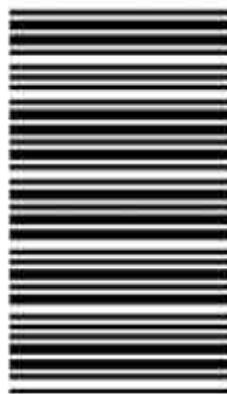


408

C



408C

نام :

نام خانوادگی :

محل امضاء :

دفترچه شماره ۲  
عصر پنجمینه  
۹۳/۱۱/۱۶



اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.  
امام خمینی (ره)

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

## آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل – سال ۱۳۹۴

### مجموعه مهندسی برق – کد ۱۲۵۱

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سوال: ۹۶

#### عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سوال	از شماره	تا شماره
۱	سیستمهای کنترل خط	۱۲	۵۵	۶۶
۲	تجزیه و تحلیل سیستمهای	۱۲	۶۷	۷۸
۳	بررسی سیستمهای قدرت ۱	۱۲	۷۹	۹۰
۴	مدار منطقی و ریزبردازندگان	۱۲	۹۱	۱۰۲
۵	الکترونیک ۱ و ۲	۱۲	۱۰۳	۱۱۴
۶	ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲	۱۲	۱۱۵	۱۲۶
۷	الکتروموگنطیس	۱۲	۱۲۷	۱۲۸
۸	مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی	۱۲	۱۳۹	۱۵۰

\* برای داوطلبان گرایش مهندسی پزشکی انتخاب یکی از دو درس ردیفهای ۷ و ۸ اجباری است.

این آزمون نمره منفی دارد.

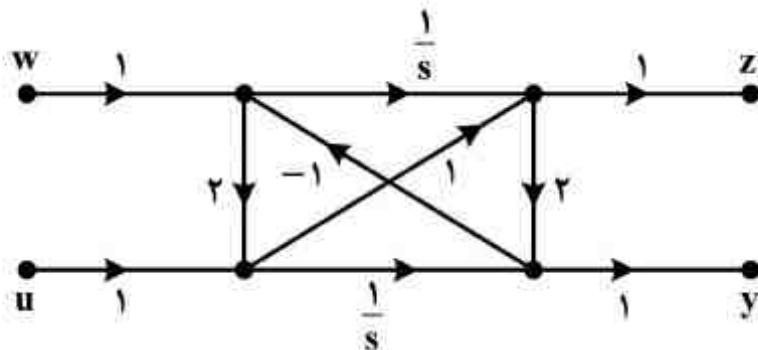
استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

بهمن ماه - سال ۱۳۹۳

حق جای، تکثیر و انتشار سوالات به هر روش (الکترونیکی و ...) بس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با مخالفین برابر مقررات رفتار می‌تود.

سیستم‌های کنترل خطی:

۵۵- شکل زیر یک سیستم دو دهانه را نشان می‌دهد. اگر قانون کنترلی به شکل  $u = -ky$  تعریف گردد،تابع



تبديل  $\frac{z}{w}$  کدام است؟

$$\frac{s+k}{s^2 + (k+4)s} \quad (1)$$

$$\frac{2s^2 + s + k}{5s^2 + ks} \quad (2)$$

$$\frac{2s^2 + s + k}{5s^2 + (4+k)s} \quad (3)$$

$$\frac{2s^2 + s + k}{(5+2k)s^2 + (4+k)s} \quad (4)$$

۵۶- بخشی از جدول را متناظر با یک سیستم مرتبه ۷ به شکل زیر داده شده است. در مورد پایداری سیستم گزینه صحیح کدام است؟ (تمام پارامترهای جدول غیر از K مثبت هستند).

$S^7$	A	B	C	D
$S^6$	E	F	G	H
$S^5$	I	J	K	0

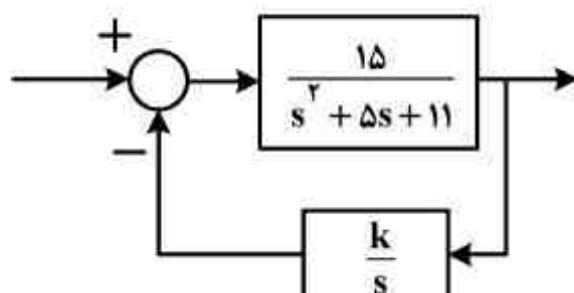
(۱) پایدار

(۲) ناپایدار

(۳) پایدار مرزی

(۴) بدون دانستن مقادیر عددی پارامترها نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۵۷- سیستم کنترلی زیر را درنظر بگیرید. برای اینکه فقط دو قطب سیستم حلقه بسته در محدوده  $-2 < \text{Re}(s) < 0$  قرار گیرند، کدام بازه  $k$  صحیح است؟



$$\frac{1}{5} < k < \frac{11}{3} \quad (1)$$

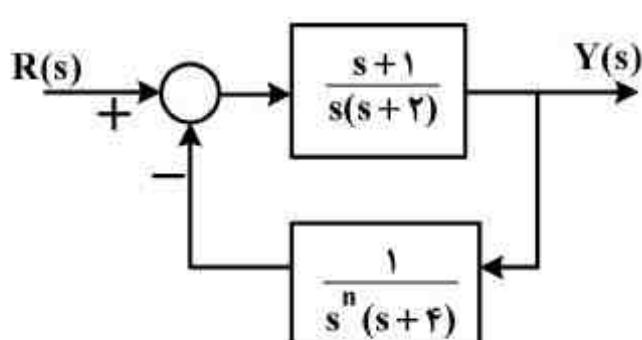
$$\frac{2}{3} < k < \frac{11}{3} \quad (2)$$

$$\frac{7}{15} < k < \frac{11}{3} \quad (3)$$

(۴) امکان پذیر نیست.

۵۸- در سیستم شکل زیر، برای  $n \geq 0$  و ورودی پله واحد، با توجه به تعریف خطای دائم سیستم به صورت

$$e_{ss} = \lim_{t \rightarrow \infty} (r(t) - y(t))$$



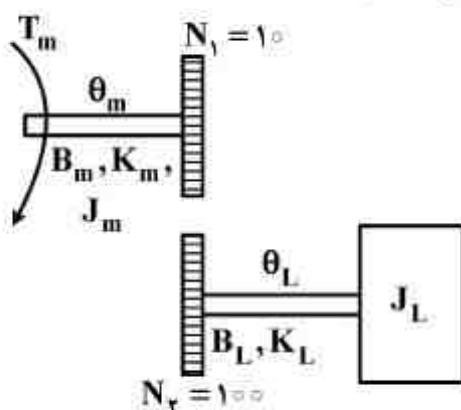
(۱) برای  $n > 2$  سیستم ناپایدار است.

(۲) برای  $n \geq 0$  خطای حالت دائم سیستم صفر است.

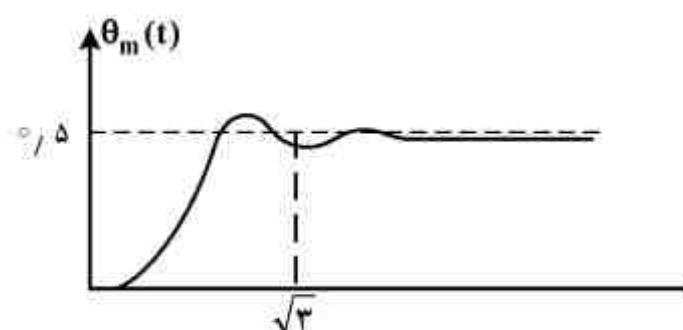
(۳) برای  $n = 0$  خطای حالت دائم پاسخ پله سیستم  $e_{ss} = -3$  است.

(۴) هر دو گزینه ۱ و ۳ صحیح است.

- ۵۹- سیستم شکل الف شفت یک موتور DC را که توسط جعبه دنده به بار مکانیکی  $J_L$  متصل شده است، نشان می‌دهد. شکل ب، پاسخ زاویه شفت موتور  $(\theta_m(s))$  را به ورودی پله واحد  $(T_m(s) = \frac{1}{\delta})$  نشان می‌دهد، در صورتی که  $K_L = 100$  بوده و بدانیم زاویه قطب‌های سیستم با محور حقیقی برابر  $60^\circ$  درجه است، مقادیر  $\omega_n$  (فرکانس طبیعی سیستم) و  $k_m$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



شكل الف



شكل ب

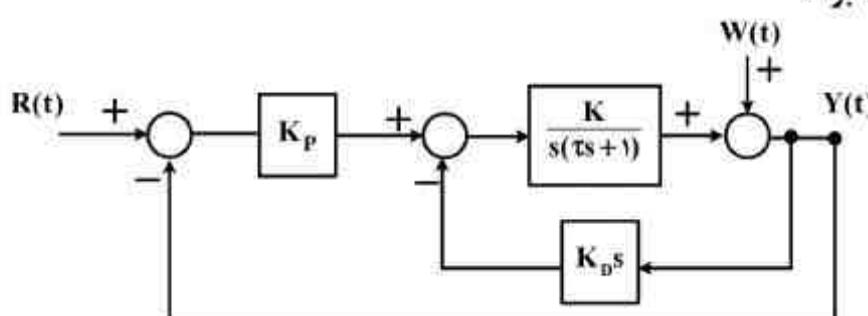
$$2, \frac{2\pi}{3} \quad (2)$$

$$2, \frac{4\pi}{3} \quad (4)$$

$$1, \frac{2\pi}{3} \quad (1)$$

$$1, \frac{4\pi}{3} \quad (3)$$

- ۶۰- سیستم زیر را در نظر بگیرید. اگر سیگنال‌های  $W(t)$  و  $R(t)$  پله واحد باشند، خطای حالت دائم ناشی از  $W(t)$  و  $R(t)$  به ترتیب چگونه خواهد بود؟

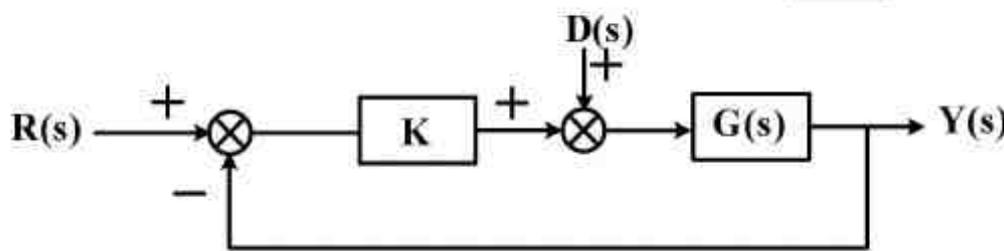


- (۱) صفر - صفر  
(۲) صفر - نامحدود  
(۳) غیر صفر محدود - صفر  
(۴) غیر صفر محدود - نامحدود

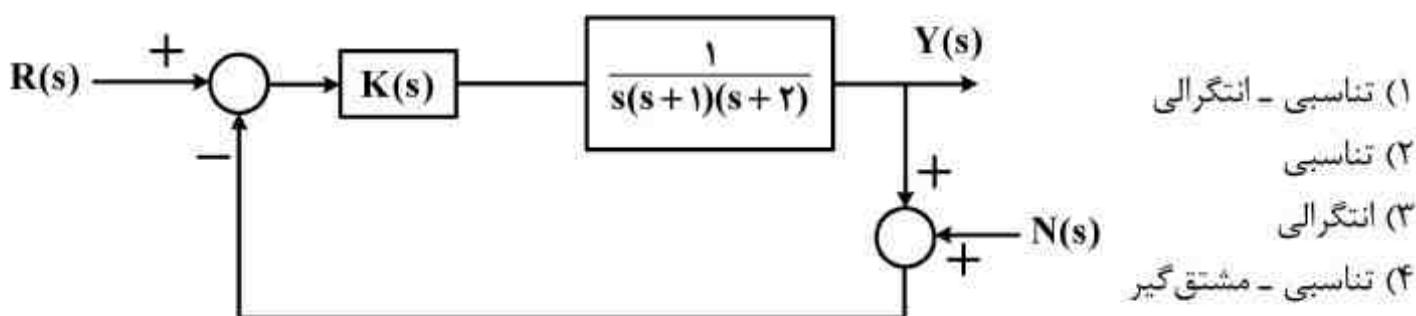
- ۶۱- گزینه صحیح کدام است؟

- (۱) همه قطب‌هایی که روی خط  $s = -2\sigma$  قرار می‌گیرند زمان نشست معادل ۲ ثانیه (با معیار دو درصد) دارند.  
(۲) فرکانسی که منحنی نایکوئیست در آن محور حقیقی را قطع می‌کند، جزو مکان ریشه‌های سیستم است ( $0 < k < \infty$ ).  
(۳) اغتشاشی که مستقیماً به خروجی سیستم وارد می‌شود راحت‌تر از اغتشاشی که به ورودی سیستم وارد می‌شود، حذف می‌شود.  
(۴) اگر سیستم ناکمینه فاز باشد، حتماً پدیده پایین زدگی (undershoot) در پاسخ پله رخ می‌دهد.

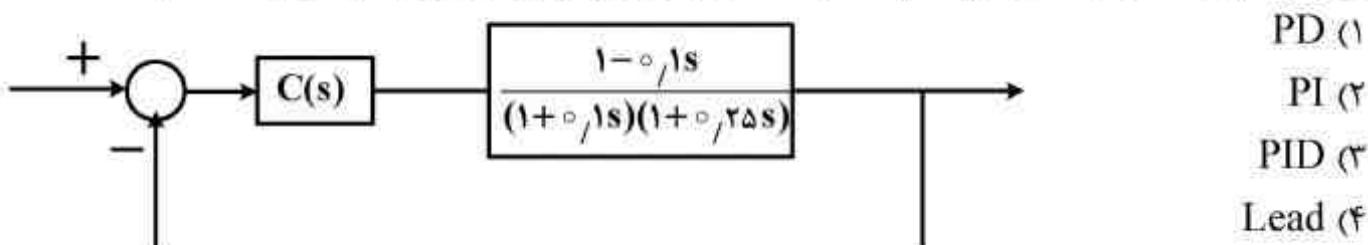
- ۶۲- در سیستم زیر  $G(s)$  یک سیستم مرتبه دوم پایدار با قطب‌های مختلف می‌باشد. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این سیستم نادرست است؟



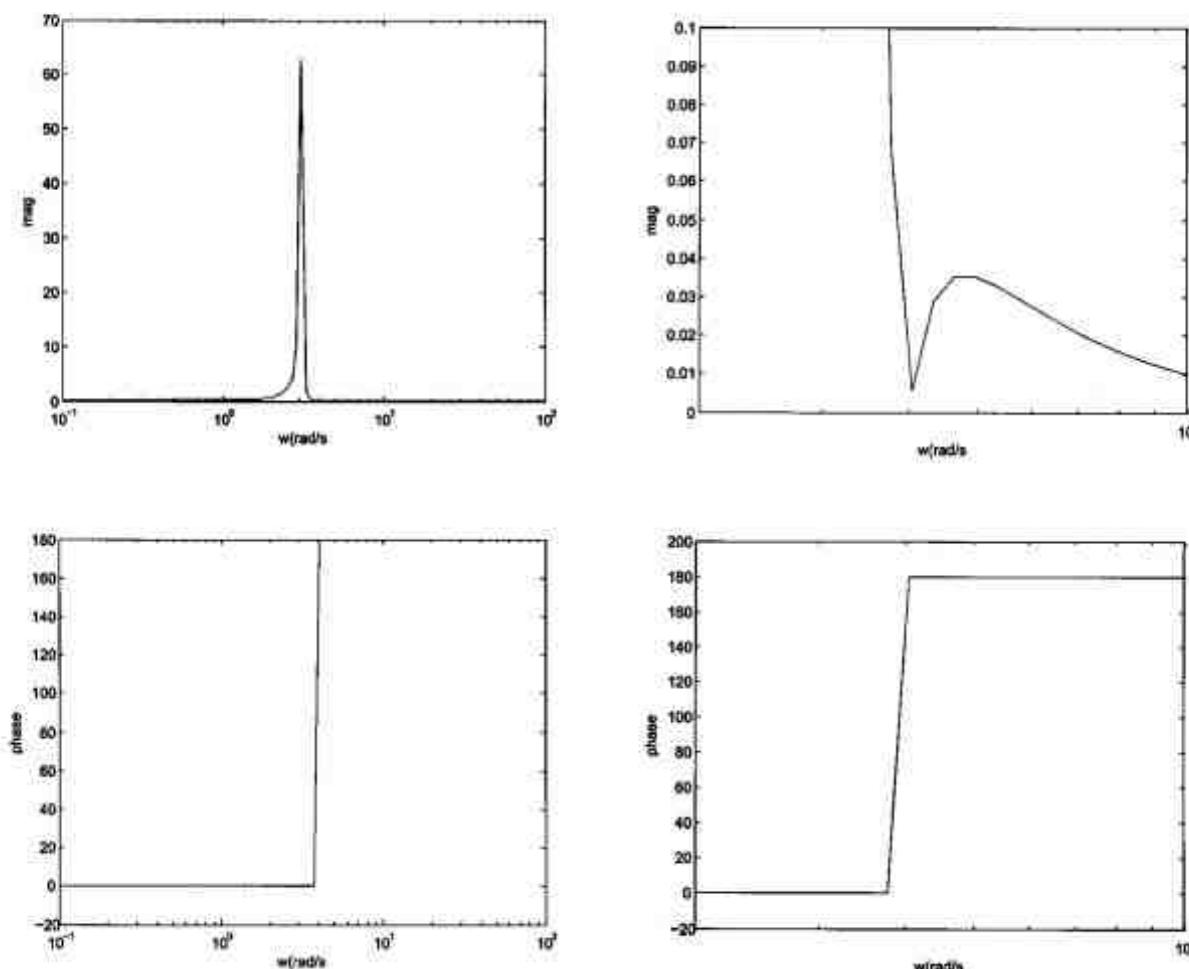
- (۱) اگر  $G(s)$  کمینه فاز و دارای بهره DC مثبت باشد، برای همه مقادیر  $k > 0$  پاسخ پله واحد به ورودی مرجع  $R(s)$  محدود است.
- (۲) اگر  $G(s)$  ناکمینه فاز و دارای بهره DC منفی باشد، پاسخ پله واحد به ورودی  $D(s)$  به ازای هیچ  $k > 0$  میرای شدید نخواهد بود.
- (۳) اگر  $G(s)$  ناکمینه فاز و دارای بهره DC مثبت باشد، همواره به ازای بعضی مقادیر  $k > 0$ ، پاسخ پله واحد به ورودی مرجع  $R(s)$  نامحدود خواهد شد.
- (۴) اگر  $G(s)$  کمینه فاز و دارای بهره DC مثبت باشد، با افزایش  $k$  به سمت بینهایت مقدار ماندگار پاسخ پله واحد به ورودی  $D(s)$  به سمت صفر میل می‌کند.
- ۶۳- کدام یک از سیستم‌های با معادله مشخصه زیر، می‌تواند به ازای بهره‌های مثبت بزرگ  $k$  پایدار باشد؟
- $$s^5 + 18s^4 + 108s^3 + (278 + 13k)s^2 + 467s + 280 + 60k = 0 \quad (1)$$
- $$s^5 + 18s^4 + 108s^3 + (278 + 13k)s^2 + (467 + 25k)s + 280 + 60k = 0 \quad (2)$$
- $$s^5 + 18s^4 + (108 + k)s^3 + (278 + 13k)s^2 + (467 + 25k)s + 280 + 60k = 0 \quad (3)$$
- (۴) هر سه گزینه دارای پنج قطب است. پس حتماً به ازای بهره‌های بزرگ نایابدار خواهد بود.
- ۶۴- سیستم حلقه بسته شکل زیر را در نظر بگیرید. کدام یک از کنترل کننده‌های زیر قابلیت بیشتری برای حذف نویز اندازه‌گیری  $N(s)$  دارد؟



- ۶۵- در سیستم حلقه بسته شکل زیر، ساده‌ترین کنترل کننده  $C(s)$  کدام است؟ به طوری که خطای دائم برای ورودی شیب محدود باشد و سیستم حلقه بسته سریعترین پاسخ پله بدون بالازدگی را داشته باشد.



۶۶- پاسخ فرکانسی تابع تبدیل  $G(s)$  که در یک سیستم فیدبک واحد به کار بردہ می‌شود در شکل زیر نشان داده شده است، (دقت کنید که اندازه پاسخ فرکانسی و نه لگاریتم آن ترسیم شده و همچنین پاسخ فرکانسی در بازه  $2^\circ$  تا  $10^\circ$  رادیان بر ثانیه در اشکال سمت راست بزرگنمایی شده است). گزینه صحیح کدام است؟



- (۱) تابع تبدیل  $G(s)$  دارای دو صفر سمت راست است.
- (۲) تابع تبدیل حلقه بسته همواره پایدار است.
- (۳) تابع تبدیل حلقه بسته همواره ناپایدار با ۴ قطب سمت راست است.
- (۴) به ازای هیچ بھرہ  $k$  سیستم حلقه بسته، اکیداً پایدار نمی‌شود.

#### تجزیه و تحلیل سیستم‌ها:

۶۷- رابطه ورودی  $x(t)$  و خروجی  $y(t)$  در یک سیستم توسط رابطه زیر بیان می‌شود:

$$y(t) = \begin{cases} x(t-1) & x(t-1) \leq 1 \\ x(t-2) & x(t-1) > 1 \end{cases}$$

در این سیستم، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) سیستم علی و خطی است.
- (۲) سیستم علی و غیرخطی است.
- (۳) سیستم غیرعلی و خطی است.
- (۴) سیستم غیرعلی و غیرخطی است.

- ۶۸ - برای سیستم  $S$  با رابطه ورودی - خروجی  $y(n) = x\left(\left\lfloor \frac{n}{3} \right\rfloor\right)$  گزینه کامل تر کدام است؟

(بخش صحیح  $u \triangleq u$ )

(۱) سیستم بدون حافظه است.

(۲) پاسخ ضربه سیستم برابر  $\delta(n) + \delta(n-1) + \delta(n-2)$  است.

(۳) پاسخ به ورودی  $\delta(n)$  مساوی  $\delta(n) + \delta(n-1) + \delta(n-2)$  است.

(۴) همه موارد

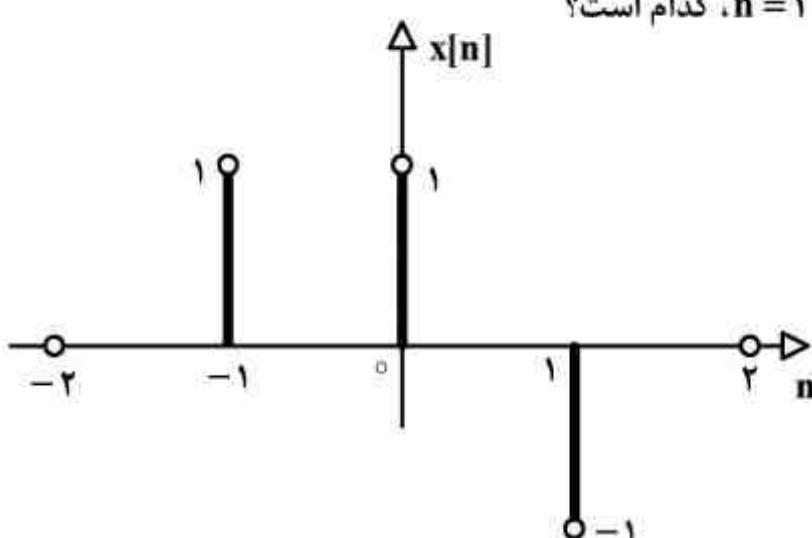
- ۶۹ - مقدار کانولوشن  $x[1-2n] * x[n]$  در نقطه  $n=1$ ، کدام است؟

-۱ (۱)

۰ (۲)

۱ (۳)

۲ (۴)



- ۷۰ - تبدیل فوریه کدام یک از توابع (سیگنال‌های) داده شده دارای کلیه خصوصیات زیر است؟

$$\int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega) d\omega = 0 \quad (\text{ج}) , \quad \int_{-\infty}^{\infty} \omega X(j\omega) d\omega = 0 \quad (\text{ب}) , \quad \operatorname{Re}\{X(j\omega)\} = 0 \quad (\text{الف})$$

$$x(t) = e^{-t^\gamma} - 1 \quad (1)$$

$$x(t) = t^\gamma e^{-|t|} \quad (2)$$

$$x(t) = t^\gamma e^{-|t|} \quad (3)$$

$$x(t) = te^{-|t|} \quad (4)$$

- ۷۱ - سیگنال زمانی  $x(t)$  متناظر با تبدیل فوریه  $X(j\omega) = \frac{d}{d\omega} \left\{ \frac{\sin \gamma\omega - j\cos \gamma\omega}{1 + j(\frac{\omega}{\gamma})} \right\}$  کدام است؟

$$-\gamma te^{-\gamma(t+\gamma)} u(t+\gamma) \quad (1)$$

$$\gamma te^{-\gamma(t-\gamma)} u(t-\gamma) \quad (2)$$

$$te^{-\gamma t+\gamma} u(t+\gamma) \quad (3)$$

$$te^{-\gamma t-\gamma} u(t-\gamma) \quad (4)$$

- ۷۲- اگر سیگنال زمان پیوسته  $x(t)$  به صورت زیر باشد:

$$y(t) = x'(1-t) \quad \text{و} \quad x(t) = \sin\left(\frac{\pi}{4} \times 3t\right) + \sin\left(\frac{\pi}{4} \times t\right)$$

همچنین ضرایب سری فوریه  $y(t)$  را  $b_k$  بنامیم،  $b_3$  برابر است با:

$$-\frac{\pi}{4} j \quad (1)$$

$$-\frac{3\pi}{4} j \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{4} j \quad (3)$$

$$\frac{3\pi}{4} j \quad (4)$$

- ۷۳- ضرایب سری فوریه سیگنال متناوب  $x[n]$  با دورهٔ تناوب ۶ را با  $\alpha_k$  نشان می‌دهیم. از روی سیگنال

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] \delta(t - 2k) \quad \text{سیگنال } s(t) \text{ را به صورت } s(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] \delta(t - 2k) \text{ می‌سازیم. ضرایب سری فوریه } s(t) \text{ کدام است؟}$$

$$\frac{1}{2} \alpha_k \quad (1)$$

$$\frac{1}{6} \alpha_k \quad (2)$$

$$6\alpha_k \quad (3)$$

$$2\alpha_k \quad (4)$$

- ۷۴- پاسخ سیستم LTI علیٰ با تابع تبدیل  $H(s) = \frac{s}{s+2}$  به ورودی  $x(t) = e^{-2t} + u(t)$  کدام است؟

$$-2e^{-2t} + e^{-2t}u(t) \quad (1)$$

$$e^{-2t}u(t) + e^{-2t} \quad (2)$$

$$-2(e^{-2t} + e^{-2t})u(t) \quad (3)$$

$$(e^{-2t} + 2e^{-2t})u(t) \quad (4)$$

- ۷۵- یک سیستم زمان پیوسته پایدار به شکل  $H(s) = \frac{1}{s+1}$  در اختیار می‌باشد. در صورتی که ورودی این

سیستم به صورت  $x(t) = \cos(2t+1)$  باشد، در این صورت خروجی سیستم کدام است؟

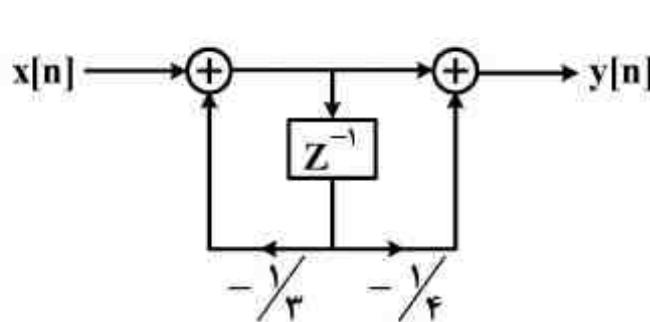
$$y(t) = -\frac{2}{5} \sin(2t+1) \quad (1)$$

$$y(t) = \frac{1}{5} \cos(2t+1) \quad (2)$$

$$y(t) = \frac{1}{5} \cos(t+1) - \frac{2}{5} \sin(t+1) \quad (3)$$

$$y(t) = \frac{1}{5} \cos(2t+1) + \frac{2}{5} \sin(2t+1) \quad (4)$$

-۷۶ در سیستم علی داده شده به ازای  $y[n] = (\frac{2}{3})^n$  ،  $x[n]$  کدام است؟



$$y[n] = \frac{12}{5} \left(\frac{2}{3}\right)^n \quad (1)$$

$$y[n] = \frac{5}{12} \left(\frac{2}{3}\right)^n \quad (2)$$

$$y[n] = \frac{12}{5} \left(\frac{2}{3}\right)^n u(n) \quad (3)$$

$$y[n] = \frac{5}{12} \left(\frac{2}{3}\right)^n u(n) \quad (4)$$

-۷۷ اگر  $G(z)$  و  $H(z)$  به ترتیب تبدیل  $z$  یک فیلتر پایین گذر ایده‌آل با فرکانس قطع  $\frac{\pi}{2}$  و یک فیلتر بالاگذر

ایده‌آل با فرکانس قطع  $\frac{\pi}{2}$  باشد، پاسخ فرکانسی سیستمی که در شکل زیر نشان داده شده، کدام است؟



(۱) فیلتر پایین گذر با فرکانس قطع  $\frac{\pi}{4}$

(۲) فیلتر میان گذر که بین  $\frac{\pi}{2}$  و  $\frac{3\pi}{4}$  را عبور می‌دهد.

(۳) فیلتر بالاگذر که بین  $\frac{\pi}{2}$  و  $\frac{3\pi}{4}$  را عبور می‌دهد.

(۴) فیلتر بالاگذر که بین  $\frac{3\pi}{4}$  و  $\frac{5\pi}{4}$  را عبور می‌دهد.

-۷۸  $x[n]$  یک سیگنال علی با تبدیل  $z$ ،  $x(z) = \frac{1}{(1 + \frac{1}{2}z^{-2})^2}$  داده شده.  $x[n]$  کدام است؟

$$x[n] = \begin{cases} \left(\frac{n}{3} - 1\right) \left(-\frac{1}{2}\right)^{\frac{n}{3}} u\left[\frac{n}{3} - 1\right] & \text{مضرب } 3 \\ 0 & \text{غیره} \end{cases} \quad (1)$$

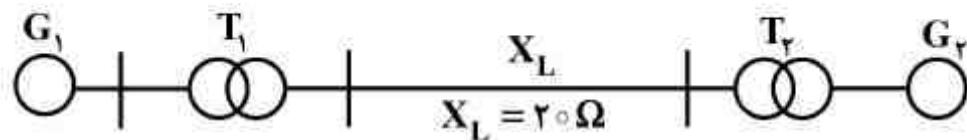
$$x[n] = \begin{cases} \left(\frac{n}{3} - 1\right) \left(-\frac{1}{2}\right)^{\frac{n-1}{3}} u\left[\frac{n}{3} - 1\right] & \text{مضرب } 3 \\ 0 & \text{غیره} \end{cases} \quad (2)$$

$$x[n] = \begin{cases} \left(\frac{n}{3} + 1\right) \left(-\frac{1}{2}\right)^{\frac{n}{3}} u\left[\frac{n}{3} + 1\right] & \text{مضرب } 3 \\ 0 & \text{غیره} \end{cases} \quad (3)$$

$$x[n] = \begin{cases} \left(\frac{n}{3} + 1\right) \left(-\frac{1}{2}\right)^{\frac{n+1}{3}} u\left[\frac{n}{3} + 1\right] & \text{مضرب } 3 \\ 0 & \text{غیره} \end{cases} \quad (4)$$

بررسی سیستم‌های قدرت (۱):

- ۷۹ در شکل زیر مقدار امپدانس ژنراتور ۲ و خط انتقال  $X_L$  در مبنای مقادیر پایه ژنراتور ۱ به ترتیب چند پربوئیت است؟



$$G_1 \begin{cases} 100 \text{ MVA} \\ 20 \text{ kV} \\ 0.1 \end{cases}$$

$$T_1 \begin{cases} 80 \text{ MVA} \\ 20/400 \text{ kV} \\ 0.1/0.5 \end{cases}$$

$$G_r \begin{cases} 60 \text{ MVA} \\ 18 \text{ kV} \\ 0.1 \end{cases}$$

$$T_r \begin{cases} 50 \text{ MVA} \\ 20/400 \text{ kV} \\ 0.1/0.8 \end{cases}$$

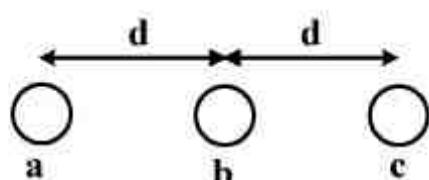
$$0.125 \text{ و } 1.25 \quad (1)$$

$$0.0125 \text{ و } 0.125 \quad (2)$$

$$1.25 \text{ و } 0.125 \quad (3)$$

$$0.125 \text{ و } 0.0125 \quad (4)$$

- ۸۰ در خط سه فاز زیر اگر  $r = e^{\frac{1}{4}}$  متر باشد و اندوکتانس خودی ناشی از فاز a،  $\frac{1}{4}$  اندوکتانس متقابل فازهای b و c باشد، d چند متر است؟



$$0.5 \quad (1)$$

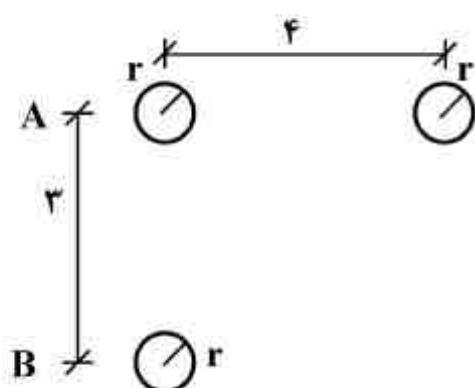
$$\frac{1}{8 \times e^{\frac{1}{4}}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{16 \times e^{\frac{1}{4}}} \quad (3)$$

$$\frac{1}{32 \times e^{\frac{1}{4}}} \quad (4)$$

- ۸۱- در خط تک فاز شکل زیر، ظرفیت خازنی واحد طول ( $C_{AB}$ ) بین مجموعه هادی‌های رفت A و هادی برگشت B چقدر است؟

شعاع هادی‌ها:  $r = 1$



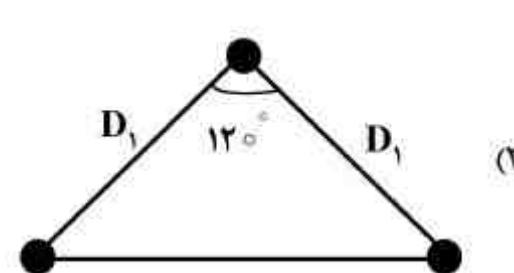
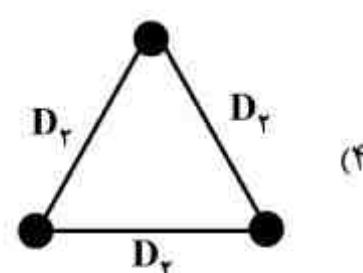
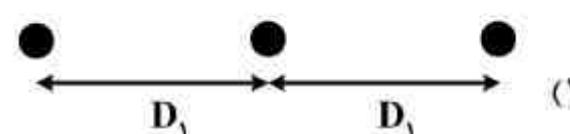
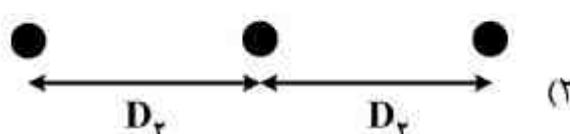
$$\frac{\pi \epsilon_0}{\ln \sqrt{15}} \quad (1)$$

$$\frac{2\pi \epsilon_0}{\ln \frac{\sqrt{15}}{2}} \quad (2)$$

$$\frac{2\pi \epsilon_0}{\ln \frac{15}{2}} \quad (3)$$

$$\frac{2\pi \epsilon_0}{\ln \sqrt{15}} \quad (4)$$

- ۸۲- یک خط انتقال به طول  $100$  کیلومتر، همواره بار زیادی را عبور می‌دهد. در صورتی که سطح مقطع هادی‌های مورد استفاده در طرح‌های زیر یکسان باشد، کدام طرح بهترین پیشنهاد است؟ ( $D_2 = 1.5 D_1$ )



- ۸۳ در یک خط انتقال بلند به طول  $\ell$ ، اگر داشته باشیم:  
 $z_{sc} = z_{oc}$  = امپدانس دیده شده از ابتدای خط، وقتی انتهای خط، اتصال کوتاه باشد.  
 $z_{oc} = z_{oc}$  = امپدانس دیده شده از ابتدای خط، وقتی انتهای خط، مدار باز باشد.  
در این صورت، ثابت انتشار خط بر حسب  $\ell$  و  $z_{sc}$  و  $z_{oc}$  کدام است؟

$$\gamma = \frac{1}{\ell} \ln \left[ \frac{\sqrt{z_{sc}} - \sqrt{z_{oc}}}{\sqrt{z_{oc}} + \sqrt{z_{sc}}} \right] \quad (1)$$

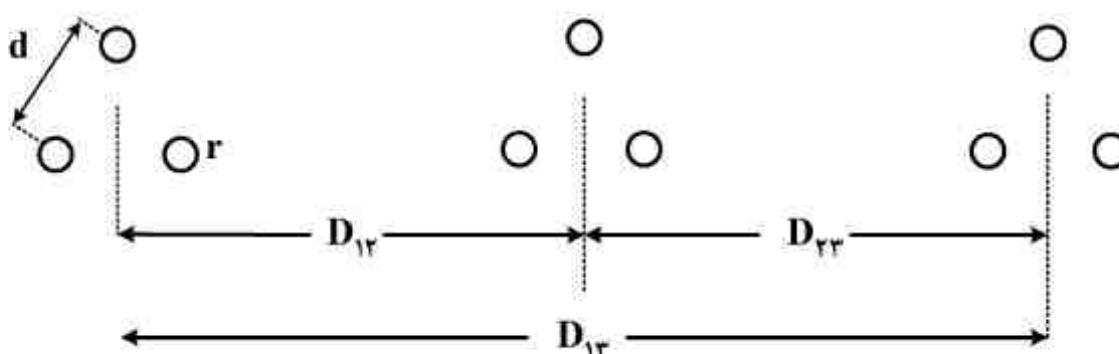
$$\gamma = \frac{1}{\ell} \tanh^{-1} \left[ \sqrt{\frac{z_{sc}}{z_{oc}}} \right] \quad (2)$$

$$\gamma = \ln \sqrt{z_{sc} \cdot z_{oc}} \quad (3)$$

$$\gamma = \sqrt{z_{sc} \cdot z_{oc}} \quad (4)$$

- ۸۴ خط سه فاز زیر با جابجایی کامل فازها را درنظر بگیرید. مشخصات «هر هادی» از این قرار است: توپر، شاع  $r$  متر و مقاومت  $R$  اهم بر متر.

اگر این خط به صورت یک خط کوتاه با طول  $a$  کیلومتر مدل‌سازی شود، ثابت  $B$  در ماتریس انتقال  $T = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$  کدام است؟ فاصله هادی‌ها در باندل را  $d$  متر و فرکانس را  $50$  هرتز در نظر بگیرید.



$$\frac{1}{r} Ra \times 10^3 + j2\pi \times 10^{-7} \cdot a \cdot \ln \frac{\sqrt{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}}}{\sqrt[r]{e^{\frac{-j}{r}} \cdot rd^r}} \quad (1)$$

$$Ra \times 10^3 + j2 \times 10^{-7} \cdot a \cdot \ln \frac{\sqrt{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}}}{\sqrt[r]{e^{\frac{-j}{r}} \cdot rd^r}} \quad (2)$$

$$Ra \times 10^3 + j2 \times 10^{-7} \cdot a \cdot \ln \frac{\sqrt{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}}}{\sqrt[r]{e^{\frac{-j}{r}} \cdot rd^r}} \quad (3)$$

$$\frac{1}{r} Ra \times 10^3 + j2\pi \times 10^{-7} \cdot a \cdot \ln \frac{\sqrt{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}}}{\sqrt[r]{e^{\frac{-j}{r}} \cdot rd^r}} \quad (4)$$

- ۸۵- یک خط انتقال با ضرایب عمومی  $ABCD$  را درنظر بگیرید، در ابتدای این خط انتقال یک خازن سری قرار داده می‌شود. سپس این خازن در انتهای خط انتقال قرار داده می‌شود. تحت این دو آزمایش، کدام یک از ضرایب عمومی کل خط انتقال تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد؟

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)

- ۸۶- یک خط انتقال تک فاز با امپدانس  $Z = R + jX^\Omega$  در هر فاز، دارای ولتاژهای ابتدا و انتهای به ترتیب برابر با  $(Z = \sqrt{R^2 + X^2})$  و  $V_R$  و  $V_S$  است. کدام گزینه برای بیشینه توان انتقالی صحیح است؟

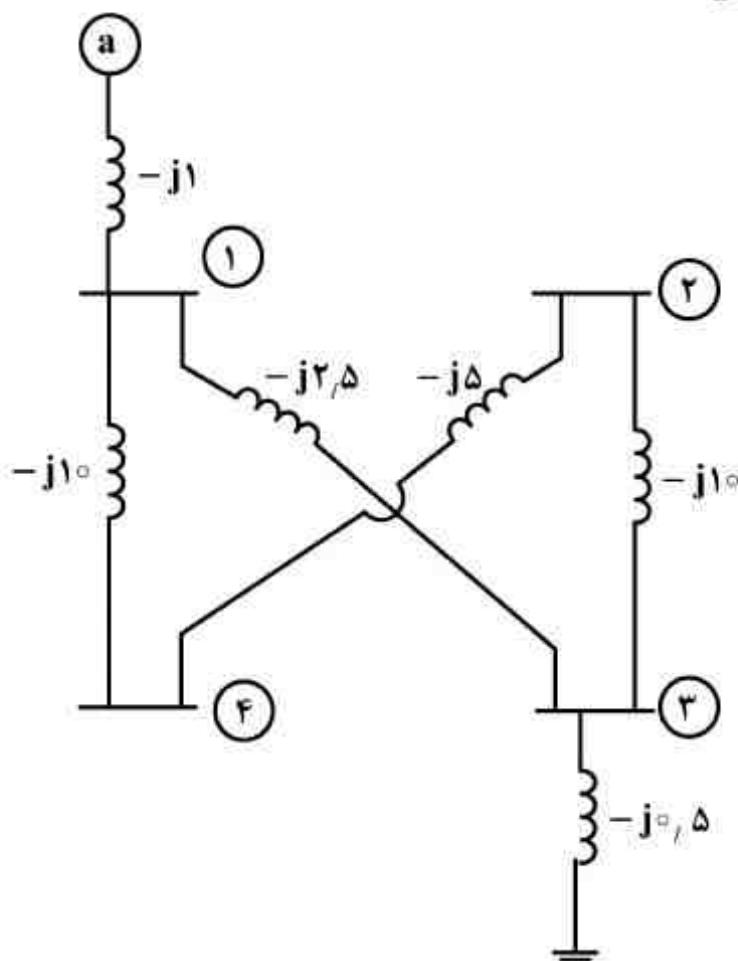
$$\frac{V_R}{Z} \left[ \frac{V_S}{V_R} R - Z \right] \quad (1)$$

$$\frac{V_R}{Z} \left[ \frac{ZV_S}{V_R} - R \right] \quad (2)$$

$$\frac{V_R}{Z} \left[ \frac{V_S}{V_R} R - Z \right] \quad (3)$$

$$\frac{V_R}{Z} \left[ \frac{ZV_S}{V_R} - R \right] \quad (4)$$

- ۸۷- در شبکه قدرت شکل زیر، اگر  $Y_{bus}$  کدام است؟ (مقادیر روی خطوط بر حسب



ادمیتانس نوشته شده‌اند).

$$j \begin{bmatrix} -15 & 5 \\ 5 & -15 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$j \begin{bmatrix} -13/5 & 2/5 \\ 2/5 & -12 \end{bmatrix} \quad (2)$$

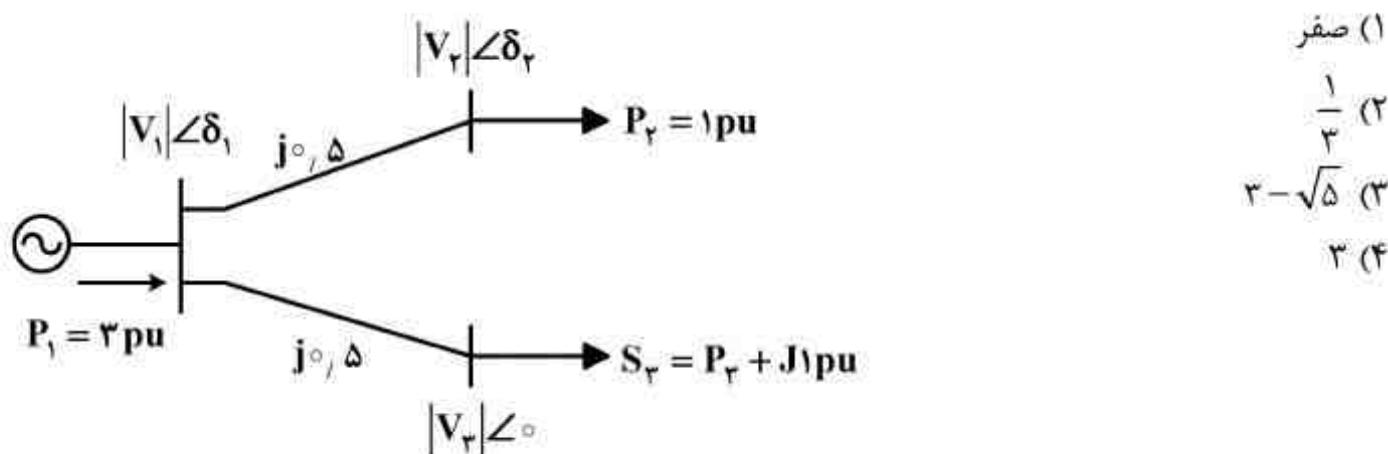
$$j \begin{bmatrix} -6 & 5 \\ 5 & -5/5 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$j \begin{bmatrix} 0 & 10 \\ 10 & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

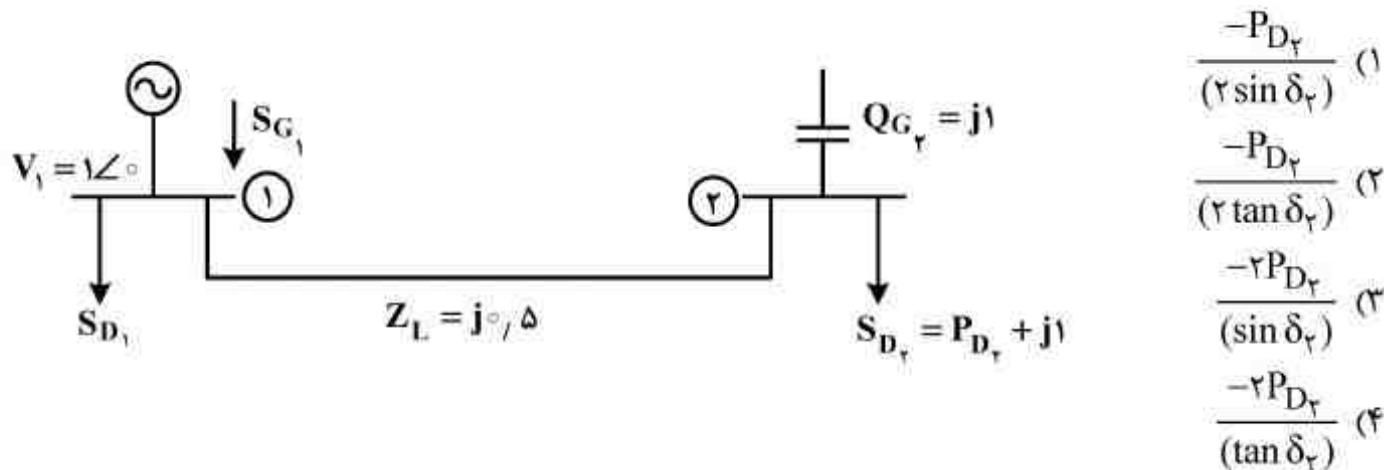
-۸۸- مطالعات پخش بار در حالت‌های کم باری و پرباری، به ترتیب به چه منظورهایی انجام می‌گیرد؟

- (۱) نیاز خازن‌گذاری و تشخیص نقاط افت ولتاژ
- (۲) تشخیص اضافه ولتاژ باس‌ها و نیاز به خازن‌گذاری
- (۳) تشخیص اضافه ولتاژ و نیاز به راکتور جبران موازی
- (۴) نیاز به راکتور جبران موازی و تشخیص نقاط اضافه ولتاژ

-۸۹- در سیستم قدرت شکل زیر می‌خواهیم درصد تنظیم ولتاژ باس ۳ برابر  $5^\circ$  باشد، مقدار توان راکتیو مورد نیاز تقریبی این باس چقدر است؟ ولتاژ باس ۳ در بار کامل ۱pu فرض شود.

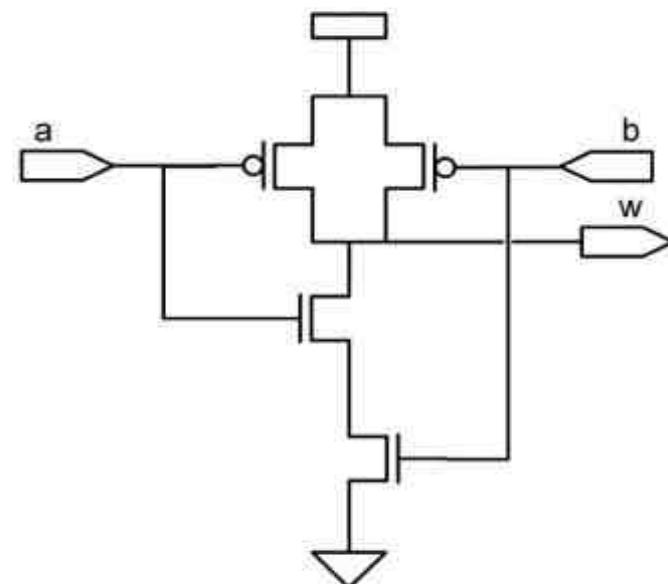


-۹۰- در شبکه شکل زیر مقدار ولتاژ باس ۲ کدام است؟



مدار منطقی و ریزپردازندگان:

- ۹۱ به فرض اینکه خازن گیت هر ترانزیستورهای on-resistance  $c_g$  و NMOS و PMOS به ترتیب  $R_p$  و  $R_n$  باشد ، برای محاسبه  $t_{plh}$  و  $t_{phl}$  در نقطه  $w$  ، چه ثابت زمانهایی استفاده می شود؟ (راهنمایی: ساختار CMOS برای گیت nand در شکل نشان داده شده است.)

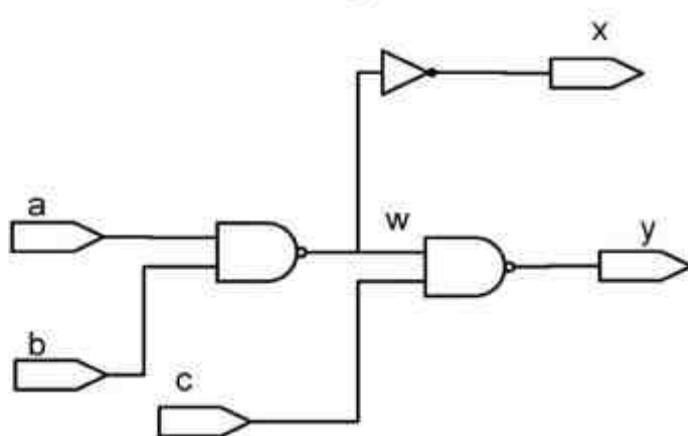


$$t_{plh} = R_p * 2c_g , \quad t_{phl} = 2R_n * 2c_g \quad (1)$$

$$t_{plh} = R_n * 4c_g , \quad t_{phl} = 2R_n * 4c_g \quad (2)$$

$$t_{plh} = R_p * 4c_g , \quad t_{phl} = 2R_n * 4c_g \quad (3)$$

$$t_{plh} = R_p * 4R_n , \quad t_{phl} = 2R_n * 4R_p \quad (4)$$



- ۹۲ ساده سازی مشترک برای دوتابع زیر چه می باشد؟

$$F_1(wxyz) = \sum_m (3, 11, 12, 14)$$

$$F_2(wxyz) = \sum_m (3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14)$$

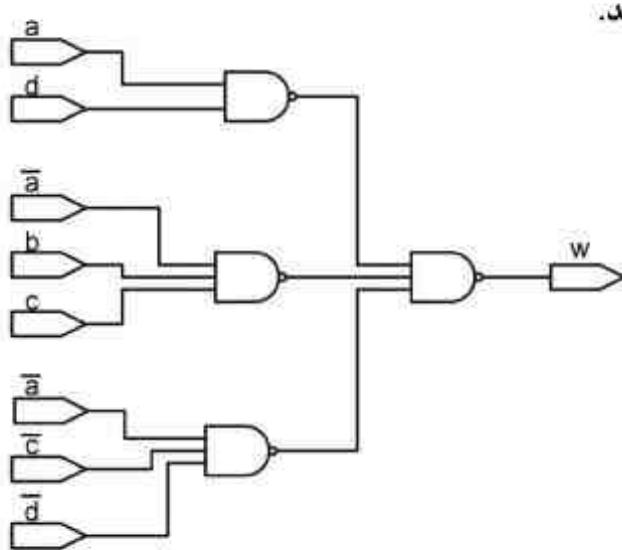
$$F_1 = w.x.z' + y.z.x' , F_2 = w.x' + w.z' \quad (1)$$

$$F_1 = w.x.y.z' + w.x.y.z' + y.z.x' , F_2 = w'.x.y + w.x' \quad (2)$$

$$F_1 = w.x.z' + y.z.x' , \quad F_2 = w.x' + w.z' + w'.x.y + x'.y.z \quad (3)$$

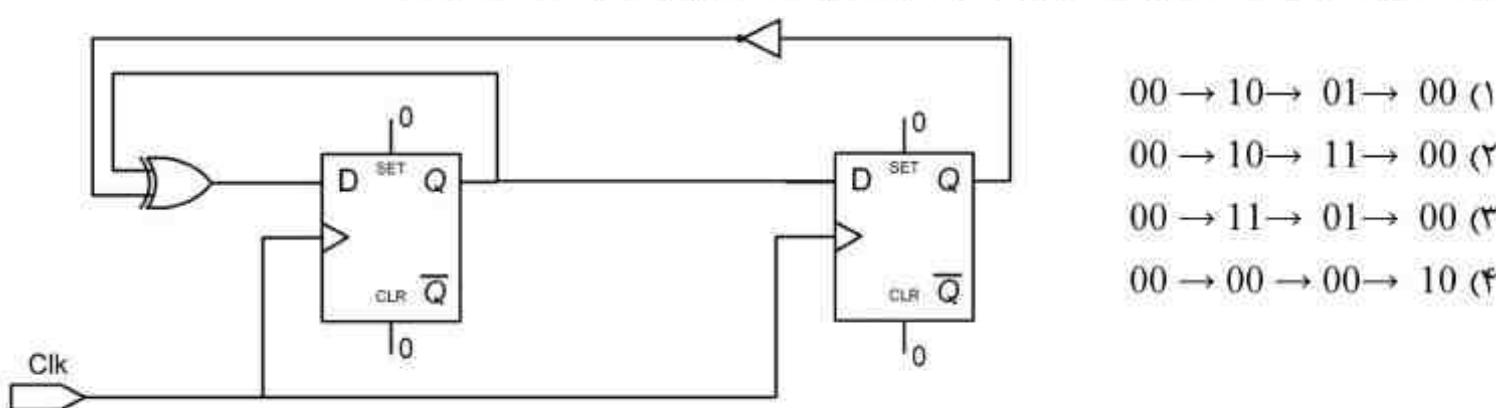
$$F_1 = w.x.z' + y.z.x' , \quad F_2 = w.x' + w'.x.y + w.x.z' + y.z.x' \quad (4)$$

- ۹۳ - در مدار زیر تنها static potential hazard glitch می‌شود، کدام است؟ تا خیر گیت‌های دو ورودی، ۳ نانوثانیه و برای nand های سه ورودی، ۵ نانوثانیه است. فرض بر آن است که گیت‌های این مدار ایده آل هستند و ورودی‌ها تاخیری ندارند.



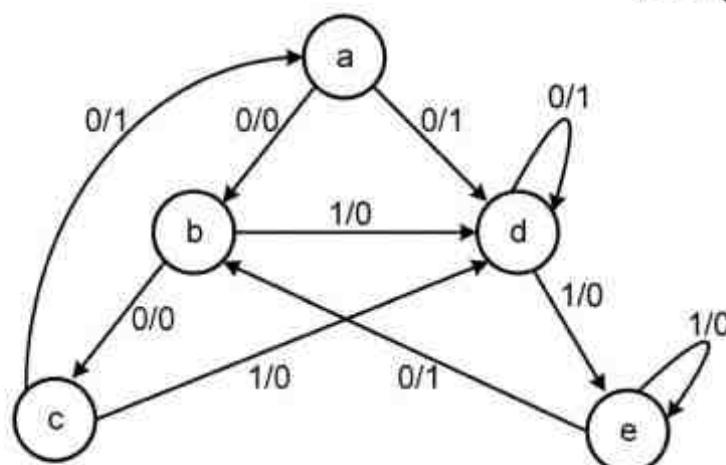
- (۱) تغییر ۰۱۰۱ به ۰۱۱۰ یا برعکس
- (۲) تغییر ۰۱۱۱ به ۱۱۱۱ یا برعکس
- (۳) تغییر ۱۰۱۱ به ۱۱۱۰ یا برعکس
- (۴) تغییر ۱۱۱۱ به ۱۰۱۱ یا برعکس

- ۹۴ - در مدار زیر، ترتیب شمارش در خروجی‌های دو فلیپ فلاب از چپ به راست کدام است؟



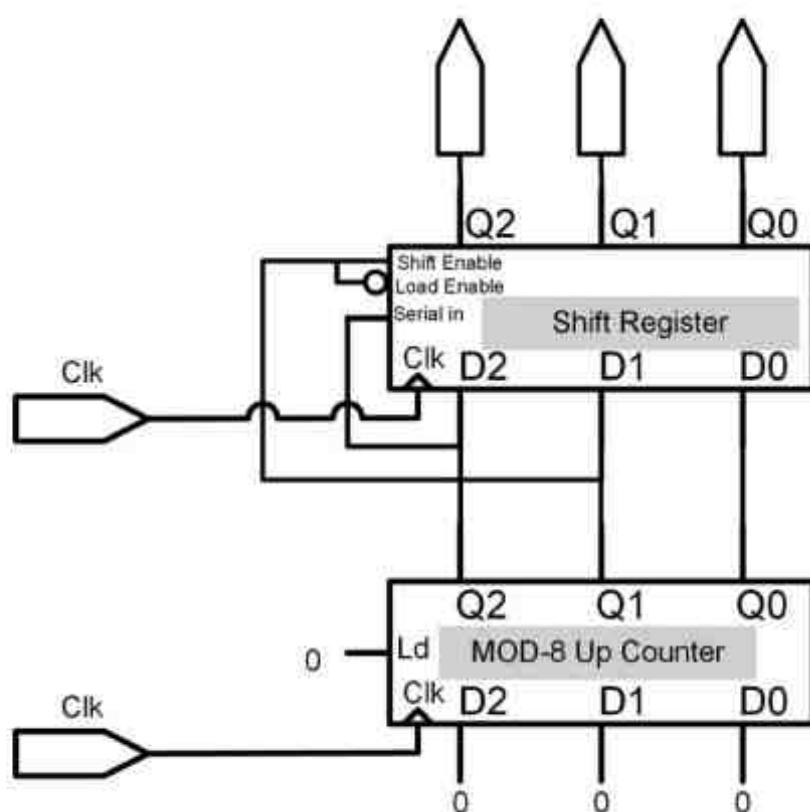
- ۰۰ → ۱۰ → ۰۱ → ۰۰ (۱)
- ۰۰ → ۱۰ → ۱۱ → ۰۰ (۲)
- ۰۰ → ۱۱ → ۰۱ → ۰۰ (۳)
- ۰۰ → ۰۰ → ۰۰ → ۱۰ (۴)

- ۹۵ - کدام جمله در رابطه با State Diagram زیر صحیح است؟



- (۱) یک Mealy ماشین است که رشته‌های ۰۰۱ و ۱۰۰ و overlap آنها را تشخیص می‌دهد.
- (۲) یک Mealy ماشین است که رشته‌های ۱۱۰ و ۰۰۰ و overlap آنها را تشخیص می‌دهد.
- (۳) یک Moore ماشین است که رشته‌های ۱۱۰ و ۰۱۰ و overlap آنها را تشخیص می‌دهد.
- (۴) یک Mealy ماشین است که رشته‌های ۱۱۰ و ۰۱۰ و overlap آنها را تشخیص می‌دهد.

- ۹۶- مدار زیر از حالت ۰۰۰ در کانتر و شیفت آغاز به کار می کند. در هشت کلاک، خروجی شیفت رجیستر چه می شود؟



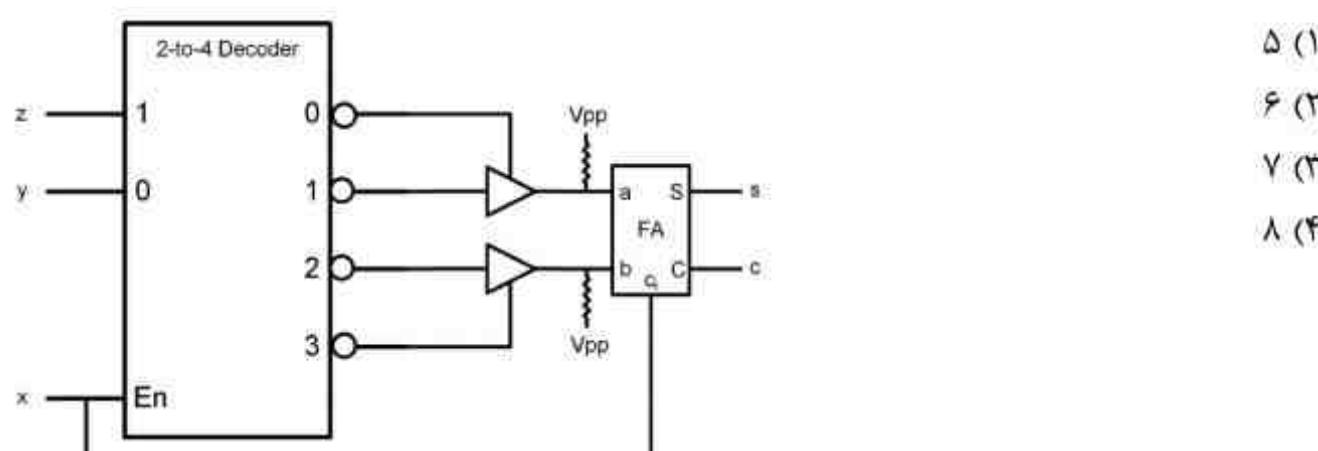
$000 \rightarrow 001 \rightarrow 010 \rightarrow 011 \rightarrow 100 \rightarrow 101 \rightarrow 110 \rightarrow 111 \rightarrow 000$  (۱)

$000 \rightarrow 000 \rightarrow 001 \rightarrow 000 \rightarrow 000 \rightarrow 000 \rightarrow 111 \rightarrow 100 \rightarrow 111$  (۲)

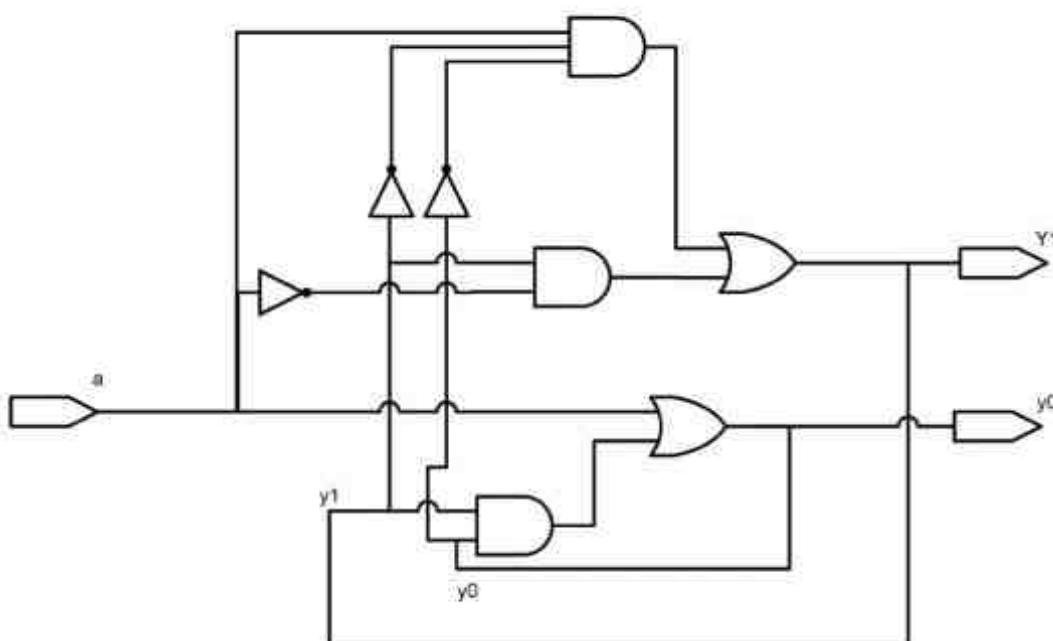
$000 \rightarrow 000 \rightarrow 001 \rightarrow 000 \rightarrow 111 \rightarrow 101 \rightarrow 101 \rightarrow 100 \rightarrow 111$  (۳)

$000 \rightarrow 000 \rightarrow 001 \rightarrow 000 \rightarrow 000 \rightarrow 100 \rightarrow 101 \rightarrow 110 \rightarrow 111$  (۴)

- ۹۷- مجموع تعداد ماسکترم های بر خروجی های s و c کدام است؟



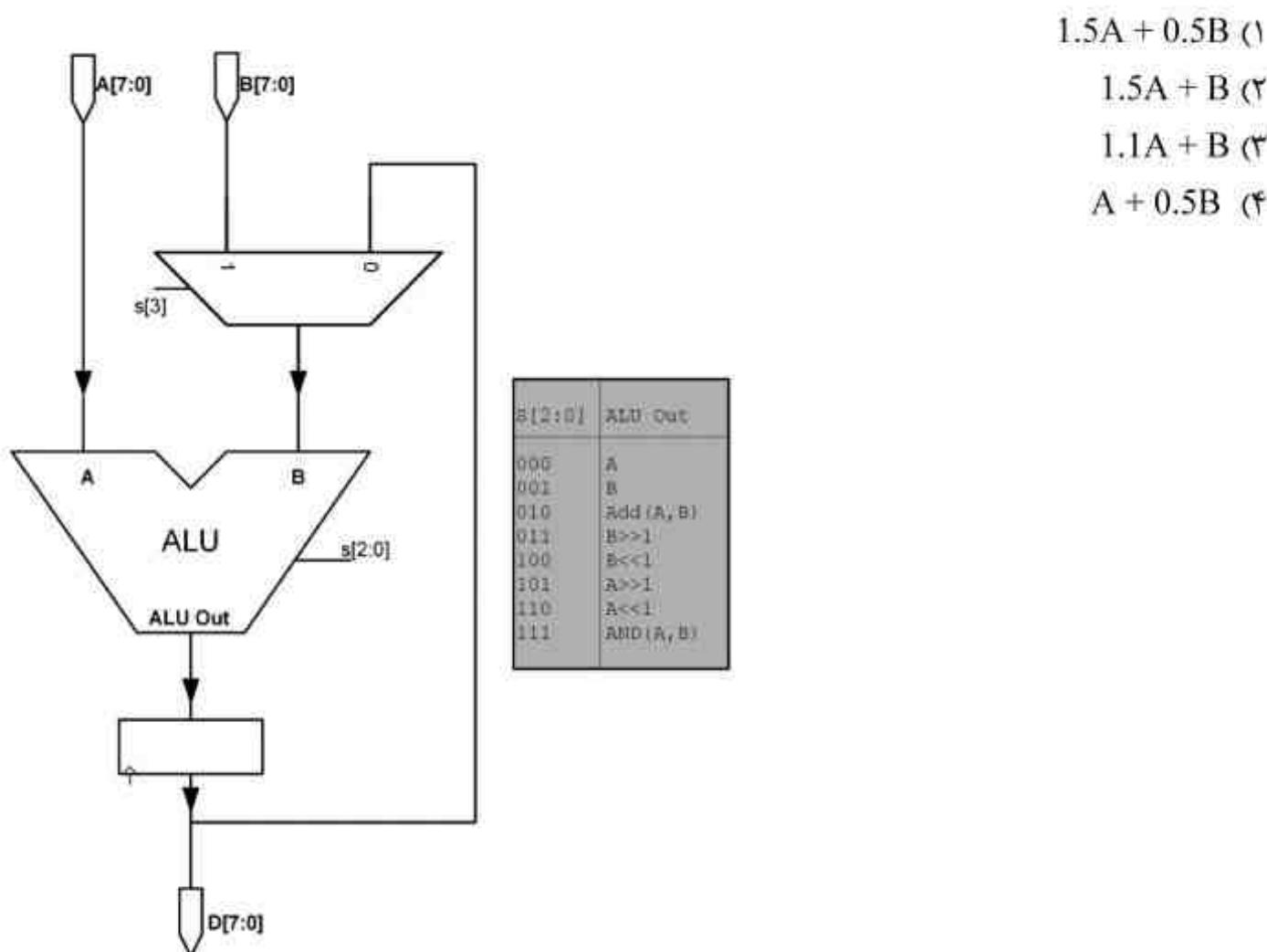
- ۹۸ - در مدار زیر در رابطه با Critical Race ها و Race بودن آنها چه میتوان گفت؟



- (۱) مدار دو critical دارد که هر دو Race هستند.
  - (۲) مدار تنها یک Race دارد که Non-critical است.
  - (۳) مدار دو Race دارد که هر دو Non-critical هستند.
  - (۴) مدار یک Non-critical Race و یک Critical Race دارد.
- ۹۹ - در شکل زیر برای دسترسی به محل شماره 2A00 2A00 حافظه، کدام آدرس مورد استفاده قرار می‌گیرد؟  
(راهنمایی: به خط های آدرس به روی بان آدرس و ورودی CS دقت کنید).



- ۱۰۰- در سه کلاک پشت سرهم مقدار  $\{3:0\}$  s بترتیب برابر با (از چپ به راست) **0010, 1011, 1010** خواهد بود. پس از این در خروجی این **datapath** که در پایین شکل نشان داده شده است، چه مقداری قرار خواهد گرفت؟

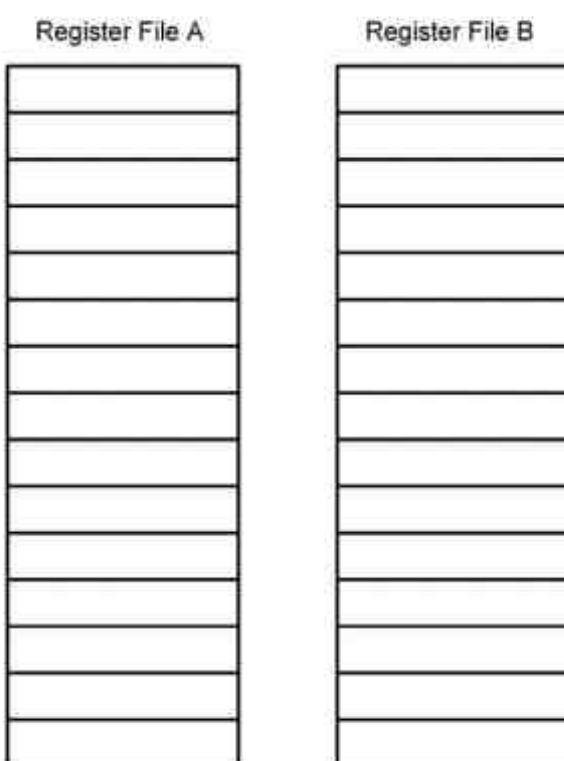


- ۱۰۱- در یک CPU که سخت افزارش از stack استفاده نمی کند، به هنگام اجرای یک زیربرنامه (subroutine)، ابتدا آدرس برگشت در اولین مکان سابروتین (a) ذخیره شده و سپس زیربرنامه از آدرس (a + 1) اجرا می شود. در انتهای، هنگام Return هم از پرش غیرمستقیم (Indirect Jump) به آدرس a (که محتوی آدرس برگشت به برنامه اصلی است) استفاده می شود.

چنین سخت افزاری از لحاظ parameter passing و nesting :

- (۱) کاملاً مانند ماشین های دلایی stack است و همه امکانات دسترسی به پارامترها را هم دارد.
- (۲) در حد دو level nest می تواند انجام شود ولی پارامترها در هیچ سطحی قابل دسترسی نخواهند بود.
- (۳) در حد دو level nest می تواند انجام شود و همه پارامترهای level اول هم در دسترس خواهند بود.
- (۴) فقط در حد یک level می تواند انجام شود و پارامترها هم به راحتی در دسترس سابروتین قرار نمی گیرند.

۱۰۲- با انجام یک دستور که در یک یا دو کلاک پس از عمل fetch انجام می شود، عمل تعویض RF<sub>B</sub> با RF<sub>A</sub> صورت می پذیرد. چگونگی انجام کار به کدام صورت است؟



(۱) با toggle یک فلیپ فلاب در address space

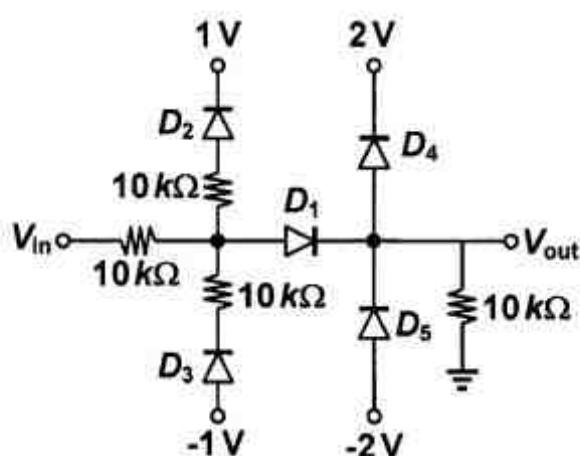
(۲) با rotate کردن دیتای ۳۲ بیت به طرف پایین

(۳) با toggle یک فلیپ فلاب در data space

(۴) با استفاده از کلاک دیگری که سرعت آن ۱۶ برابر کلاک اصلی است

#### الکترونیک (۱ و ۲):

۱۰۳- در مدار شکل زیر، همه دیودها ایده‌آل هستند. به ازای ورودی  $V_{in}$  برابر با ۲ ولت، ولتاژ خروجی  $V_{out}$  چند ولت است؟



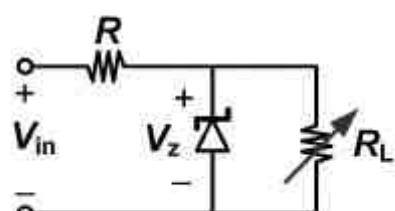
(۱) صفر

(۲) ۱

(۳)  $\frac{4}{3}$

(۴) ۲

۱۰۴- در مدار یکسو-کننده زیر مقدار مقاومت  $R$  چند کیلو اهم بایستی باشد تا عمل یکسوسازی برای حداکثر محدوده بار  $R_L$  صورت گیرد؟ همچنین حداقل مقدار  $R_L$  برای عملکرد صحیح مدار چند کیلو اهم است؟



$$V_z = 5V, V_{in,max} = 18V, V_{in,min} = 15V$$

$$I_{z,max} = 5mA, R_{L,max} = 25k\Omega$$

$$P_{z,min} = 1mW$$

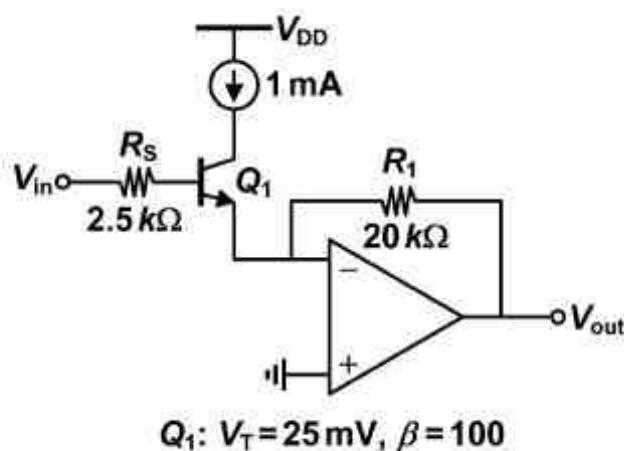
$$R_L \geq 0, R = \frac{25}{13} \quad (1)$$

$$R_L \geq 1, R = \frac{25}{13} \quad (2)$$

$$R_L \geq 1, R = 2.5 \quad (3)$$

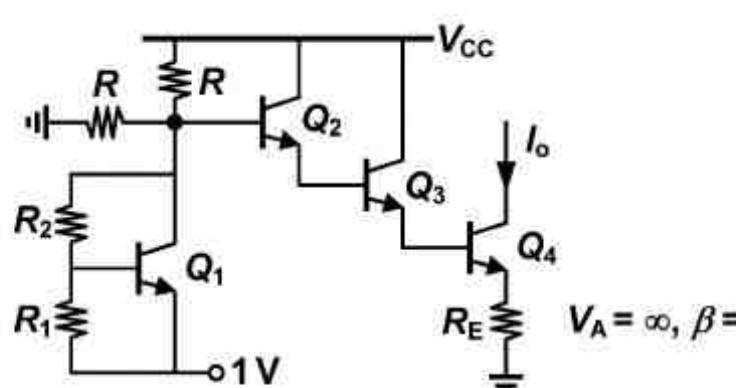
$$R_L \geq \frac{25}{19}, R = 2.5 \quad (4)$$

- ۱۰۵- در مدار شکل زیر تقویت کننده عملیاتی و منبع جریان ایده‌آل هستند. مقدار بهره ولتاژ آن تقریباً برابر کدام است؟



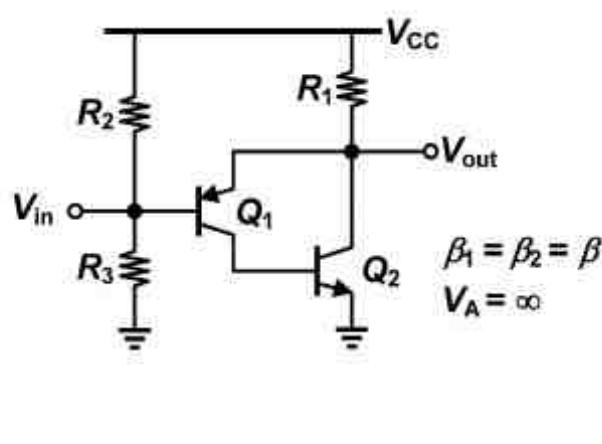
-۴ (۱)  
-۸ (۲)  
-۲۰۰ (۳)  
-۴۰۰ (۴)

- ۱۰۶- در مدار شکل زیر نسبت  $R_2/R_1$  چقدر بایستی باشد تا جریان  $I_o$  نسبت به تغییرات  $V_{BE}$  غیرحساس باشد؟ همه ترانزیستورها یکسان هستند.



۴ (۱)  
۳ (۲)  
۲ (۳)  
۱ (۴)

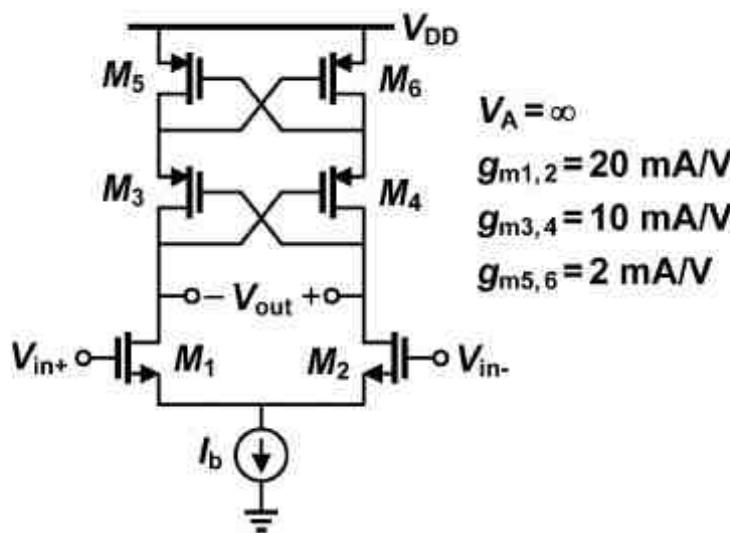
- ۱۰۷- مقدار بهره ولتاژ  $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$  مدار زیر، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



$\frac{R_1}{r_{e1}} (۱)$   
 $\frac{R_1}{r_{e2}} (۲)$   
 $\frac{R_1}{R_1 + r_{e1}} (۳)$   
 $\frac{R_1}{R_1 + r_{e2}} (۴)$

۱۰۸- در مدار تقویت کننده تفاضلی شکل زیر همه ترانزیستورهای متناظر با هم یکسان بوده و در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند. در محاسبات خود از اثر مدولاسیون طول کanal و بدنه ترانزیستورها صرف نظر کنید. مقدار بهره ولتاژ

$$\text{تفاضلی } A_d = \frac{V_{out}}{V_{in+} - V_{in-}}$$



۱۲ (۱)

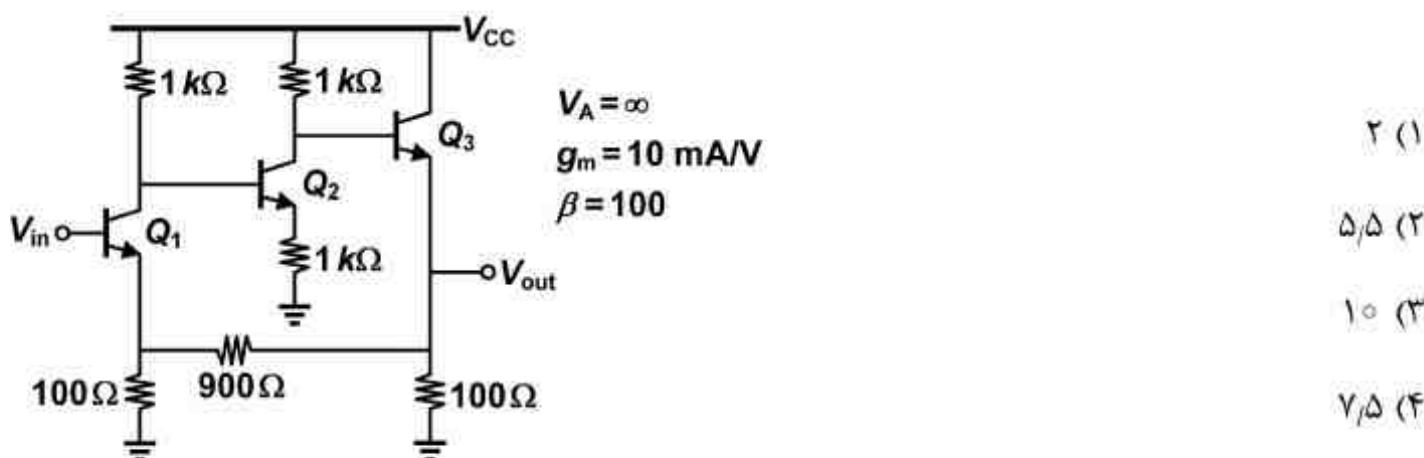
۱۰ (۲)

۸ (۳)

۶ (۴)

۱۰۹- در مدار شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند. مقدار بهره ولتاژ  $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$  آن به

کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



۲ (۱)

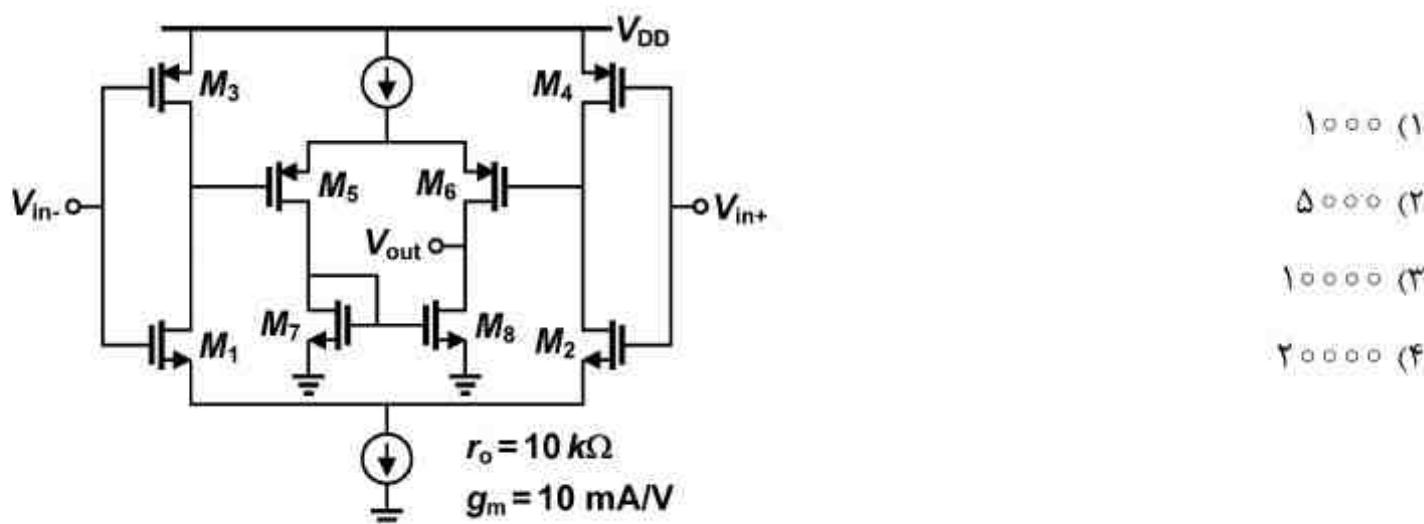
۵,۵ (۲)

۱۰ (۳)

۷,۵ (۴)

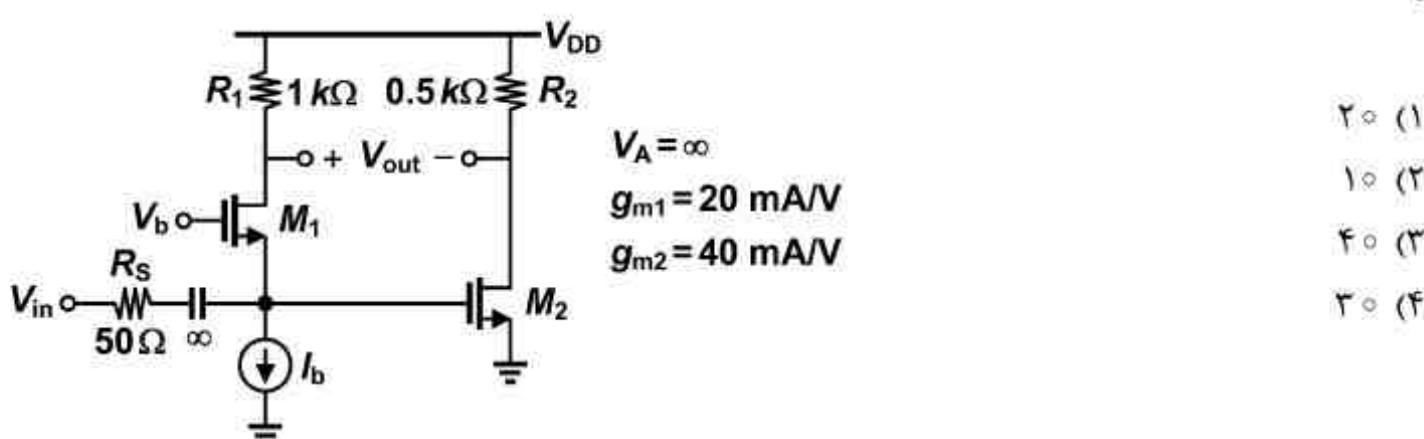
۱۱۰- در مدار تقویت کننده تفاضلی شکل زیر همه ترانزیستورها با هم یکسان بوده و در ناحیه اشباع با پایاس شده‌اند.

مقدار بیهده ولتاژ تفاضلی  $A_d = \frac{V_{out}}{V_{in+} - V_{in-}}$  آن تقریباً برابر کدام است؟



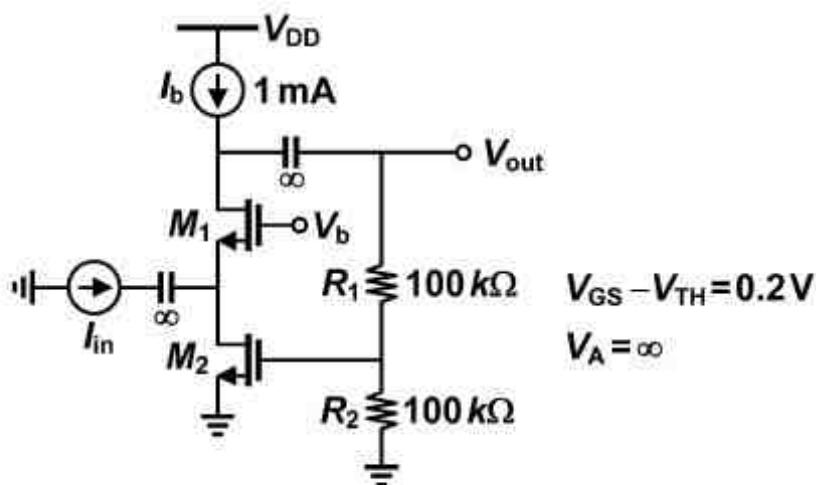
۱۱۱- در مدار تقویت کننده شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند و منبع جریان  $I_A$  ایده‌آل است. در محاسبات خود از اثر مدولاسیون طول کانال و بدنه ترانزیستورها صرف‌نظر کنید. مقدار بهره ولتاژ آن

آن برابر کدام است؟



۱۱۲- در مدار شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه اشیاع بایاس شده‌اند و منبع جریان  $I_A$  ایده‌آل است. مقدار بهره

$$A_m = \frac{V_{out}}{I_{in}}$$



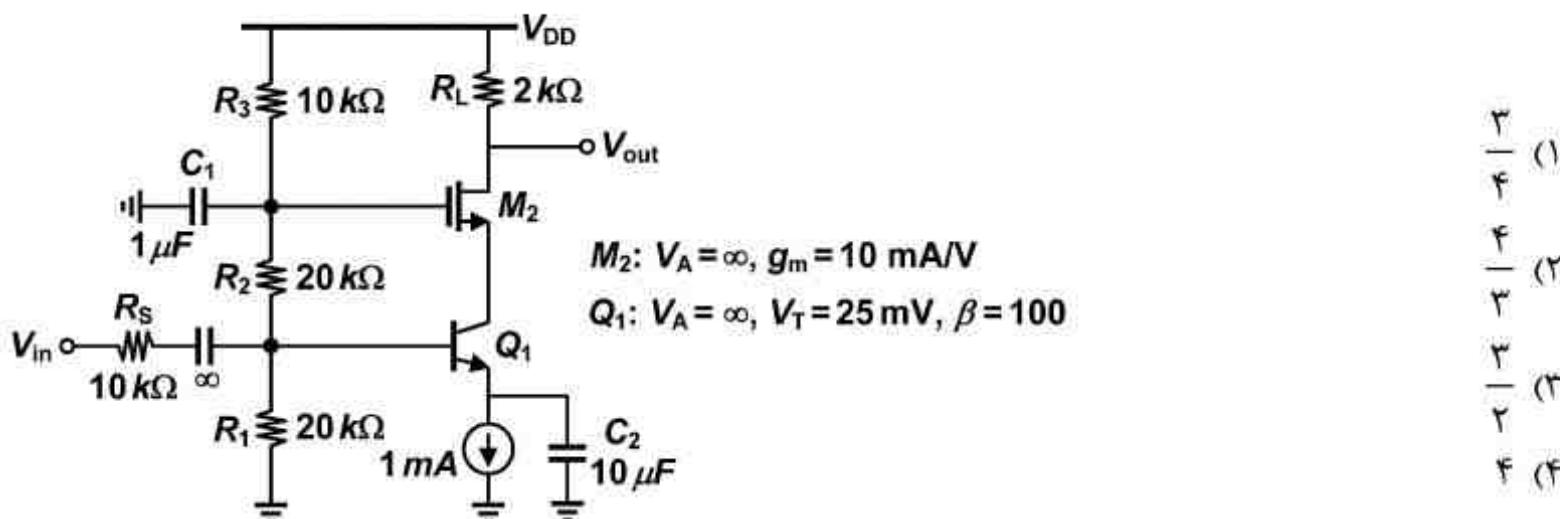
foo()

٢٠٠ (٢)

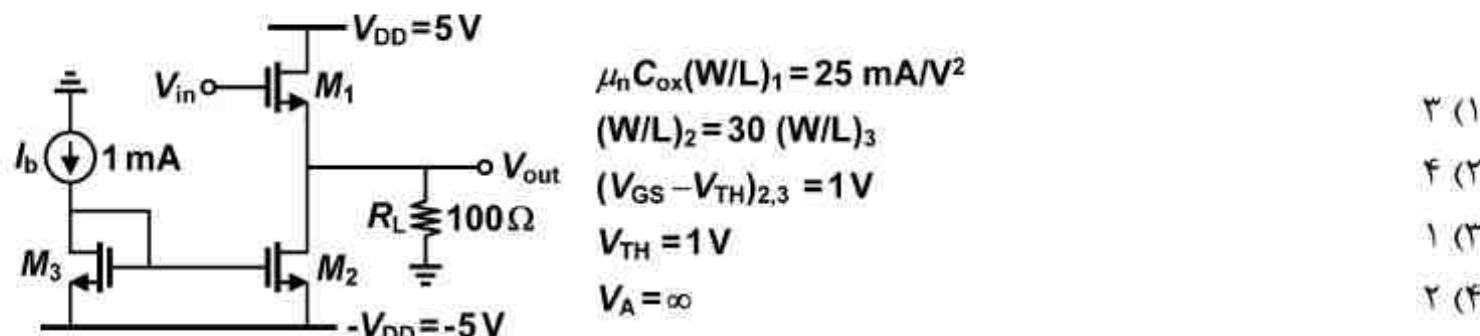
१०० (८)

100 (f)

۱۱۳- در مدار تقویت کننده شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند و منبع جریان ایده‌آل است.  
مقدار فرکانس قطع  $dB = 3$ - پایین آن تقریباً چند کیلو رادیاں بر ثانیه است؟

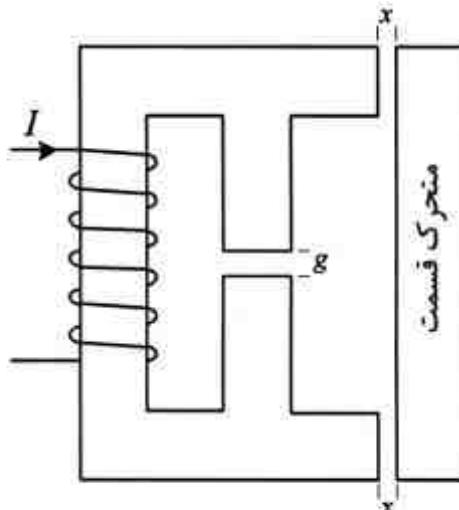


۱۱۴- در مدار تقویت کننده توان شکل زیر حداقل مقدار ولتاژ ورودی  $V_{in}$  برابر با ۵ ولت است. حداقل مقدار دامنه سوئینگ متقارن ولتاژ خروجی  $V_{out}$  آن چند ولت است؟



ماشین‌های الکتریکی (۱ و ۲):

۱۱۵- معادله نیروی وارد بر قسمت متحرک در مبدل الکترومکانیکی شکل زیر کدام است؟ سطح مقطع هسته در تمام قسمت‌ها A است و از افت آمپر - دور در هسته و نیز از نشت و پراکندگی فلو چشم‌پوشی می‌شود. تعداد دور سیم‌پیچی N و شدت جریان گذرنده از آن I آمپر است. طول فواصل هوایی در شکل مشخص شده است.



$$\frac{\mu_0 AN^2}{4} \cdot \frac{I^2}{x^2} \quad (1)$$

$$\frac{\mu_0 AN^2 g}{4} \cdot \frac{I^2}{x^2} \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 AN^2}{2} \cdot \frac{I^2}{x^2} \quad (3)$$

$$\frac{\mu_0 AN^2 g}{2} \cdot \frac{I^2}{x^2} \quad (4)$$

۱۱۶- در یک سیستم الکترومکانیکی دو تحریکه که سیم‌پیچی‌ها سری‌اند، داریم:  $L_{12} = L_{11} - 3\theta$  و  $L_{22} = L_{11} - \frac{3}{1-\theta}$  (θ بر حسب رادیان و L بر حسب هانری). اگر جریان گذرنده از سیم‌پیچی‌ها برابر یک آمپر و ثابت باشد، مقدار انرژی مبادله شده با بخش مکانیکی (سر مکانیکی) به ازای حرکت از  $\theta = 5^\circ$  به  $\theta = 0^\circ$  رادیان، چند زول است؟

(۱) ۷۵°

(۲) ۱۵°

(۳) ۳

(۴) ۴

۱۱۷- یک ژنراتور جریان مستقیم با تحریک جداگانه با سرعت ۳۰۰۰ rpm می‌چرخد و جریان A۱۰۰ را در ولتاژ ۲۹۰ V به باری که یک مقاومت اهمی ثابت است، تحویل می‌دهد. اگر سرعت ژنراتور به ۲۱۰ rpm کاهش داده شود، توان تحویل داده شده به بار چند وات می‌شود؟ مقاومت آرمیچر ۱/r۰ اهم است.

(۱) ۱۲۳۷۸

(۲) ۱۳۲۷۸

(۳) ۱۴۲۱۰

(۴) ۱۴۲۶۰

۱۱۸- یک ژنراتور شنت با سرعت نامی چرخانده می‌شود. مقاومت میدان طوری تنظیم شده است که ولتاژ نامی در بی‌باری تولید شود. اگر سرعت ژنراتور و نیز مقاومت میدان شنت به طور همزمان به اندازه ۲۰٪ افزایش داده شود، ولتاژ بی‌باری ژنراتور چگونه تغییر می‌کند؟ افت آرمیچر در بی‌باری قابل چشم‌پوشی است.

(۱) مستقل از شکل مشخصه، به اندازه ۲۰٪ افزایش می‌یابد.

(۲) مستقل از شکل مشخصه، به اندازه ۴۴٪ افزایش می‌یابد.

(۳) بیشتر از ۲۰٪ افزایش می‌یابد ولی مقدار آن به شکل مشخصه بستگی دارد.

(۴) کمتر از ۲۰٪ افزایش می‌یابد ولی مقدار آن به شکل مشخصه بستگی دارد.

۱۱۹- مشخصه مدار باز یک ژنراتور شنت  $dc$  به صورت  $E_a = 200\sqrt{I_f}$  است. مقاومت تحریک  $20\Omega$  و مقاومت آرمیچر  $1\Omega$  است. حداکثر مقدار ممکن جریان آرمیچر ( نقطه بازگشت مشخصه  $E_a - I_a$  ) چند آمپر است؟

- (۱) ۵  
(۲) ۲۵  
(۳) ۵۰  
(۴) ۱۰۰

۱۲۰- ژنراتور کمپوند شنت کوتاه با سرعت نامی چرخانده شده و در حالت بی‌بار و زیر بار کامل ولتاژ نامی خود را تولید می‌کند (کمپوند تراز). ژنراتور متوقف شده و در جهت مخالف و با همان سرعت چرخانده می‌شود و برای آنکه مجدداً ولتاژ تولید شود، جهت اتصال سیم پیچی شنت به آرمیچر عوض می‌شود و ژنراتور مجدداً ولتاژ نامی خود را در حالت بی‌بار تولید می‌کند. در این حالت، پلاریته ولتاژ تولید شده ..... و ژنراتور به صورت کمپوند .....

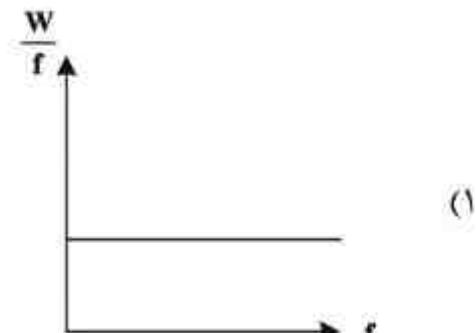
- (۱) ثابت می‌ماند - تراز باقی می‌ماند  
(۲) ثابت می‌ماند - نقصانی در می‌آید  
(۳) عوض می‌شود - تراز باقی می‌ماند  
(۴) عوض می‌شود - نقصانی در می‌آید

۱۲۱- یک ترانسفورماتور تکفاز در حالت بی‌بار از یک منبع ولتاژ سینوسی با دامنه ثابت تغذیه می‌شود. اگر  $W$

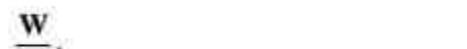
تلفات هسته و  $f$  فرکانس منبع باشد، کدام منحنی رابطه  $\frac{W}{f}$  بر حسب  $f$  را نشان می‌دهد؟



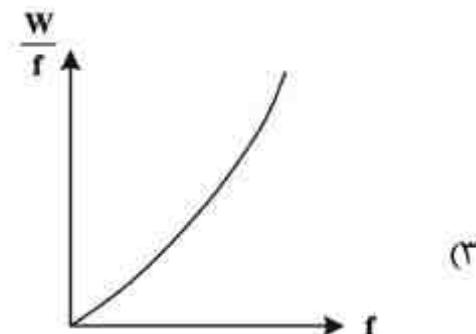
(۲)



(۱)



(۴)

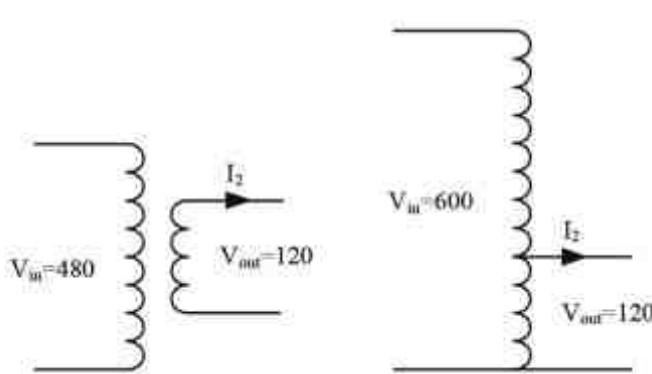


(۳)

۱۲۲- درصد کاهش تلفات پسماند و فوکو در ترانسفورماتور تک فاز  $200V$  و  $50Hz$  وقتی با منبع  $160V$  و  $40Hz$  کار می‌کند، به ترتیب کدام است؟

- (۱) ۳۶، ۲۰  
(۲) ۴۲، ۲۰  
(۳) ۳۶، ۲۵  
(۴) ۴۲، ۲۵

۱۲۳- یک ترانسفورماتور تک فاز،  $480\text{V}/120\text{V}$  را به صورت اتو ترانسفورماتور برای تغذیه یک بار  $120\text{V}$  که قرار است توسط منبع  $600\text{V}$  تغذیه شود تبدیل می‌کنیم. نسبت تلفات مس ترانسفورماتور به اتو ترانسفورماتور، کدام است؟ توان ظاهری بار در هر دو حالت یکسان ( $S = 1$ ) است.



- (۱)  $\frac{9}{16}$   
 (۲)  $\frac{16}{25}$   
 (۳)  $\frac{16}{9}$   
 (۴)  $\frac{25}{16}$

۱۲۴- یک موتور القایی سه فاز  $50\text{Hz}$ ، از نوع روتور سیم پیچی شده مفروض است. مقاومت روتور این ماشین، برابر  $1\Omega$  و راکتانس نشتی آن در حالت سکون برابر  $1/6 \Omega$  است. اگر بخواهیم توان خروجی ماکزیمم در سرعت  $1230\text{rpm}$  رخ دهد، چند اهم باید به مدار روتور اضافه کنیم؟ از امپدانس استاتور صرف نظر می‌شود.

- (۱)  $11^{\circ}$   
 (۲)  $26^{\circ}$   
 (۳)  $38^{\circ}$   
 (۴)  $47^{\circ}$

۱۲۵- در یک موتور القایی سه فاز  $50\text{Hz}$  و  $1440\text{rpm}$ ، گشتاور راهاندازی دو برابر گشتاور بار کامل است. بازه کار پایدار موتور بر حسب  $\text{rpm}$  به صورت تقریبی کدام است؟

- (۱)  $1440$  الی  $1500$   
 (۲)  $1200$  الی  $1500$   
 (۳)  $1180$  الی  $1500$   
 (۴)  $1080$  الی  $1500$

۱۲۶- یک موتور القایی سه فاز شش قطبی با اتصال ستاره، توان ورودی  $10\text{kW}$  را از یک سیستم با فرکانس  $50\text{Hz}$  دریافت می‌کند و با سرعت  $950\text{rpm}$  دور بر دهیقه می‌چرخد. در صورتی که تلفات مسی استاتور  $200\text{W}$  و تلفات هسته  $100\text{W}$  باشد، تلفات مسی روتور تحت شرایط بالا چند وات خواهد بود؟

- (۱)  $975$   
 (۲)  $715$   
 (۳)  $485$   
 (۴)  $355$

الکترومغناطیس

۱۲۷- مرکز یک آهنربای کوچک استوانه‌ای شکل به شعاع  $a$  و طول  $2L$  در مبدأ مختصات واقع و محور آن بر محور  $z$  منطبق است. اگر بردار مغناطیس شدگی این آهنربا به صورت  $\vec{M} = M_0 \frac{z^2}{L^2} \hat{a}_z$  باشد، میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  در فاصله‌ای دور از آهنربا در نقطه  $(x, 0, 0)$  کدام است؟

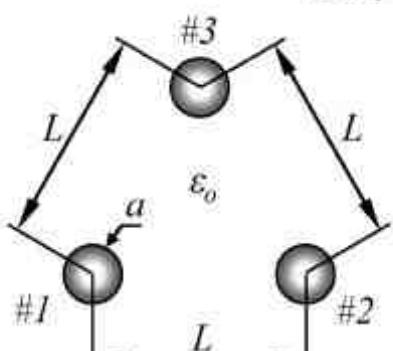
$$-\mu_0 \frac{2a^2 L}{2x^3} M_0 \hat{a}_z \quad (1)$$

$$-\mu_0 \frac{a^2 L}{2x^3} M_0 \hat{a}_z \quad (2)$$

$$-\mu_0 \frac{a^2 L}{3x^3} M_0 \hat{a}_z \quad (3)$$

$$-\mu_0 \frac{a^2 L}{6x^3} M_0 \hat{a}_z \quad (4)$$

۱۲۸- سه کره رسانای مجزا (ایزوله) هر یک به شعاع  $a$  و بار اولیه  $q$  در سه گوشی یک مثلث متساوی‌الاضلاع با ضلع  $L$  قرار گرفته‌اند. ابتدا کره اول را به زمین متصل می‌کنیم تا این مجموعه به حالت تعادل الکترواستاتیک برسد و پس از آن این کره را از زمین قطع می‌کنیم. سپس همین کار را برای کره‌های دوم و سوم تکرار می‌کنیم. بار نهایی روی کره سوم کدام است؟ فرض کنید  $L \gg a$ .



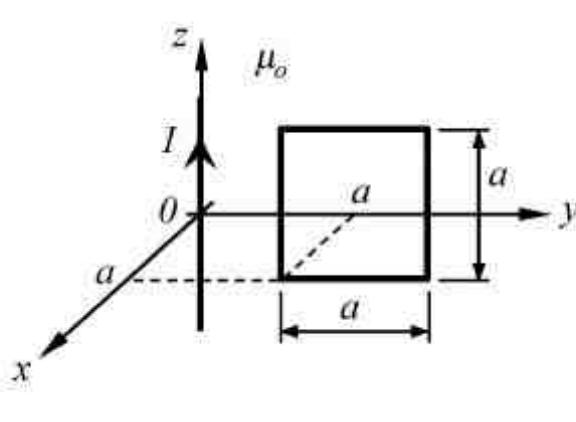
$$q \frac{a}{L} \left( 3 - 2 \frac{a}{L} \right) \quad (1)$$

$$q \frac{a}{L} \left( 2 - 2 \frac{a}{L} \right) \quad (2)$$

$$q \frac{a^2}{L^2} \left( 3 - 2 \frac{a}{L} \right) \quad (3)$$

$$q \frac{a^2}{L^2} \left( 2 - 2 \frac{a}{L} \right) \quad (4)$$

۱۲۹- مطابق شکل یک حلقه سیم مربع شکل در مجاورت یک سیم طویل حامل جریان  $I$  قرار دارد. توجه شود که حلقه و سیم طویل در یک صفحه واقع نیستند. اندازه اندوکتانس متقابل بین حلقه و سیم طویل کدام است؟



$$\frac{\mu_0 a}{4\pi} \ln\left(\frac{5}{2}\right) \quad (1)$$

$$\frac{\mu_0 a}{4\pi} \ln\left(\frac{5}{3}\right) \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln\left(\frac{5}{2}\right) \quad (3)$$

$$\frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln\left(\frac{5}{3}\right) \quad (4)$$

- ۱۳۰- بار نقطه‌ای  $4q$  در مبدأ مختصات و بار نقطه‌ای  $-q$  در نقطه  $(x, y, z) = (0, 0, d)$  قرار دارند. یک خط میدان الکتریکی که با زاویه  $\theta$  با محور  $z$  بار  $4q$  را ترک می‌کند، به صورت قائم بر محور  $z$  به بار  $-q$  وارد می‌شود. مقدار  $\theta$  چقدر است؟

$$\cos^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) \quad (1)$$

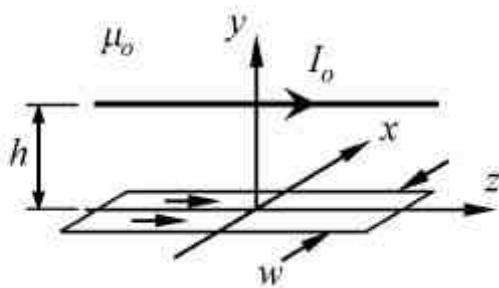
$$\cos^{-1}\left(\frac{3}{5}\right) \quad (2)$$

$$\cos^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) \quad (3)$$

$$\cos^{-1}\left(\frac{4}{5}\right) \quad (4)$$

- ۱۳۱- همانند شکل جریان خطی  $I = I_0 \hat{a}_z$  به فاصله  $h$  بالا و موازی محور تقارن یک نوار جریان سطحی با پهنای  $w$  و

چگالی جریان  $\frac{d\vec{F}}{dz} = J_s \hat{a}_z \left( \frac{A}{m} \right)$  قرار دارد. نیروی وارد بر واحد طول جریان خطی یعنی  $\text{کدام است؟}$



$$-\frac{\mu_0 I_0 J_0}{\pi} \tan^{-1}\left(\frac{w}{2h}\right) \hat{a}_y \quad (1)$$

$$-\frac{\mu_0 I_0 J_0}{2\pi} \tan^{-1}\left(\frac{w}{2h}\right) \hat{a}_y \quad (2)$$

$$-\frac{\mu_0 I_0 J_0}{\pi h} \tan^{-1}\left(\frac{w}{2h}\right) \hat{a}_y \quad (3)$$

$$-\frac{\mu_0 I_0 J_0}{2\pi h} \tan^{-1}\left(\frac{w}{2h}\right) \hat{a}_y \quad (4)$$

- ۱۳۲- یک کره رسانای مجرا (ایزوله) به شعاع  $a$  و بار  $q$  (با فرض  $q > 0$ ) مفروض است. اگر یک بار نقطه‌ای به همان مقدار  $q$  را از نزدیکی سطح کره رسانا به تدریج دور کنیم، این بار نقطه‌ای باید حداقل در چه فاصله‌ای از مرکز کره رسانا قرار گیرد. تا چگالی بارهای سطحی روی کره رسانا در همه جا مثبت شود؟

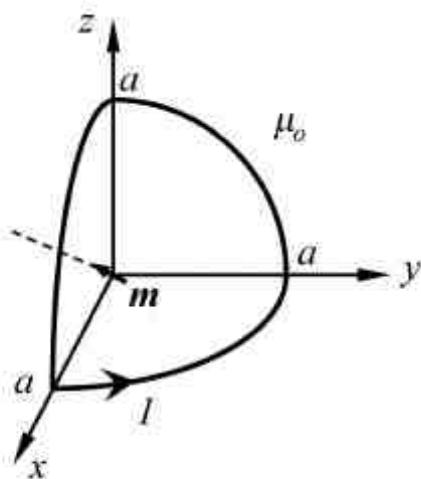
$$d = \sqrt{3}a \quad (1)$$

$$d = \sqrt{5}a \quad (2)$$

$$d = \frac{1+\sqrt{5}}{2}a \quad (3)$$

$$d = \frac{2+\sqrt{5}}{2}a \quad (4)$$

- ۱۳۳- یک مسیر بسته با جریان الکتریکی  $I$  مانند شکل از سه ربع دایره هر یک به شعاع  $a$  در صفحات مختصات تشکیل شده است. اگر دو قطبی مغناطیسی با گشتاور  $\bar{m}$  (با فرض  $|\bar{m}| = m$ ) در مبدأ مختصات و در جهت نیمساز زاویه  $xoz$  واقع شده باشد، بردار گشتاور نیروی وارد بر دو قطبی کدام است؟



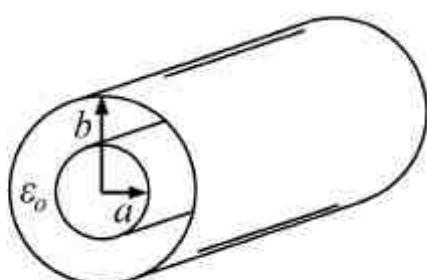
$$\frac{\mu_0 m I}{8a} (\hat{a}_z - \hat{a}_x) \quad (1)$$

$$\frac{\mu_0 m I \sqrt{2}}{16a} (\hat{a}_z - \hat{a}_x) \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 m I \sqrt{2}}{16a} (\hat{a}_y - \hat{a}_z) \quad (3)$$

$$\frac{\mu_0 m I \sqrt{2}}{8a} (\hat{a}_x + \hat{a}_y + \hat{a}_z) \quad (4)$$

- ۱۳۴- در کابل هم محور نشان داده شده در شکل زیر در صورت ثابت بودن  $b$ ، شعاع داخلی  $a$  چقدر باشد تا بدون آنکه شدت میدان الکتریکی درون کابل از میدان شکست  $E_b$  فراتر رود، حداکثر انرژی الکتریکی در واحد طول کابل ذخیره گردد؟



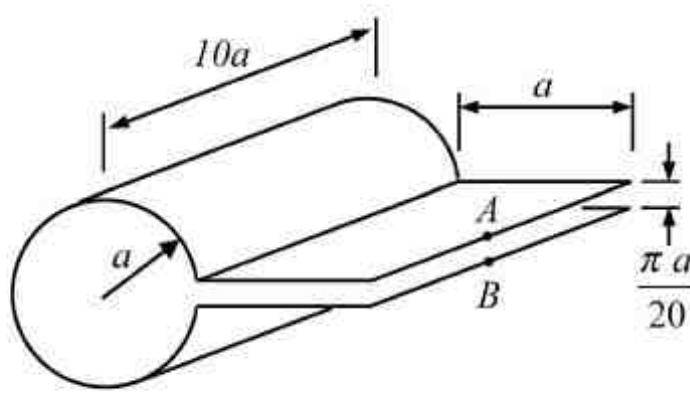
$$a = \frac{b}{e} \quad (1)$$

$$a = \frac{b}{\sqrt{e}} \quad (2)$$

$$a = \frac{\sqrt{3}}{2} b \quad (3)$$

$$a = \frac{3}{4} b \quad (4)$$

- ۱۳۵- یک نوار مسی بسیار نازک را به صورت شکل زیر درآورده‌ایم. اندوکتانس دیده شده از نقاط  $A$  و  $B$  به طور تقریبی کدام است؟



$$\mu_0 \frac{\pi a}{210} \quad (1)$$

$$\mu_0 \frac{21\pi a}{20} \quad (2)$$

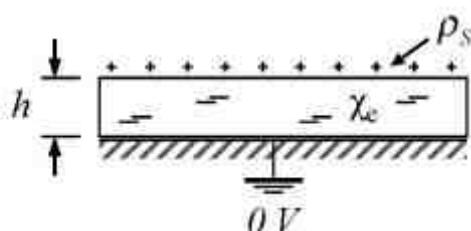
$$\mu_0 \frac{21\pi a}{200} \quad (3)$$

$$\mu_0 \left( \frac{200}{\pi} + \frac{\pi}{10} \right) a \quad (4)$$

۱۳۶- در شکل زیر، بار سطحی آزاد با چگالی یکنواخت  $\rho_s = 2 \frac{\mu C}{m^2}$  بر روی یک تیغه عایق نامتناهی با  $\chi_e = 3\%$  و

با ضخامت  $h = 2\text{mm}$  قرار گرفته است. این تیغه عایق بر روی صفحه رسانای نامتناهی زمین شده قرار گرفته است. چگالی بارهای مقید سطحی روی فصل مشترک تیغه عایق با صفحه رسانای زمین شده چند

$$\frac{\mu C}{m^2} \text{ است؟}$$



$$-\frac{3}{2} \quad (1)$$

$$-\frac{3}{4} \quad (2)$$

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

$$\frac{3}{2} \quad (4)$$

۱۳۷- در فضای خالی دو قطبی‌های مغناطیسی بی‌نهایت کوچک هر یک با گشتاور  $\bar{m} = m \circ \hat{a}_z$  در ناحیه استوانه‌ای شکل با شعاع  $a$  و ارتفاع  $h$  به طور یکنواخت به قسمی توزیع شده‌اند که تعداد آنها در واحد حجم عدد بسیار بزرگ  $N$  است. شدت میدان مغناطیسی در مرکز این ناحیه استوانه‌ای شکل را  $\bar{H}_1$  می‌نامیم.

اگر نون هم شعاع و هم ارتفاع این ناحیه استوانه‌ای شکل را یک‌سوم  $\frac{1}{3}$  کرده و لی تعداد این دو قطبی‌ها را در واحد حجم نصف می‌کنیم. اگر شدت میدان مغناطیسی در مرکز ناحیه استوانه‌ای جدید را  $\bar{H}_2$  بنامیم، آنگاه

$$\frac{|\bar{H}_2|}{|\bar{H}_1|} \text{ کدام است؟}$$

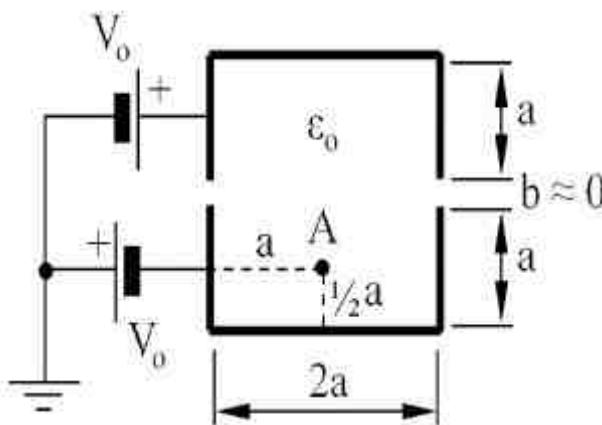
$$\frac{1}{3} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \quad (2)$$

$$\frac{2}{3} \quad (3)$$

$$1 \quad (4)$$

- ۱۳۸- از دو قطعه رسانا با طول بی نهایت که سطح مقطع آنها به شکل حرف U است، ساختار شکل زیر تهیه شده است. طبق شکل، پتانسیل الکتریکی این دو قطعه  $+V_0$  و  $-V_0$  فرض می شود. با توجه به ابعاد مشخص شده در شکل، پتانسیل الکتریکی در نقطه A کدام است؟



$$\sum_{m=1,3,5,\dots} \frac{4V_0}{m\pi} (-1)^{\frac{m+1}{2}} \frac{\operatorname{sh}(\frac{m\pi}{4})}{\operatorname{sh}(\frac{m\pi}{2})} \quad (1)$$

$$\sum_{m=1,3,5,\dots} \frac{4V_0}{m\pi} (-1)^{\frac{m-1}{2}} \frac{\operatorname{sh}(\frac{m\pi}{4})}{\operatorname{sh}(\frac{m\pi}{2})} \quad (2)$$

$$\sum_{m=1,3,5,\dots} \frac{4V_0}{m\pi} (-1)^{\frac{m-1}{2}} \operatorname{sh}(\frac{m\pi}{4}) \quad (3)$$

$$\sum_{m=1,3,5,\dots} \frac{4V_0}{m\pi} (-1)^{\frac{m+1}{2}} \operatorname{sh}(\frac{m\pi}{4}) \quad (4)$$

#### مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی:

- ۱۳۹- برای ثبت صدای قلب از یک سنسور خازنی استفاده شده است که در آن فاصله دو جوشن خازن متناسب با دامنه صدا تغییر می‌کند. در حالت بدون ورودی، ظرفیت تعادل خازن برابر  $F = 2.5\mu\text{F}$  است. اگر در اثر صدای ورودی تغییرات نسبی فاصله دو جوشن حول نقطه تعادل  $\pm 8^\circ$  درصد باشد، تغییرات نسبی ظرفیت خازنی سنسور در این حالت چند درصد است؟

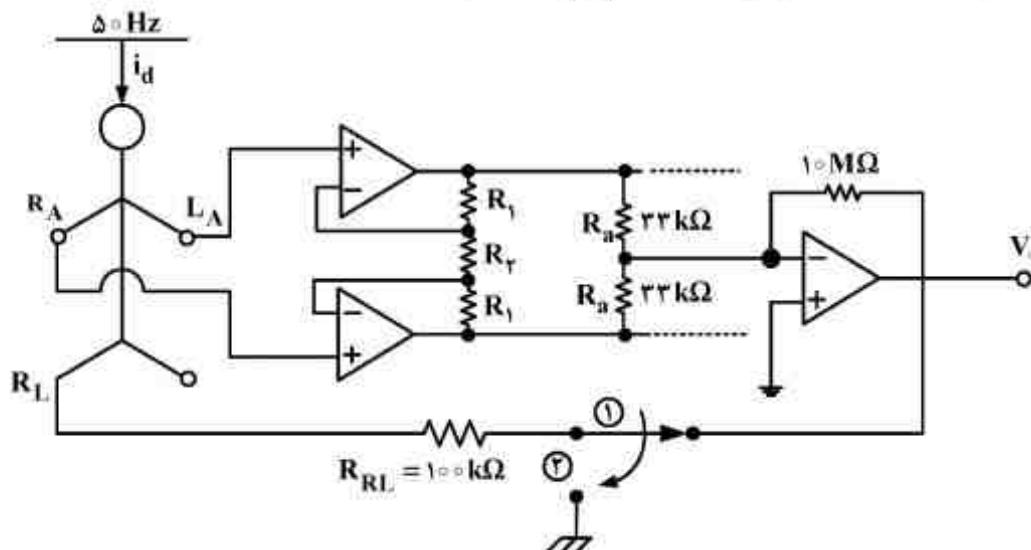
۲۰ (۱)

۱۰ (۲)

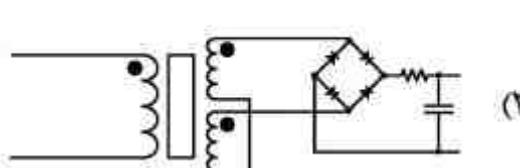
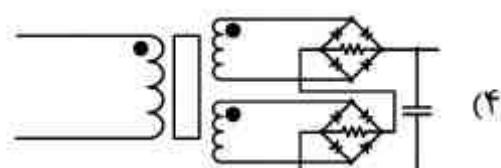
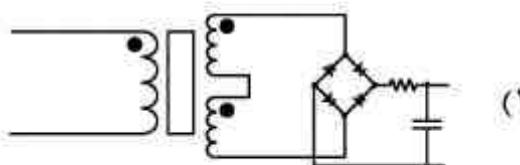
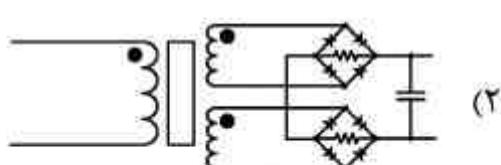
۱۶ (۳)

۲۶ (۴)

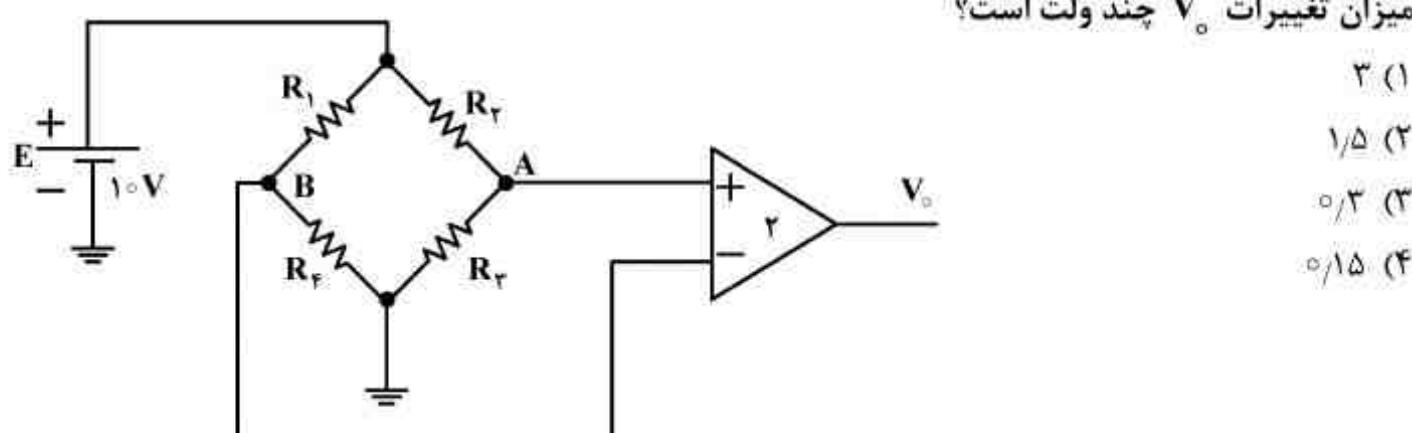
- ۱۴۰- در تقویت کننده ECG شکل زیر جریان جابه‌جایی به میزان  $i_d = 3\mu\text{A}$  از خطوط برق شهر به بیمار منتقل می‌گردد. ولتاژ مدمسترک ( $V_{CM}$ ) تقریبی روی بدن بیمار در حالتی که فیدبک درایور به پای راست متصل است (حالت ۱) و حالتی که پای راست از طریق مقاومت  $R_{RL}$  زمین شده باشد (حالت ۲)، به ترتیب کدام است؟

۱۰ mV و  $16/5\mu\text{V}$  (۱)۱۰ mV و  $33\mu\text{V}$  (۲)۲۰ mV و  $49\mu\text{V}$  (۳)۳۰ mV و  $97\mu\text{V}$  (۴)

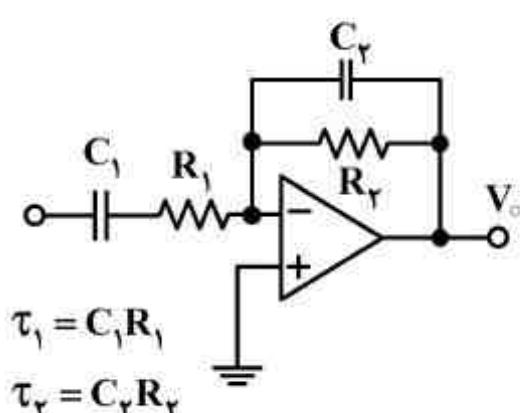
۱۴۱- در صورتی که بخواهیم توسط یک LVDT مقدار و جهت جابه‌جایی هسته را به صورت یک سیگنال DC داشته باشیم، از کدام مدار می‌توان استفاده کرد؟



۱۴۲- مدار معادل یک سنسور فشار خون را که از اتصال ۴ مقاومت سیمی به شکل پل ساخته شده است، در شکل زیر مشاهده می‌کنید. قبل از اعمال فشار، هر ۴ مقاومت یکسان و برابر  $R$  می‌باشند. با اعمال فشار، مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  دچار کشش و  $R_3$  و  $R_4$  دچار کاهش طول می‌شوند. اگر تغییر طول این سیم‌های مقاومتی در فشار اعمال شده برابر ۱٪ طول اولیه، گیج فاکتور سیم‌ها ۱۵ و گین تفاضلی تقویت‌کننده ۲ باشد، میزان تغییرات  $V$  چند ولت است؟



۱۴۳- با توجه به شکل زیر، برای فیلتر کردن سیگنال EMG عمقی، کدام یک از مقادیر زیر مناسب‌تر است؟



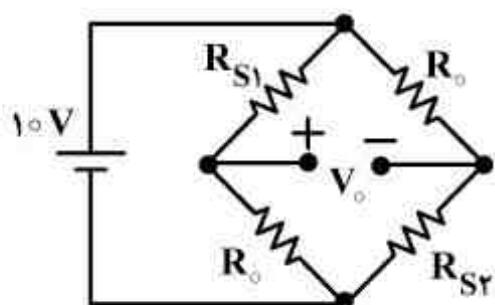
$$\tau_1 = 15\mu\text{s} \quad \tau_2 = 3\mu\text{s} \quad (1)$$

$$\tau_1 = 30\mu\text{s} \quad \tau_2 = 3\text{ms} \quad (2)$$

$$\tau_1 = 3\mu\text{s} \quad \tau_2 = 15\mu\text{s} \quad (3)$$

$$\tau_1 = 3\text{ms} \quad \tau_2 = 30\mu\text{s} \quad (4)$$

- ۱۴۴- در شکل زیر،  $R_{S1}$  و  $R_{S2}$  دو استرین گیج سیمی کاملاً مشابه‌اند. طول اولیه آن‌ها ۸ سانتی‌متر و گیج فاکتور آن‌ها برابر ۴ است. اگر پل ابتدا در حال تعادل باشد و طول هر دو استرین گیج در اثر کشش سانتی‌متر شود، مقدار صحیح ولتاژ خروجی بر حسب ولت کدام است؟



- (۱) +۴  
(۲) +۲  
(۳) -۲  
(۴) -۴

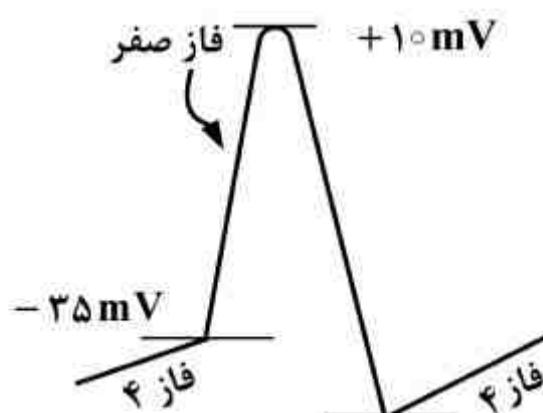
- ۱۴۵- در شکل زیر، سه محفظه ۱، ۲ و ۳ با غشاها نیمه تراوا از هم تفکیک شده‌اند. غشای بین محفظه ۲، ۳ نسبت به یون‌های کلر و پتانسیم و غشای بین محفظه ۱ و ۲ تنها نسبت به یون کلر نفوذپذیر است. هیچ یک از غشاها نسبت به یون کلسیم نفوذپذیر نیستند و غشاها فاقد پمپ یونی می‌باشند. اگر غلظت‌های نشان داده شده در شکل، به بعد از برقراری تعادل مربوط باشند، ولتاژ  $V_o$  در این حالت چند میلی ولت است؟



$$\left( \text{فرض کنید } \frac{kT}{q} = 27 \text{ mV} \right)$$

(۱) ۲۷  
(۲) ۵۴  
(۳)  $27 \times \ln(2)$   
(۴)  $27 \times (1 - \ln(2))$

- ۱۴۶- در پتانسیل عمل گره سینوسی دهلیزی (SA) قلب، فاز صفر (شکل زیر) بر اثر باز شدن کانال‌های کلسیمی و هجوم یون‌های کلسیم به داخل سلول ایجاد می‌شود. با توجه به مقادیر پتانسیل نشان‌داده شده در شکل، جهت جریان‌های دریفت (رانشی) و دیفیوژن یون کلسیم در فاز ۴، به ترتیب به سوی کدام طرف غشای سلول است؟

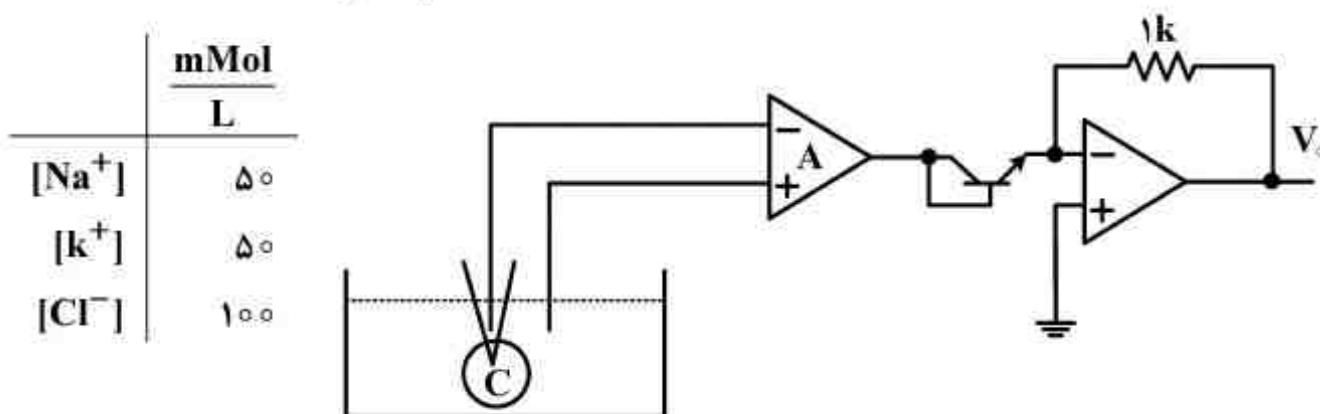


- (۱) خارج - خارج  
(۲) خارج - داخل  
(۳) داخل - خارج  
(۴) داخل - داخل

۱۴۷- با استفاده از یک میکرو الکترود شیشه‌ای و یک الکترود در خارج سلول فرضی C، ولتاژ غشای سلول دریافت و توسط تقویت‌کننده تفاضلی A با گین ۴ تقویت می‌شود. ولتاژ اشباع معکوس ترانزیستور  $I_s = 1\mu A$  و  $V_o = -625mV$  ثبت شده است. غشای سلول C تنها نسبت به یون‌های سدیم، پتاسیم و کلر نفوذپذیر بوده و فاقد مکانیسم فعال برای انتقال یون کلر است. غلظت یون‌های محیط خارج سلول در جدول زیر داده شده است. غلظت یون کلر در داخل سلول چند  $\frac{mMol}{L}$  است؟ (OP-AmP طبقه خروجی)

$$I_c = I_s e^{\frac{V_{BE}}{(kT/q)}}$$

ایده‌آل فرض می‌شود و جریان در کلکتور ترانزیستور از رابطه  $I_c$  تبعیت می‌کند.)



۲۰ (۱)

۵۰۰ (۲)

$$\frac{1}{4} \exp\left(\frac{q}{kT} \times 0/625\right) \quad (3)$$

$$\left(\frac{kT}{q}\right) \frac{\ln(100)}{4 \times 0/625} \quad (4)$$

۱۴۸- غلظت یون‌های دو طرف یک غشای نفوذپذیر که فقط نسبت به یون  $R^+$  نفوذناپذیر است قبل از تعادل، به صورت شکل زیر می‌باشد. پس از رسیدن به تعادل، غلظت یون  $[Ca^{++}]$  در داخل و خارج محلول به ترتیب چند میلی‌مول بر لیتر است؟

in	out
$[CaCl_2] = ۲۰۰$	$[CaCl_2] = ۳۰۰$
$\frac{mMol}{L}$	$\frac{mMol}{L}$

$[RCI] = ۱۰۰$

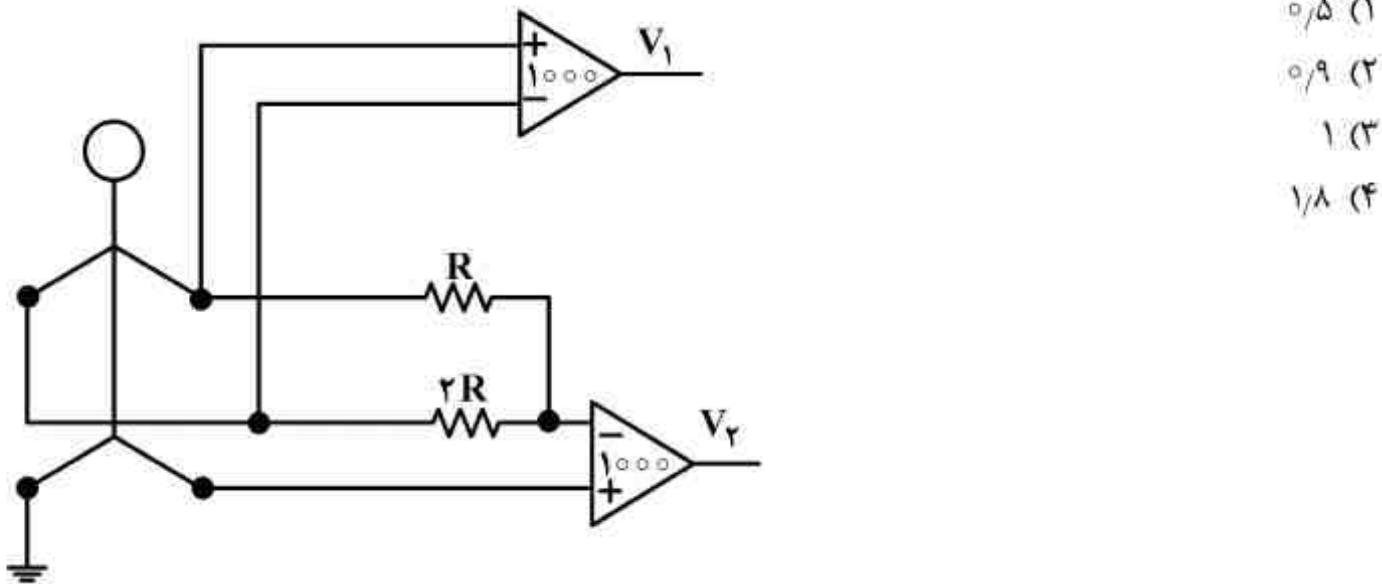
(۱) ۱۶۲ و ۳۳۸

(۲) ۲۲۴ و ۲۶۶

(۳) ۱۶۲ و ۳۳۸

(۴) ۲۶۶ و ۲۲۴

- ۱۴۹- در شکل زیر گین تقویت کننده‌های تفاضلی  $100^{\circ}$  و مقادیر ولتاژهای  $V_1$  و  $V_2$  در لحظه‌ای از زمان به ترتیب  $1,2$  و  $2,7$  ولت می‌باشد، مقدار  $aVf$  در این لحظه چند میلی ولت است؟



- ۱۵۰- یک تقویت کننده تفاضلی با گین تفاضلی برابر با  $10^{\circ}$  و امپدانس ورودی  $1M\Omega$  و CMRR خیلی زیاد مطابق شکل زیر جهت ثبت لید I از ECG به مریض وصل شده است. اگر امپدانس اتصال الکترود دست راست  $5^{\circ}$  کیلواهم، امپدانس دست چپ  $3^{\circ}$  کیلواهم و امپدانس پای راست  $4^{\circ}$  کیلواهم باشد، مقدار تقریبی CMRR کلی بر حسب دسی بل، کدام است؟ ( $\log 2 = ۰,۳$ )

$$R_{in} = 1M\Omega, A_d = 10^{\circ}, CMRR \approx \infty$$

۴۶ (۱)  
۴۰ (۲)  
۳۴ (۳)  
۲۸ (۴)

