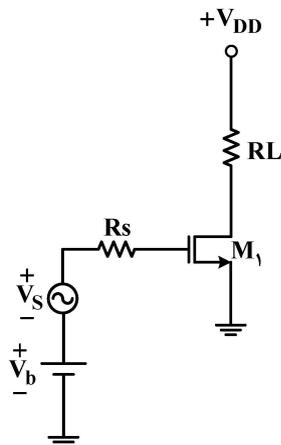
- (۱) ۷۵
- (۲) ۱۰۰
- (۳) ۱۲۵
- (۴) ۱۵۰

۵۲- بهره ولتاژ  $\frac{V_{out}}{V_{in}}$  در مدار زیر و با فرض  $nV_T = 25mV$  چقدر است؟



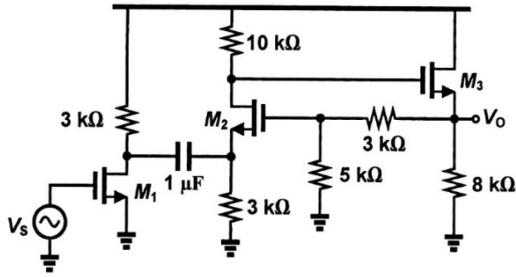
- (۱) ۱۰۰۰
- (۲) ۱۰۰
- (۳) ۵۰۰
- (۴) ۲۵۰

۵۳- در ترانزیستور تقویت کننده زیر، ظرفیت خازن گیت - کانال مقدار غیر صفر دارد.  $M_1$  همواره در اشباع قرار داشته و  $R_S$  مقاومت داخلی منبع سیگنال ورودی است. اگر بهره توان تقویت کننده به صورت نسبت توان ac داده شده به بار، به توان ac در طرف منبع تعریف شود، در خصوص بهره توان این تقویت کننده کدام گزینه درست است؟



- (۱) بهره توان مدار نزدیک به صفر است.
- (۲) بهره جریان تقویت کننده بی نهایت است.
- (۳)  $M_1$  توانی مصرف نمی کند و بهره توان مدار بی نهایت است.
- (۴) به دلیل توان تلف شده در  $R_S$ ، بهره توان مدار مقداری محدود است.

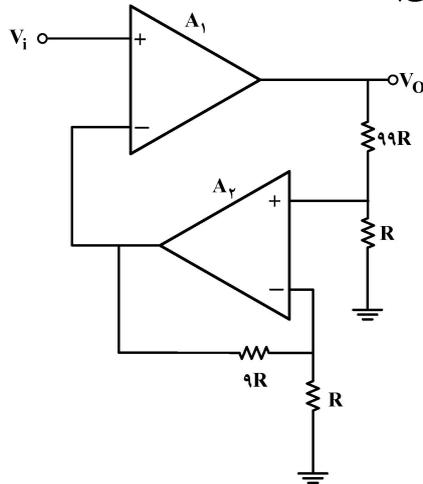
۵۴- در مدار زیر، هر سه ترانزیستور در ناحیه اشباع هستند و داریم  $g_{m1} = g_{m2} = g_{m3} = 1 \text{ ms}$  فرکانس قطع



پایین مدار برحسب هر تیز به کدام گزینه نزدیک تر است؟

- (۱) ۱۰
- (۲) ۳۰
- (۳) ۲۰۰
- (۴) ۹۰۰

۵۵- در مدار زیر، آپ امپ ها ایده آل فرض می شوند. بهره ولتاژ  $\frac{V_O}{V_i}$  چقدر است؟



- (۱) ۹
- (۲) ۱۰
- (۳) ۱۰۰
- (۴) ۱۰۰۰

الکترومغناطیس:

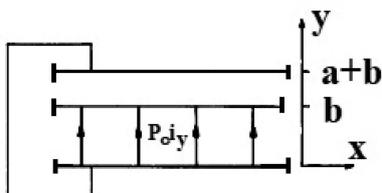
۵۶- مایعی با چگالی بار  $\rho(r)$ ، موجود است که  $r$  نشان دهنده مختصات مکانی است. رابطه بین چگالی بار و پتانسیل حاصل از آن (نسبت به بی نهایت)،  $V(r)$ ، به صورت  $\rho(r) = -\epsilon_0 V(r)$  داده شده است. نسبت ولتاژ بین دو نقطه

با مختصات  $r=1$  و  $r=2$ ،  $\left(\frac{V(1)}{V(2)}\right)$ ، برابر با کدام گزینه است؟

- (۱)  $2e$
- (۲)  $4e^2$
- (۳)  $\frac{4}{e}$
- (۴)  $\frac{1}{\sqrt{e}}$

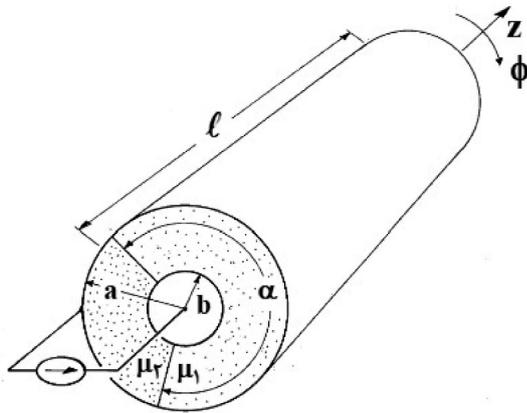
۵۷- مطابق شکل دو صفحه فلزی با ابعاد بی نهایت که در محدوده  $y=0$  تا  $y=a+b$  قرار دارد، با یک سیم به هم متصل شده اند. فاصله مکانی مابین  $y=0$  تا  $y=b$  دارای قطبیده شدگی  $P = P_0 \hat{y}$  است. میدان الکتریکی در محدوده

$y=0$  تا  $y=b$  برابر با کدام گزینه است؟



- (۱)  $\vec{E} = \frac{P_0}{\epsilon_0} \frac{a}{b} \hat{y}$
- (۲)  $\vec{E} = \epsilon_0 P_0 \hat{y}$
- (۳)  $\vec{E} = -\frac{P_0}{\epsilon_0} \frac{a}{b+a} \hat{y}$
- (۴)  $\vec{E} = \frac{P_0}{\epsilon_0} \frac{1}{1+\frac{a}{b}} \hat{y}$

۵۸- مطابق شکل زیر، منبع جریان از سطح استوانه خارجی با طول  $\ell$  و شعاع  $a$  وارد سطح استوانه داخلی با همان طول و شعاع  $b$  وارد می‌شود. فاصله بین  $b < r < a$  به اندازه زاویه  $\alpha$  از ماده با ضریب گذردهی مغناطیسی  $\mu_1$  و مابقی از  $\mu_2$  پر شده است. اندوکتانس ساختار برابر با کدام گزینه است؟



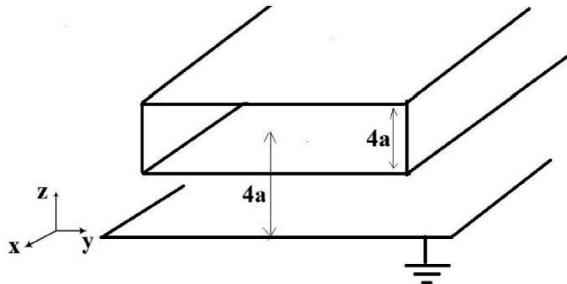
$$L = \frac{\ell \mu_2 \ln\left(\frac{a}{b}\right)}{\alpha + 2\pi} \quad (1)$$

$$L = \frac{\ell \mu_1 \ln\left(\frac{a}{b}\right)}{\left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)\alpha + (2\pi - \alpha)} \quad (2)$$

$$L = \frac{\ell \mu_1 \ln\left(\frac{a}{b}\right)}{\alpha + (2\pi - \alpha)\left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)} \quad (3)$$

$$L = \frac{\ell \mu_2 \ln\left(\frac{a}{b}\right)}{\alpha + (2\pi - \alpha)\left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)} \quad (4)$$

۵۹- یک تیغه با ابعاد بی‌نهایت و ضخامت  $4a$  و چگالی بار حجمی  $\rho = \rho_0 z \left(\frac{C}{m}\right)$  در بالای صفحه مسطح زمین شده هادی کامل بی‌نهایت قرار دارد. فاصله بین مرکز تیغه تا صفحه زمین برابر با  $4a$  است. میدان در صفحه  $z = 3a$  برابر با کدام گزینه است؟



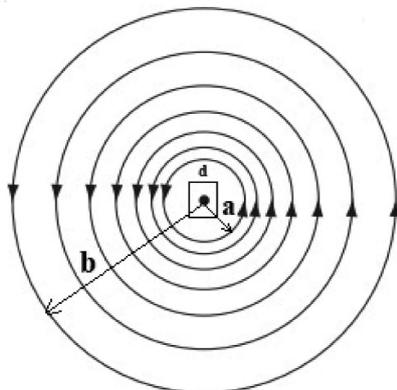
$$E = +\hat{z} \frac{7a^2 \rho_0}{2\epsilon_0} \quad (1)$$

$$E = -\hat{z} \frac{9a^2 \rho_0}{2\epsilon_0} \quad (2)$$

$$E = -\hat{z} \frac{5a^2 \rho_0}{2\epsilon_0} \quad (3)$$

$$E = -\hat{z} \frac{4a^2 \rho_0}{\epsilon_0} \quad (4)$$

۶۰- یک سیم پیچ مسطح دارای  $N$  دور متراکم با شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $b$  است. این سیم پیچ حامل جریان  $I$  است. در مرکز و هم سطح این سیم پیچ، یک مربع با ضلع  $d$  قرار دارد.  $(d \ll a, b)$ . اندوکتانس متقابل برابر با کدام گزینه است؟



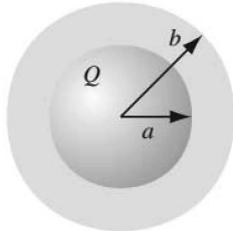
$$M = \frac{\mu_0 N d^2}{2(b-a)} \quad (1)$$

$$M = \frac{\mu_0 N d^2}{2(b-a)} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \quad (2)$$

$$M = \frac{\mu_0 N d^2}{2(b-a) \ln\left(\frac{b}{a}\right)} \quad (3)$$

$$M = \frac{\mu_0 N d^2}{2} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \quad (4)$$

۶۱- یک کره رسانا با بار کل  $Q$  و شعاع  $a$  موجود است. کره با یک عایق با ضریب گذردهی الکتریکی  $\epsilon_r \epsilon_0$  و شعاع  $b$  پوشیده شده است. اختلاف بین بارهای مقید سطحی بر روی دو سطح  $r = a$  و  $r = b$  برابر با کدام گزینه است؟



$$(1) \frac{(\epsilon_r - 1) Q}{4\pi\epsilon_r} \left\{ -\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right\}$$

$$(2) \frac{(\epsilon_r + 1) Q}{4\pi\epsilon_r} \left\{ \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right\}$$

$$(3) \frac{(\epsilon_r + 1) Q}{4\pi\epsilon_r} \left\{ -\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right\}$$

$$(4) \frac{(\epsilon_r - 1) Q}{4\pi\epsilon_r} \left\{ \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right\}$$

۶۲- تابع پتانسیل در ناحیه‌ای از فضا برابر با  $V = -x^2 - xz + 2yz + z^2$  است. میدان الکتریکی در نقطه  $(1, 1, 1)$  برابر کدام گزینه داده شده است؟

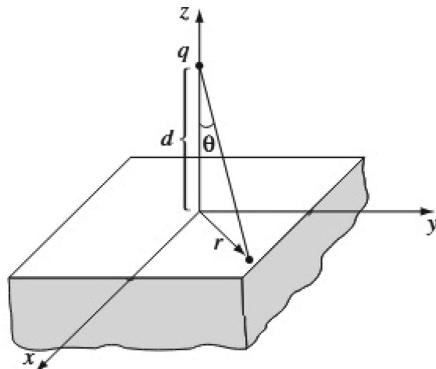
$$(1) 2\hat{y} - 3\hat{z}$$

$$(2) 3\hat{x} + \hat{y} - 5\hat{z}$$

$$(3) 3\hat{x} - 2\hat{y} - 5\hat{z}$$

$$(4) 3\hat{x} + 2\hat{y} - 3\hat{z}$$

۶۳- کل ناحیه زیر صفحه  $z = 0$  مطابق شکل، با ماده دی‌الکتریک خطی یکنواخت با حساسیت‌پذیری الکتریکی  $\chi_e$  پر شده باشد. کل بار القا شده ( $q_b$ ) بر روی سطح  $z = 0$  برابر با کدام گزینه است؟



$$(1) q_b = -\left(\frac{\chi_e}{\chi_e + 2}\right) q$$

$$(2) q_b = -\left(\frac{\chi_e - 1}{\chi_e + 1}\right) q$$

$$(3) q_b = -\left(\frac{1}{\chi_e + 1}\right) q$$

$$(4) q_b = -\left(\frac{\chi_e + 2}{\chi_e}\right) q$$

۶۴- خازن تختی با ظرفیت  $C$  فاراد به یک منبع ولتاژی متصل است. که آن را با جریان متغیر با زمان  $i(t) = kt$  ( $k$  عدد ثابت) شارژ می‌کند. مقدار پتانسیل منبع ولتاژ برابر با کدام گزینه است؟

$$(1) kt$$

$$(2) \frac{kt^2}{2}$$

$$(3) \frac{kt^2}{2C}$$

$$(4) \frac{kt}{2C}$$

۶۵- یک سیم‌لوله استوانه‌ای طویل با شعاع  $R$  و  $N$  دور سیم پیچ فشرده در واحد طول در اختیار داریم که جریان  $I$  از آن می‌گذرد. اگر تنها شعاع سیم‌لوله نصف شود، انرژی ذخیره شده مغناطیسی در واحد طول سیم‌لوله اولیه نسبت به سیم‌لوله جدید چه تغییری می‌کند؟

$$(1) ۲ برابر می‌شود.$$

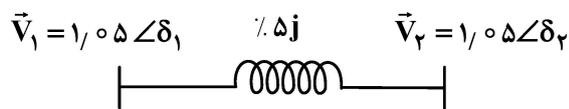
$$(2) ۴ برابر می‌شود.$$

$$(3) ۸ برابر می‌شود.$$

$$(4) تغییری نمی‌کند.$$

تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی - ماشین‌های الکتریکی ۲:

۶۶- اندازه ولتاژ، در هر دو سر خط انتقالی به راکتانس ۵٪ مطابق شکل برابر  $170.5 \text{ PU}$  است. اگر اندازه جریان خط برابر  $2 \text{ PU}$  باشد، زاویه توان خط  $\delta = \delta_1 - \delta_2$  برابر چند رادیان است؟ (از فرض  $\sin \delta \approx \delta$  برای زوایای کوچک استفاده کنید).



$$\frac{1}{21} \quad (1)$$

$$\frac{2}{21} \quad (2)$$

$$\frac{1}{35} \quad (3)$$

$$\frac{3}{35} \quad (4)$$

۶۷- شبکه ۴ باس با ماتریس امپدانس به شکل زیر مفروض است. در کدام یک از باس‌های (۲)، (۳) یا (۴)، خازنی به سوسپتانس  $0.5 \text{ PU}$  قرار گیرد تا بیشترین افزایش در ولتاژ باس (۱) به وجود آید؟ (ولتاژ باس‌ها را قبل از افزودن خازن را یک پریونیت فرض کنید).

$$Z_{\text{bus}} = j \begin{bmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.25 & 0.3 \\ 0.2 & 1 & 0.3 & 0.2 \\ 0.25 & 0.3 & 0.4 & 0.2 \\ 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$2 \quad (1)$$

$$3 \quad (2)$$

$$4 \quad (3)$$

(۴) قراردادن خازن فوق در باس‌های (۲) و (۴)، تأثیر یکسانی روی ولتاژ باس ۱ دارند.

۶۸- سه واحد نیروگاهی با توابع هزینه و محدودیت‌های تولید به صورت زیر برای تغذیه بار  $P_D$  در مدار قرار گرفته‌اند:

$$F_1(P_1) = 300 + 8P_1 + a_1 P_1^2 \left( \frac{\text{R}}{\text{MWh}} \right) \quad 150 \text{ MW} \leq P_1 \leq 600 \text{ MW}$$

$$F_2(P_2) = 400 + 7/4 P_2 + a_2 P_2^2 \left( \frac{\text{R}}{\text{MWh}} \right) \quad 200 \text{ MW} \leq P_2 \leq 600 \text{ MW}$$

$$F_3(P_3) = 200 + 6/2 P_3 + a_3 P_3^2 \left( \frac{\text{R}}{\text{MWh}} \right) \quad 200 \text{ MW} \leq P_3 \leq 800 \text{ MW}$$

با فرض بهره‌برداری اقتصادی، در تمام توان‌های بار  $750 \text{ MW} < P_D < 550 \text{ MW}$ ، فقط نیروگاه (۳) در جبران تغییرات کوچک بار مشارکت می‌کند. ولی وقتی توان بار از  $750 \text{ MW}$  بیشتر می‌شود، هر سه نیروگاه در جبران تغییرات کوچک بار مشارکت می‌کنند. اگر در توان بار برابر  $750 \text{ MW}$ ، هزینه افزایشی تأمین بار معادل  $8/6 \frac{\text{R}}{\text{MW}}$  باشد، آنگاه با افزایش

توان بار، بالاتر از چه توان باری بر حسب  $\text{MW}$ ، فقط دو نیروگاه در جبران تغییرات کوچک بار مشارکت می‌کنند؟

$$1620 \quad (1)$$

$$1755 \quad (2)$$

$$1800 \quad (3)$$

$$1840 \quad (4)$$

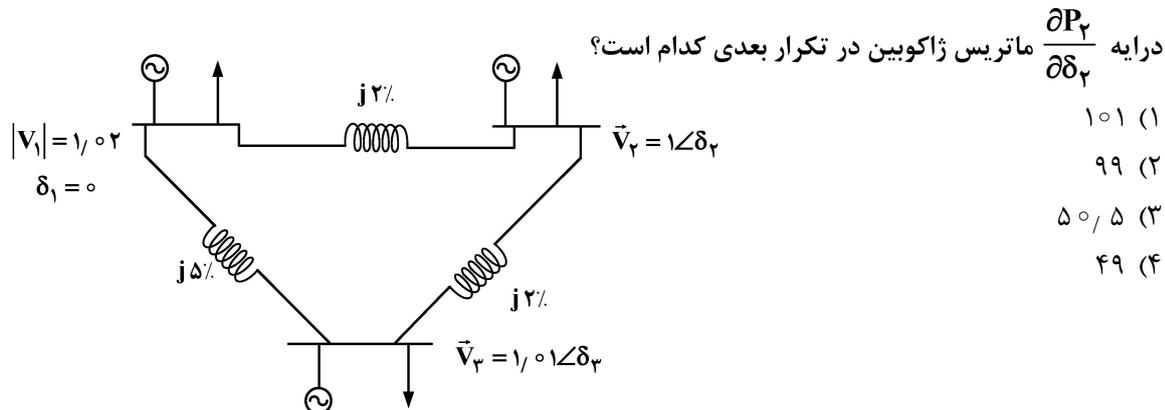
۶۹- دو ژنراتور سنکرون مشابه  $50\text{ HZ}$  با راکتانس‌های گذرای محور مستقیم  $X'_d = 0.8\text{ PU}$  در مبنای مشترک شبکه، به موازات هم، از طریق یک ترانسفورمر مشترک و خط انتقال بدون تلفات هر کدام به راکتانس  $10\%$ ، به باس بی‌نهایت با ولتاژ  $1\angle 0^\circ$  وصل شده‌اند و در شرایط مشابه بهره‌برداری با ولتاژ گذارای داخلی  $1.2\angle \delta$  با هم توان اکتیوی برابر توان نامی را تولید می‌کنند. خطای سه‌فاز متقارنی در ابتدای خط اتفاق می‌افتد و پس از  $200\text{ ms}$ ، زاویه داخلی ژنراتورها را به  $\delta = 66^\circ$  می‌رساند. اگر فقط یکی از ژنراتورها در مدار بود با همان توان تولیدی قبلی خود ( $50\%$ )، در خطایی مشابه، پس از چند میلی‌ثانیه، فرکانس ژنراتور  $50\text{ HZ}$  منحرف می‌شود؟

- (۱) ۲۰
- (۲) ۴۰
- (۳) ۸۰
- (۴) ۱۲۰

۷۰- در شبکه سه باس زیر، باس‌های (۲) و (۳) از نوع کنترل ولتاژ هستند. در محاسبات پخش بار به روش نیوتن-رافسون کامل، پس از انجام تکرار  $n$ ، مقادیر زیر برای توان‌های حقیقی و راکتیو تزریقی باس‌ها به دست آمده است:

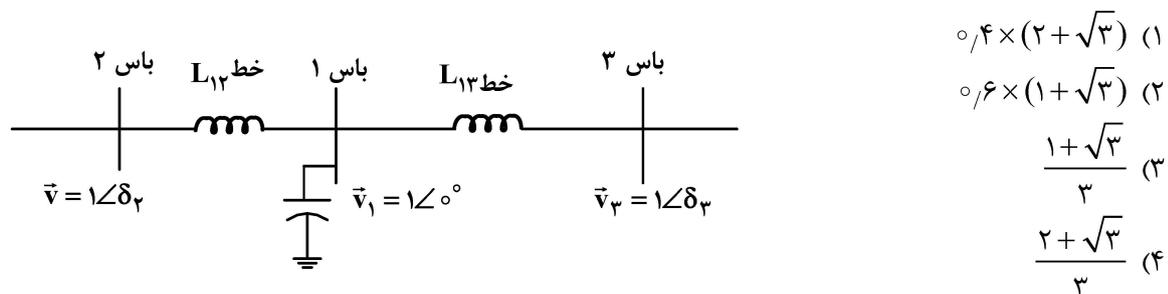
$$P_2^{(n)} = +1.5\text{ PU}, Q_2^{(n)} = 1\text{ PU}, P_3^{(n)} = -1.1\text{ PU}, Q_3^{(n)} = -0.5$$

درایه ماتریس ژاکوبین در تکرار بعدی کدام است؟



- (۱) ۱۰۱
- (۲) ۹۹
- (۳) ۵۰/۵
- (۴) ۴۹

۷۱- در شکل زیر، اندازه ولتاژ تمام باس‌ها برابر واحد است و خطوط بدون تلفات هستند. راکتانس خط  $L_{12}$ ،  $20\%$  بزرگتر از راکتانس خط  $L_{13}$  است. اگر  $\delta_3 = -30^\circ$  باشد، مصرف راکتیو خط  $L_{12}$ ، چند برابر خط  $L_{13}$  است؟



- (۱)  $0.4 \times (2 + \sqrt{3})$
- (۲)  $0.6 \times (1 + \sqrt{3})$
- (۳)  $\frac{1 + \sqrt{3}}{3}$
- (۴)  $\frac{2 + \sqrt{3}}{3}$

۷۲- شبکه دو باس با ماتریس امپدانس به شکل زیر مفروض است:

$$Z = j \begin{bmatrix} ۰/۲ & ۰/۱ \\ ۰/۱ & ۰/۱۵ \end{bmatrix}$$

خط انتقال واصل بین باس‌های ۱ و ۲، با خازن سری  $۰/۵\%$  جبران می‌شود. ماتریس امپدانس جدید چگونه خواهد بود؟

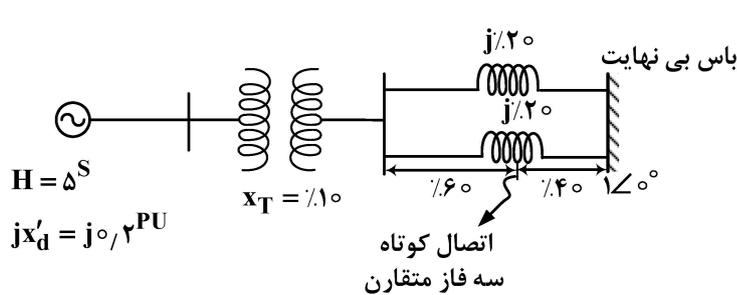
$$j \begin{bmatrix} \frac{۴}{۲۵} & \frac{۲}{۲۵} \\ \frac{۲}{۲۵} & \frac{۶}{۲۵} \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$j \begin{bmatrix} ۰/۱۵ & ۰/۰۵ \\ ۰/۰۵ & ۰/۱ \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$j \begin{bmatrix} \frac{۵}{۳۵} & \frac{۲}{۳۵} \\ \frac{۲}{۳۵} & \frac{۶}{۳۵} \end{bmatrix} \quad (۳)$$

$$j \begin{bmatrix} \frac{۶}{۳۵} & \frac{۴}{۳۵} \\ \frac{۴}{۳۵} & \frac{۵}{۳۵} \end{bmatrix} \quad (۴)$$

۷۳- ژنراتور سنکرون  $۵۰\text{ HZ}$ ، با راکتانس گذرای محور طولی برابر  $۰/۲\text{ PU}$  و ثابت اینرسی  $۵$  ثانیه، از طریق ترانسفورمر با راکتانس نشتی  $۰/۱\%$  و دو خط انتقال موازی هر یک به راکتانس  $۰/۲\%$ ، همگی پریونیت شده در پایه مشترک شبکه و همگی بدون تلفات، به باس بی‌نهایت با ولتاژ  $۱\angle ۰^\circ$  وصل شده است و  $۰/۷۵$  توان نامی را در ضریب توان  $۰/۸$  پس فاز به باس بی‌نهایت تزریق می‌کند. ولتاژ اتصال باز ژنراتور،  $۰/۲\%$  بالاتر از ولتاژ نامی است. مطابق شکل، خطای سه فاز متقارن روی یکی از خطوط در فاصله  $۰/۶\%$  از سمت ترانسفورمر و  $۰/۴\%$  از سمت باس بی‌نهایت اتفاق می‌افتد. کدام گزینه، معادله دیفرانسیل صحیح مدت حین خطا را برای زاویه روتور ژنراتور نشان می‌دهد؟



$$\frac{۰/۱}{\pi} \frac{d^2\delta}{dt^2} = ۰/۶ - ۰/۴ \sin \delta \quad (۱)$$

$$\frac{۰/۱}{\pi} \frac{d^2\delta}{dt^2} = ۰/۶ - ۱/۲ \sin \delta \quad (۲)$$

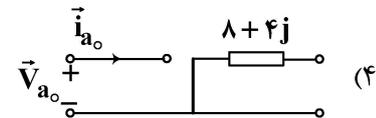
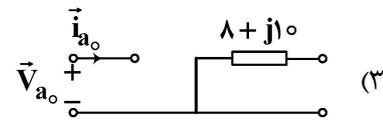
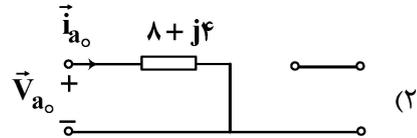
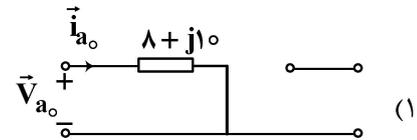
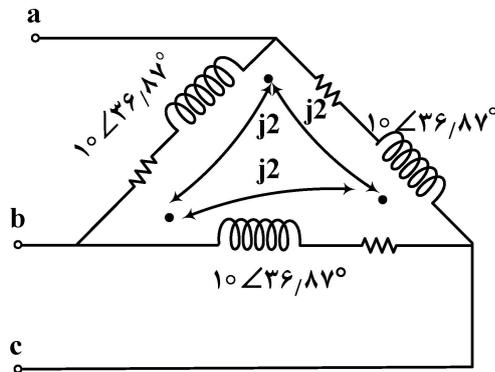
$$\frac{۰/۱}{\pi} \frac{d^2\delta}{dt^2} = ۰/۶ - ۰/۸ \sin \delta \quad (۳)$$

$$\frac{۰/۱}{\pi} \frac{d^2\delta}{dt^2} = ۰/۶ \quad (۴)$$

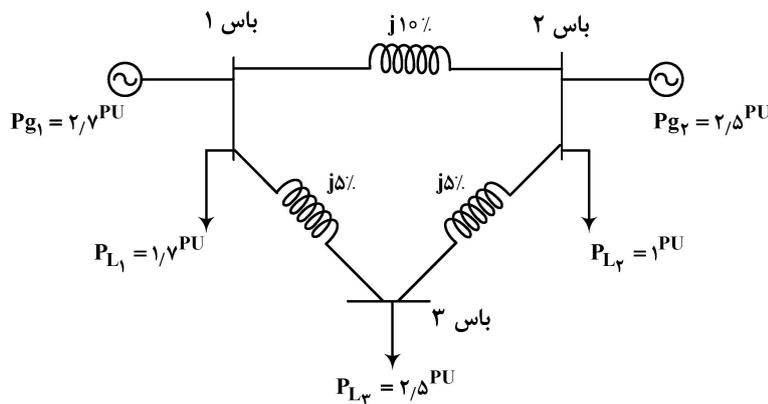
۷۴- بار سه فاز با اتصال مثلث مطابق شکل دارای امپدانس  $10 \angle 36.87^\circ$  پریونیت بر هر فاز است که با فازهای مجاور ترویج  $j2$  پریونیت دارد. مدار توالی صفر این مدار چگونه خواهد بود؟

$$\vec{Z}_{aa} = \vec{Z}_{bb} = \vec{Z}_{cc} = 10 \angle 36.87^\circ$$

$$\vec{Z}_{ab} = \vec{Z}_{bc} = \vec{Z}_{ca} = j2$$



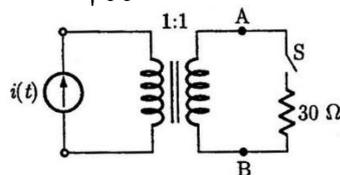
۷۵- در شبکه سه باس بدون تلفات شکل زیر، باس (۱) باس اسلک بوده و اندازه ولتاژ همه باسها برابر ۱ پریونیت و زاویه همه آنها کوچک است ( $\sin \delta_i \approx \delta_i$ )، به طوری که از پخش بار DC برای انجام محاسبات استفاده شده است. مقدار امپدانس خطوط و پارامترهای باسها برحسب پریونیت در مبنای مشترک در شکل داده شده است. اگر بار واقع روی باس (۲)، از ۱ به ۱/۵ پریونیت افزایش یابد (جبران توسط باس اسلک)، توان انتقالی از باس (۲) به باس (۳) چه تغییری می کند؟



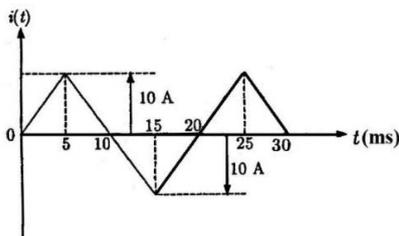
- (۱) پریونیت کاهش  $0.25$
- (۲) پریونیت افزایش  $0.25$
- (۳) پریونیت کاهش  $0.333$
- (۴) پریونیت افزایش  $0.333$

۷۶- در شکل زیر، نمودار مداری یک ترانسفورماتور دو سیم پیچه بدون تلفات و شار مغناطیسی نشنی با شکل موج

جریان نشان داده شده در زیر، تحریک می شود. اندوکتانس مغناطیس کنندگی ترانسفورماتور  $\frac{\pi}{400} \text{ mH}$  است.



حداکثر ولتاژ بین نقاط A و B با کلید باز S، چند ولت است؟



(۱)  $\frac{\pi}{200}$

(۲)  $\frac{\pi}{400}$

(۳)  $\frac{\pi}{800}$

(۴)  $\frac{\pi}{400}$

۷۷- تلفات مسی طرف فشار قوی و ضعیف یک ترانسفورماتور تک فاز ۲۰۰/۲۰۰ ولت در تغذیه یک بار اهمی به ترتیب، برابر ۲۰۰ وات و ۱۹۲ وات است. مقاومت سیم پیچی های فشار قوی و ضعیف به ترتیب، برابر ۲ اهم و ۰/۳ اهم و مقاومت شاخه موازی از دید فشار قوی برابر ۶ اهم است. اگر اندوکتانس مغناطیس کنندگی خیلی بزرگ فرض شود و از اندوکتانس پراکندگی سیم پیچی فشار ضعیف چشم پوشی شود، تلفات هسته چند وات است؟

(۲) ۲۴۰

(۱) ۱۸۰

(۴) ۳۹۲

(۳) ۳۲۰

۷۸- یک ترانسفورماتور تک فاز ۸ kVA، ۲۰۰/۴۰۰ ولت و ۵۰ هرتز دارای نتایج آزمایش استاندارد زیر است. تنظیم ولتاژ در بار اسمی و ضریب توان ۰/۸ پس فاز، تقریباً چند درصد است؟ (راهنمایی:  $\sqrt{2} \approx 1/4$ ،  $\sqrt{3} \approx 1/7$  و  $\sqrt{5} \approx 2/2$  فرض شود).

(۱) ۲/۲

(۲) ۶/۲

(۳) ۷/۱

(۴) ۱۲/۴

۷۹- یک ترانسفورماتور تک فاز ۱۰۰/۱۲۰ ولت، ۶ کیلو ولت آمپر، به صورت یک اتوترانسفورماتور افزایشنده با ولتاژ ورودی ۱۰۰ ولت به کار می رود. کدام بار مقاومتی بر حسب اهم به خروجی این اتوترانسفورماتور وصل شود تا حداکثر توان قابل دریافت به آن منتقل شود؟

(۲) ۲/۲

(۱) ۱/۲

(۴) ۴/۴

(۳) ۲/۴

۸۰- در یک موتور القایی سه فاز ۶۰ هرتز، ۶ قطبی، از تلفات چرخشی صرف نظر می شود و تلفات اهمی استاتور و روتور برابر هستند. نسبت بازده موتور در سرعت ۹۶۰ دور بر دقیقه به بازده آن در سرعت ۶۰۰ دور بر دقیقه، کدام است؟

(۱) ۲

(۲) ۱/۵

(۳) ۱

(۴) ۰/۵

۸۱- یک موتور القایی سه فاز روتور سیم پیچی شده ۴ قطب، ۵۰ هرتز، ۴۰۰ ولت مفروض است. استاتور و روتور به ترتیب با اتصال مثلث و ستاره بسته شده اند. هر فاز سیم پیچی روتور یک چهارم تعداد دور هر فاز سیم پیچی استاتور را دارد. سرعت محور در بار کامل ۱۴۵۵ دور بر دقیقه است. مقاومت روتور از دو سر ترمینال آن ۰/۶ اهم و راکتانس ناشی آن در حالت سکون برای هر فاز یک اهم است. از تلفات اهمی و پراکندگی سیم پیچی های استاتور صرف نظر می شود. در شرایط بار کامل، توان ورودی روتور چند وات است؟

(۱) ۱۰۰۰

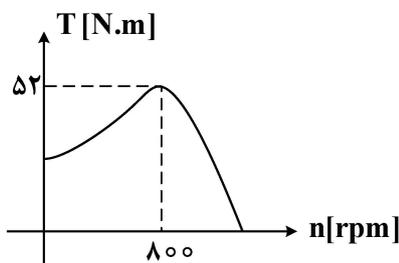
(۲) ۱۵۰۰

(۳) ۳۰۰۰

(۴) ۱۲۰۰۰

۸۲- منحنی گشتاور - سرعت یک موتور القایی سه فاز ۶ قطب، ۵۰ هرتز به شکل زیر است. مقاومت هر فاز روتور

اهم است. اگر از امیدانس سری استاتور صرف نظر شود، جریان راه اندازی روتور، چند آمپر است؟



(۱)  $6\sqrt{3}$

(۲)  $3\sqrt{6}$

(۳) ۶

(۴) ۸

۸۳- دو موتور القایی سه فاز A و B به ترتیب دارای ۶ و ۲ قطب بدون بار به هم کوپل مکانیکی شده و کار می کنند. استاتور موتور B از روتور موتور A تغذیه می شود. جریان های فاز a استاتور ( $i_{as}$ ) و روتور ( $i_{ar}$ ) موتور A به صورت زیر هستند. لغزش ماشین B و رژیم کاری آن، کدام است؟

$$\text{موتور A} \begin{cases} i_{as} = 100 \cos(120\pi t - \frac{\pi}{6}) \\ i_{ar} = 5 \cos(12\pi t - \phi_r) \end{cases}$$

(۱) ۲- و ترمزی (۲) ۲- و ژنراتوری (۳) ۴ و ژنراتوری (۴) ۴ و ترمزی

۸۴- دو قفسه یک موتور القایی دو قفسه ای سه فاز، ۵۰ Hz، ۴ قطب و اتصال  $\Delta$  دارای امیدانس های در حال سکون برابر  $(3 + j4)$  و  $(9 + j3)$  اهم بر فاز است. اگر حداکثر ولتاژ مؤثر روتور ۲۰۰ ولت بر فاز باشد، گشتاور خالص تولیدی در حال سکون چند نیوتن متر است؟ ( $\pi = 3$  در نظر گرفته شود).

(۱) ۱۹۲

(۲) ۱۷۶

(۳) ۱۳۴

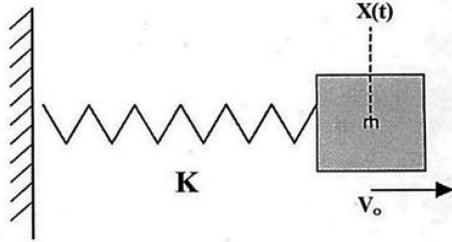
(۴) ۱۶

۸۵- در یک موتور القایی سه فاز ۴ قطب و ۵۰ هرتز روتور سیم پیچی شده، سیم بندی روتور باز شده و سطح مقطع تمام هادی ها نصف و تعداد دور آنها دو برابر شده است. مقدار جریان روتور و گشتاور در راه اندازی تقریباً چگونه تغییر می کنند؟ (فرض کنید آرایش و ضریب سیم پیچی برای هر دو حالت یکسان است).

(۱) جریان روتور  $\frac{1}{4}$  و گشتاور ثابت می ماند. (۲) جریان روتور و گشتاور هر دو ثابت می ماند.

(۳) جریان روتور  $\frac{1}{4}$  و گشتاور  $\frac{1}{4}$  می شود. (۴) جریان روتور  $\frac{1}{4}$  و گشتاور  $\frac{1}{4}$  می شود.

۸۶- در سیستم مکانیکی زیر، اگر جابه‌جایی اولیه جسم  $x(0) = 2$  و سرعت اولیه آن برابر ۵ باشد، پاسخ جابه‌جایی کدام است؟



$$x(t) = 2 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) + 5 \sqrt{\frac{m}{k}} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) \quad (1)$$

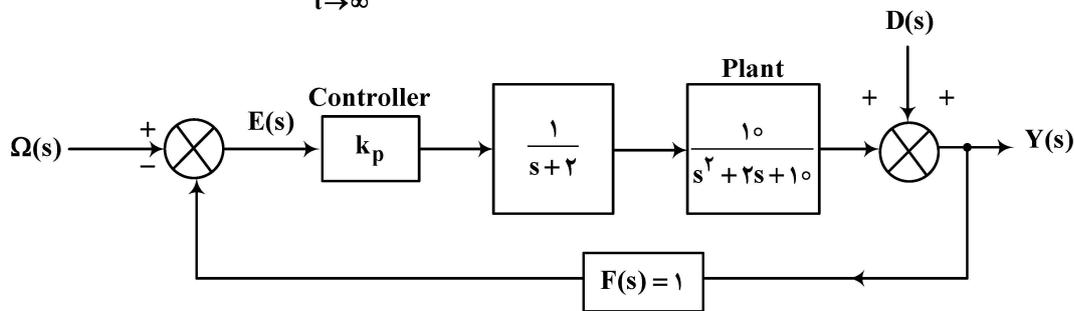
$$x(t) = 2 \sqrt{\frac{m}{k}} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) + 5 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) \quad (2)$$

$$x(t) = 2 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) + 5 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) \quad (3)$$

$$x(t) = 2 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) + 5 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) \quad (4)$$

۸۷- سیستم کنترل ترسیم شده در شکل زیر مفروض است. که در آن  $D(s) = \frac{1}{s+2}$  اغتشاش و  $\Omega(s) = \frac{1}{s}$  ورودی

سیستم است. به ازای چه مقداری از  $k_p$ ، خطای حالت ماندگار  $e_{ss} = \lim_{t \rightarrow \infty} (y(t) - \omega(t))$  صفر می‌شود؟



(۱) ۲

(۲) ۱۰

(۳) ۲۰

(۴) مقداری برای  $k_p$  وجود ندارد.

۸۸- اگر سیستمی با معادله مشخصه  $\Delta(s) = s^6 + 3s^5 + 6s^4 + xs^3 + 11s^2 + 9s + 6 = 0$  پایدار مرزی با دو جفت

قطب موهومی باشد، مقدار  $x$  چقدر می‌تواند باشد؟

(۱) ۹

(۲) ۱۲

(۳) ۱۵

(۴) ۱۸

۸۹- یک سیستم کنترلی با تابع تبدیل حلقه‌باز  $G(s) = \frac{ke^{-\theta s}}{\left(\frac{9\sqrt{3}}{\pi} s + 1\right)^2}$  و فیدبک واحد منفی در نظر بگیرید.  $\theta$  چقدر

باشد که حداقل خطای مانا به ورودی پله واحد مساوی ۰/۲ شود؟

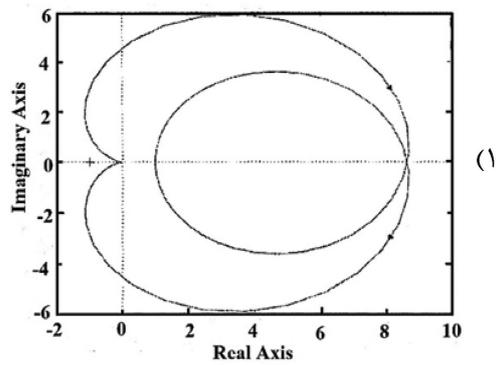
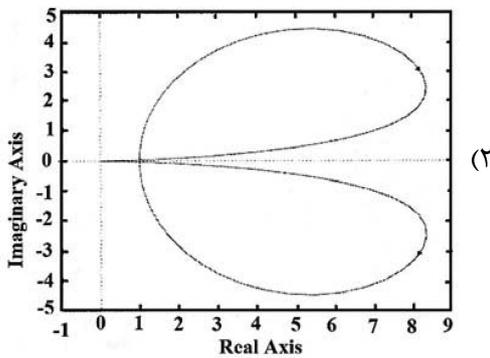
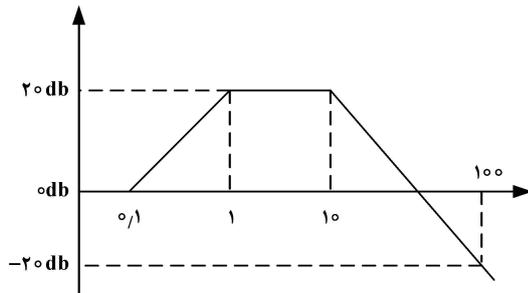
(۱)  $\theta = 3$

(۲)  $\theta = 1$

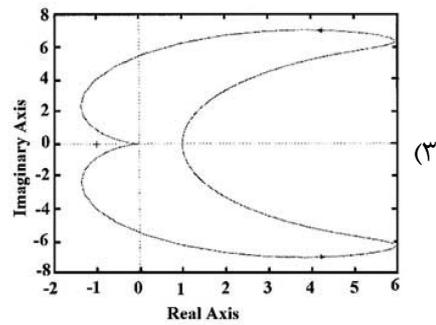
(۳)  $\theta = 2$

(۴)  $\theta = 4$

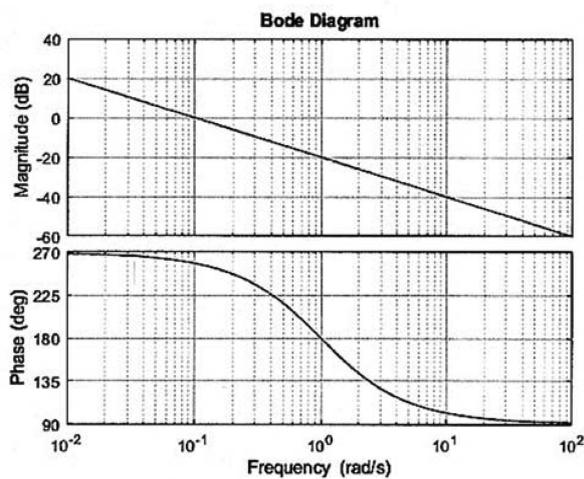
۹۰- دیاگرام اندازه تابع تبدیل حلقه باز یک سیستم در شکل زیر داده شده است. کدام گزینه می تواند نشان دهنده دیاگرام قطبی تابع تبدیل مورد نظر باشد؟



(۴) هر سه مورد



۹۱- نمودار بودی تابع تبدیل  $G(s)$  در شکل زیر رسم شده است. تابع تبدیل  $KG(s)$  در مسیر مستقیم یک حلقه فیدبک واحد قرار دارد. به ازای کدام مقدار  $K$ ، سیستم حلقه بسته، ۲ قطب در نیم صفحه سمت راست دارد؟



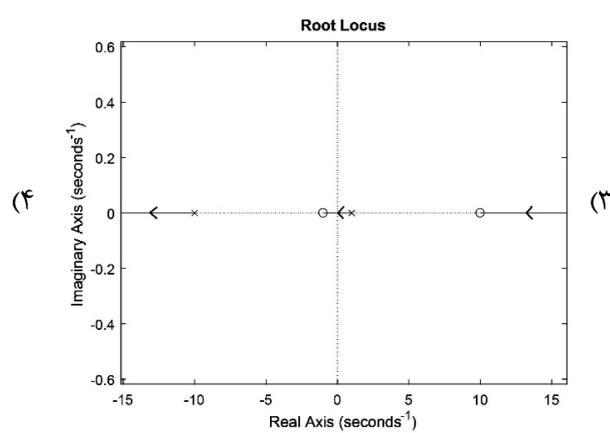
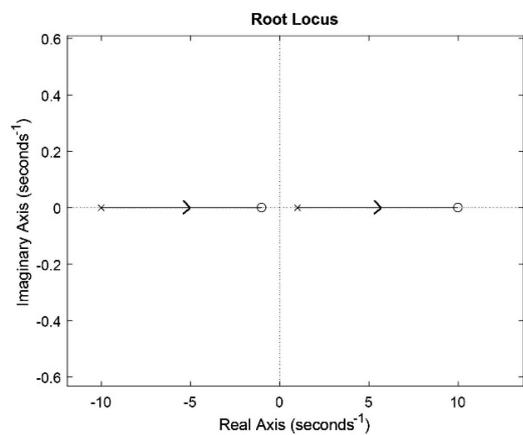
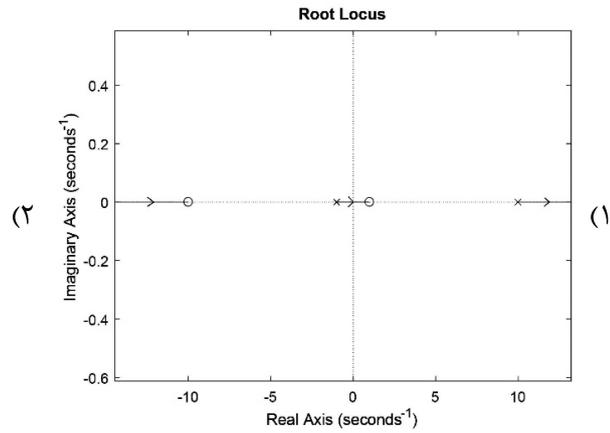
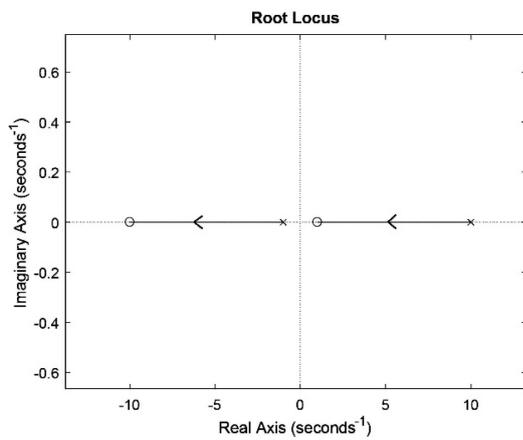
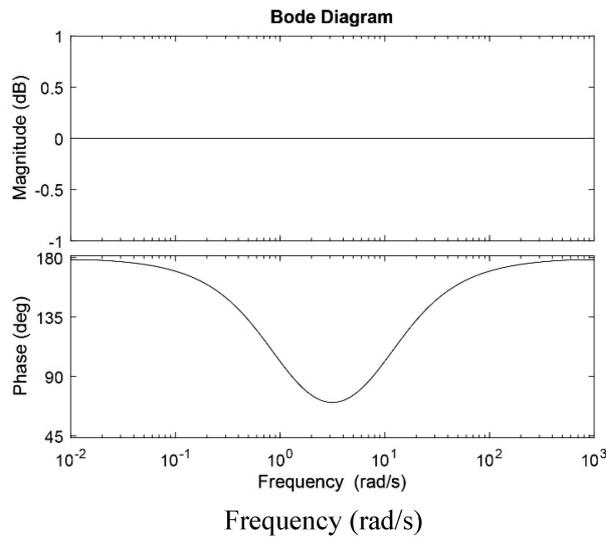
(۱) ۱-

(۲) ۱

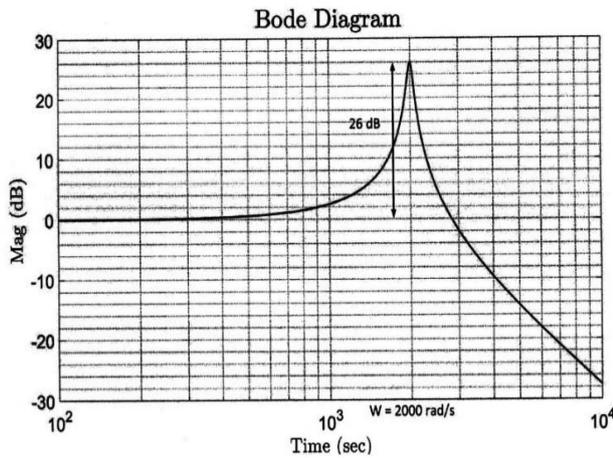
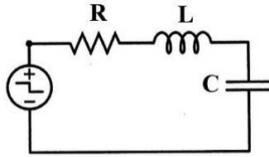
(۳) ۵

(۴) ۲۰

۹۲- دیاگرام بودی تابع تبدیل حلقه یک سیستم فیدبک واحد منفی در شکل نمایش داده شده است. کدام مورد مکان هندسی ریشه‌های سیستم را نمایش می‌دهد؟ ( $K > 0$ )



۹۳- در شکل زیر نمودار بودی (اندازه) مدار RLC سری نمایش داده شده که خروجی آن ولتاژ خازن در نظر گرفته شده است. اگر  $L = 1\text{mH}$  و  $C = 25\ \mu\text{F}$  باشد، مقدار مقاومت چند اهم است؟  $(\sqrt{625 \times 10^{-6}} = 0,25)$  و  $(\sqrt{0,9975} = 0,9987)$



- ۱ (۱)
- ۳ (۲)
- ۱ (۳)
- ۳ (۴)

۹۴- تابع تبدیل  $KG(s)$  در مسیر مستقیم یک حلقه فیدبک واحد منفی قرار دارد و سیستم حلقه بسته پایدار است. اندازه پاسخ فرکانسی  $KG(s)$  در فرکانس  $\omega = 0,1$  برابر با  $0\text{dB}$  است. با توجه به تابع تبدیل  $G(s)$ ، اندازه

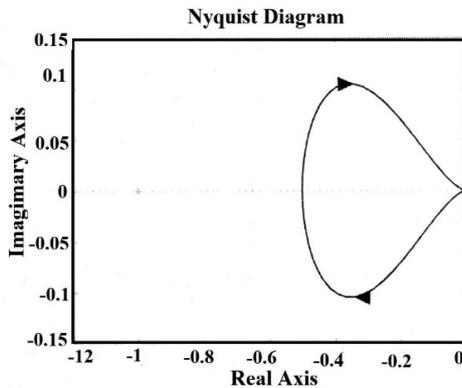
$$G(s) = \frac{s-1}{s(s+1)}$$

خطای ماندگار سیستم حلقه بسته به ورودی شیب واحد چقدر است؟

- (۱)
- ۱ (۲)
- ۱۰ (۳)
- $\infty$  (۴)

۹۵- سیستم حلقه باز با تابع تبدیل زیر را در نظر بگیرید. دیاگرام نایکوئیست آن مطابق شکل داده شده است. با کدام کنترل کننده تحقق پذیر، می توان سیستم حلقه بسته را پایدار کرد؟

$$G(s) = \frac{1}{(s-2)(s+1)}$$



- $C(s) = 3$  (۱)
- $C(s) = 10(s+1)$  (۲)
- $C(s) = \frac{k(s+20)}{s+1}$  (۳)
- $C(s) = \frac{k(s+1)}{s+20}$  (۴)