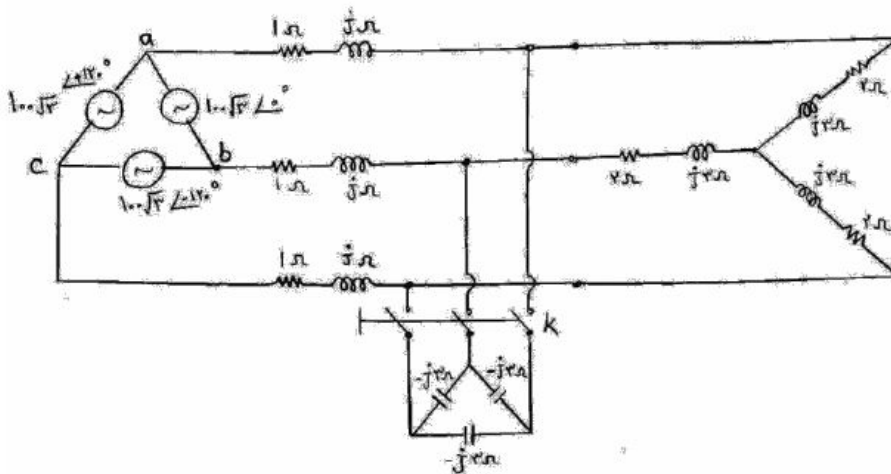


بررسی سیستم های قدرت

۱ - در سیستم سه فاز شکل زیر پس از بسته شدن کلید k اندازه جریان خط چند برابر می‌گردد؟



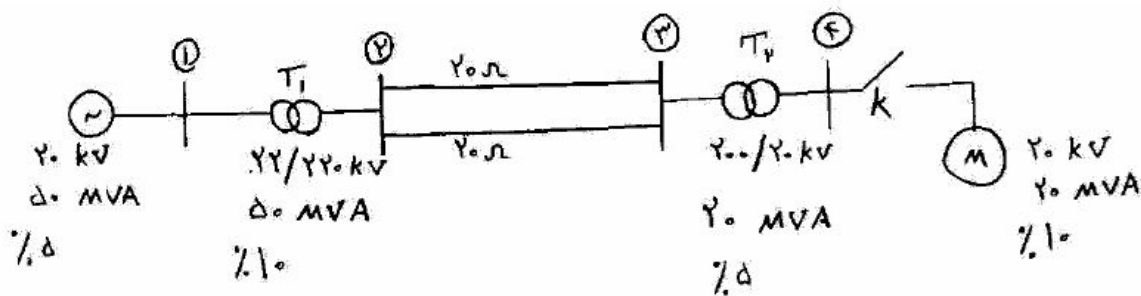
$$\frac{1}{f} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} (r$$

F (3

2 (F

۲- در شکل زیر راکتانس دیده شده از سمت ترمینال‌های مولد (ازباس (۱)) در حالی که کلید بار موتوری (IM) باز است چند درصد است. مقادیر مینا را مقادیر مولد سنکرون در نظر بگیرید.



27/1 % ()

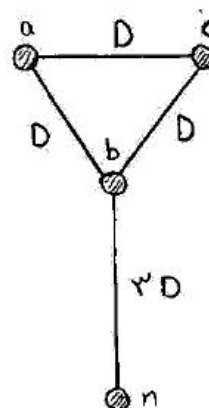
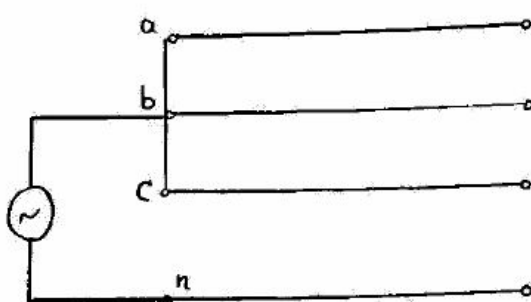
25/15 % (2

1715 % (3

16/25% (4

۳- در شکل زیر اندوکتانس هادی **b** کدام است؟

$$r \times 10^{-7} \ln \frac{r_0 D}{r'} \quad (1)$$

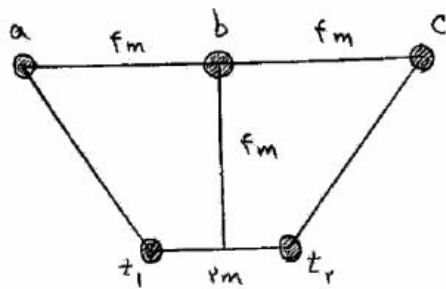


$$r \times 1. - \gamma \ln \frac{qD}{r'} \quad (2)$$

$$r \times 10^{-7} \ln \frac{r D}{r'} \quad (r$$

$$r \times 10^{-7} \ln \frac{D}{r'} \quad (4)$$

۴ - در شکل زیر یک خط تلفن به طور موازی یک خط قدرت قرار گرفته است جریان عبوری از خط قدرت کاملاً متقارن و متعادل بوده و دارای دامنه A ۱۰۰ است. اگر فاز b خط قدرت دچار قطعی شده اما جریان دو فاز دیگر ثابت بمانند ولتاژ القایی در خط



تلفن چند درصد تغییر می‌کند؟

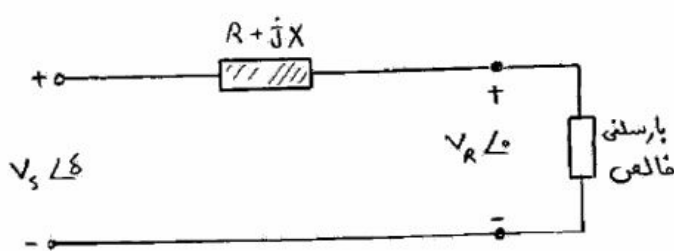
(۱) حدود ۳۰٪ کم می‌شود

(۲) حدود ۳۰٪ زیاد می‌شود

(۳) حدود ۳۰٪ تغییر می‌کند اما کم و زیاد شدن آن مشخص نیست

(۴) هیچ تغییری نمی‌کند.

۵ - در خط کوتاه شکل زیر درصد تنظیم ولتاژ بر حسب متغیرهای سیستم در کدام گزینه صحیح‌تر بیان شده است؟



$$\frac{1 - \cos \delta + \frac{X}{R} \sin \delta}{\cos \delta - \frac{X}{R} \sin \delta} \quad (۲)$$

$$\frac{1 - \cos \delta - \frac{X}{R} \sin \delta}{\cos \delta + \frac{X}{R} \sin \delta} \quad (۱)$$

$$\frac{1 - \cos \delta - \frac{R}{X} \sin \delta}{\cos \delta + \frac{R}{X} \sin \delta} \quad (۴)$$

$$\frac{1 - \cos \delta + \frac{R}{X} \sin \delta}{\cos \delta - \frac{R}{X} \sin \delta} \quad (۳)$$

۶ - اگر در نظر گرفتن اثر زمین در یک خط انتقال فشار قوی موجب افزایش ۲۱٪ در ظرفیت خازنی خط گردد. SIL این خط با در نظر گرفتن اثر زمین چند درصد نسبت به حالتی که اثر زمین صرف‌نظر شده تغییر می‌کند؟

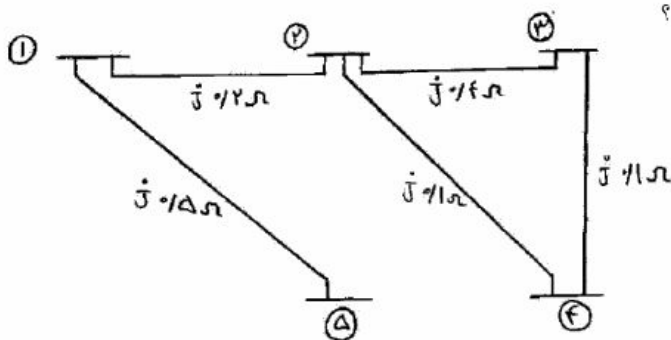
(۴) ۱۰٪ کاهش

(۳) ۱۰٪ افزایش

(۲) ۴/۷٪ کاهش

(۱) ۴/۷٪ افزایش

۷ - در شبکه شکل زیر بر اثر بروز یک خطا روی باس (۵) خط ورودی به آن توسط کلیدهای دو سر آن از شبکه جدا شده و باس (۵) را ایزوله می‌کنند. ماتریس ادمیتانس شبکه در این حالت کدام است؟



$$j \begin{bmatrix} -۱۲ & ۵ & ۰ & ۰ \\ ۵ & -۱۷/۵ & ۲/۵ & ۱۰ \\ ۰ & ۲/۵ & -۱۲/۵ & ۱۰ \\ ۰ & ۱۰ & ۱۰ & -۲۰ \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$j \begin{bmatrix} -۷ & ۵ & ۰ & ۰ \\ ۵ & -۱۷/۵ & ۲/۵ & ۱۰ \\ ۰ & ۲/۵ & -۱۲/۵ & ۱۰ \\ ۰ & ۱۰ & ۱۰ & -۲۰ \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$j \begin{bmatrix} -۵ & ۵ & ۰ & ۰ \\ ۵ & -۱۷/۵ & ۲/۵ & ۱۰ \\ ۰ & ۲/۵ & -۱۲/۵ & ۱۰ \\ ۰ & ۱۰ & ۱۰ & -۲۰ \end{bmatrix} \quad (۴)$$

$$j \begin{bmatrix} -۵ & ۵ & ۰ & ۰ \\ ۵ & -۱۷/۵ & ۲/۵ & ۱۰ \\ ۰ & ۲/۵ & -۱۲/۵ & ۱۰ \\ ۰ & ۱۰ & ۱۰ & -۳۰ \end{bmatrix} \quad (۳)$$

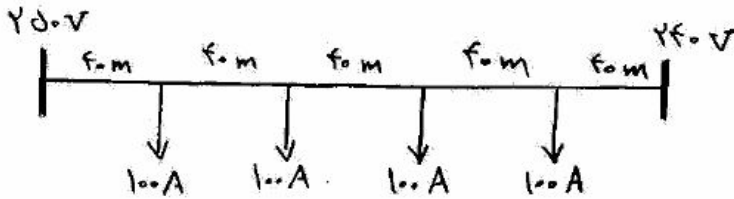
۸- در سیستم توزیع شکل زیر مقاومت واحد طول $\frac{\Omega}{km}$ ۱ است. حداقل ولتاژ خط توزیع چند ولت است؟

(۱) ۲۳۲ V

(۲) ۲۲۸ V

(۳) ۲۴۶ V

(۴) ۲۴۰ V



۹- کدام گزینه زیر در خصوص بخش بار در سیستم‌های قدرت صحیح نیست؟

(۱) در پخش بار DC به حدس اولیه نیاز نداریم.

(۲) در پخش بار مجزا ماتریس ژاکوبین ثابت بوده و تکرار نمی‌گردد.

(۳) در پخش بار مجزای سریع اندازه ولتاژ شین‌های مختلف را تقریباً یکسان فرض می‌کنیم.

(۴) در پخش بار DC قادر به محاسبه توان راکتیو جاری شده در خطوط نیستیم.

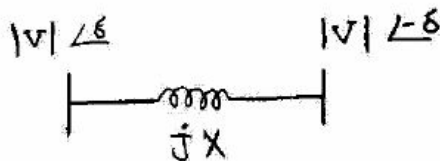
۱۰- در خط کوتاه شکل زیر از خازنی با راکتانس $X_c = \frac{X}{3}$ به وسط خط متصل گردد توان انتقالی چند برابر می‌گردد؟

(۲) ۱/۲

(۱) ۲

(۴) ۱/۶

(۳) ۱/۵



۱۱- ماتریس امپدانس یک شبکه قدرت ۴ باسه به صورت شکل زیر داده شده است. با نصب خازن ۱ P.U در شین ۳، ولتاژ شین ۲

چه تغییری می‌کند؟ فرض شود ولتاژ تمامی شین‌ها قبل از نصب خازن ۱ P.U است

$$Z_{bus} = j \begin{bmatrix} 0.2 & 0.15 & 0.2 & 0.2 \\ 0.15 & 0.3 & 0.1 & 0.2 \\ 0.2 & 0.1 & 0.5 & 0.1 \\ 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.4 \end{bmatrix}$$

(۴) ۲۰٪ افزایش

(۳) ۱۰٪ کاهش

(۲) ۲۵٪ افزایش

(۱) بدون تغییر

۱۲- در شبکه دو باسه شکل زیر مولد توان ۲ P.U را در تحریک نرمال تولید می‌کند اگر راکتانس خط ۵ P.U J باشد توان راکتیو

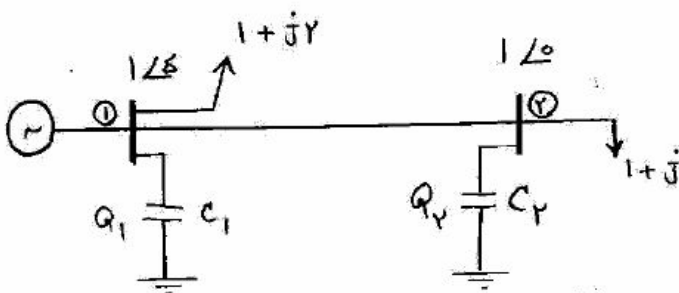
تولیدی خازن‌ها (Q_1, Q_2) چند P.U هستند؟

(۱) $Q_1 = Q_2 = 0.28$ P.U

(۲) $Q_1 = 1/28$ P.U , $Q_2 = 2/28$ P.U

(۳) $Q_1 = Q_2 = 1/28$ P.U

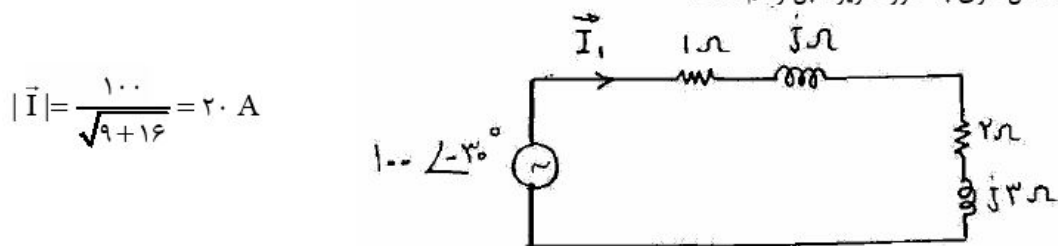
(۴) $Q_1 = Q_2 = 2/28$ P.U



بررسی سیستم‌های قدرت

۱- گزینه «۳» صحیح است.

در حالتی که کلید k باز است مدار معادل فازی به صورت زیر قابل رسم است.

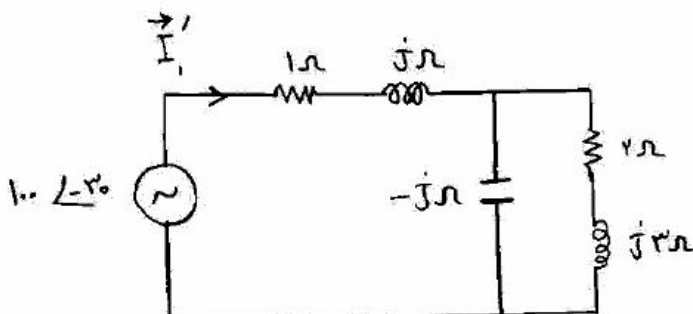


$$|\vec{I}| = \frac{100}{\sqrt{9+16}} = 20 \text{ A}$$

در حالتی که کلید k بسته است مدار معادل فازی به صورت زیر قابل رسم است:

$$\vec{Z}_{in} = 1 + j + [(2 + j3) \parallel -j] = 1 + j + \frac{(2 + j3)(-j)}{2 + j2} = 1 + j + \frac{(3 - 2j)(2 - j2)}{8} = \frac{10}{8} - j\frac{2}{8} \Omega$$

$$|\vec{I}'| = \frac{100}{\sqrt{\frac{100}{64} + \frac{4}{64}}} = \frac{800}{\sqrt{104}} \approx 80 \text{ A}$$



واضح است که با بسته شدن کلید جریان خط ۴ برابر می‌گردد.

۲- گزینه «۲» صحیح است.

چون راکتانس از دید bus (۱) خواسته شده پس راکتانس سنکرون مولد در محاسبات لحاظ نمی‌گردد. در مرحله اول باید ولتاژ و امپدانس پایه نواحی مختلف را به دست آورد.

$$V_{b1} = 20 \text{ kV} \rightarrow V_{b2} = 20 \times \frac{220}{22} = 200 \text{ kV}$$

$$Z_{b2} = \frac{V_{b2}^2}{S_b} = \frac{200^2}{50} = 800 \Omega \rightarrow x_{line1} = x_{line2} = \frac{20}{800} = 2.5\%$$

$$x_{T1} = \%10 \times \left(\frac{22}{20}\right)^2 = 12.1\%$$

$$x_{T2} = \%5 \times \frac{50}{20} = 12.5\%$$

$$x_{eq} = 12.1 + \frac{2.5}{2} + 12.5 = 25.25\%$$

۳- گزینه «۱» صحیح است.

ابتدا شار دور در برگیرنده هادی b را محاسبه می‌کنیم

$$\lambda_b = 2 \times 10^{-7} \left(I_a \ln \frac{1}{D_{ab}} + I_b \ln \frac{1}{r'} + I_c \ln \frac{1}{D_{cb}} + I_n \ln \frac{1}{D_{nb}} \right)$$

طبق شکل چون مجموعه هادی‌ها توسط منبع تکفاز تغذیه شده‌اند داریم:

$$I_a = I_b = I_c = I \Rightarrow I_n = -(I_a + I_b + I_c) = -3I$$

همین‌طور با توجه به فاصله‌گذاری بین هادی‌ها داریم:

$$D_{ab} = D_{bc} = D$$

$$D_{nb} = 3D$$

با جایگذاری در رابطه شار دور داریم:

$$\begin{aligned} \lambda_b &= 2 \times 10^{-7} \left(I \ln \frac{1}{D} + I \ln \frac{1}{r'} + I \ln \frac{1}{D} - 3I \ln \frac{1}{3D} \right) \\ &= 2 \times 10^{-7} \left(I \ln \frac{3^2 D^3}{D^3 r'} \right) \Rightarrow L_b = \frac{\lambda_b}{I_b} = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{3^2 D}{r'} \end{aligned}$$

۴- گزینه «۴» صحیح است.

طبق شکل فاصله فاز b تا هادی‌های t_1, t_2 یکسان است. لذا این فاز هیچ ولتاژی در خط تلفن القاء نمی‌کند پس قطع یا وصل بودن آن (در شرایطی که جریان دو فاز دیگر ثابت است) تأثیری بر ولتاژ القایی در خط تلفن ندارد.

۵- گزینه «۱» صحیح است.

با نوشتن KVL داریم:

$$\vec{V}_S = \vec{V}_R + (R + jX) \vec{I}_R = \vec{V}_R + R \vec{I}_R + jX \vec{I}_R$$

چون بار سلفی خالص است جریان I_R نسبت به ولتاژ V_R به اندازه 90° پس فاز است لذا چون فاز V_R صفر فرض شده پس بردار \vec{I}_R را به صورت $-j|I_R|$ می‌نویسیم در نتیجه:

$$\vec{V}_S = \vec{V}_R + R(-j|I_R|) + jX(-j|I_R|)$$

$$\vec{V}_S = \vec{V}_R + X|I_R| - jR|I_R| \Rightarrow \begin{cases} |V_S| \cos \delta = |V_R| + X|I_R| \\ |V_S| \sin \delta = -R|I_R| \end{cases}$$

$$|V_S| < \delta \quad |V_R| < 0$$

$$|V_S| \cos \delta = |V_R| + X \frac{-|V_S| \sin \delta}{R} \Rightarrow |V_S| \left(\cos \delta + \frac{X}{R} \sin \delta \right) = |V_R|$$

با توجه به تعریف درصد تنظیم ولتاژ داریم:

$$\%V.R = \frac{|V_S| - |V_R|}{|V_R|} \times 100 = \frac{|V_S| \left(1 - \cos \delta - \frac{X}{R} \sin \delta \right)}{|V_S| \left(\cos \delta + \frac{X}{R} \sin \delta \right)} \Rightarrow \%V.R = \frac{1 - \cos \delta - \frac{X}{R} \sin \delta}{\cos \delta + \frac{X}{R} \sin \delta}$$

۶- گزینه «۳» صحیح است.

اگر SIL خط را در حالتی که اثر زمین لحاظ شده با SIL_2 و بدون اثر زمین با SIL_1 نشان دهیم داریم:

$$SIL = \frac{V^2}{\sqrt{\frac{L}{C}}} \Rightarrow \frac{SIL_2}{SIL_1} = \frac{\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}}{\sqrt{\frac{L_2}{C_2}}} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} = \sqrt{1/2} = 1/1$$

یعنی SIL خط حدود ۱۰٪ زیاد می‌گردد.

۷- گزینه «۴» صحیح است.

با جدا شدن باس (۵) شبکه (۴) پاره شده لذا:

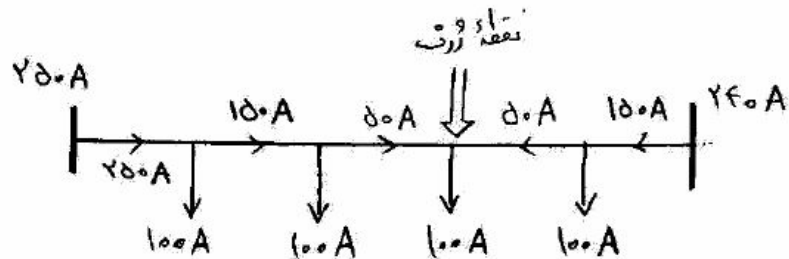
$$Y_{bus} = j \begin{bmatrix} -5 & 5 & 0 & 0 \\ 5 & -17/5 & 2/5 & 10 \\ 0 & 2/5 & -12/5 & 10 \\ 0 & 10 & 10 & -20 \end{bmatrix}$$

توجه شود چون خط بین دو باس ۱ و ۵ جدا شده لذا در درایه Y_{11} لحاظ نمی‌گردد. ضمناً می‌دانیم که چون باس‌ها فاقد بار هستند لذا جمع درایه‌های تمامی ستون‌ها (تک تک) و همین‌طور سطرها همواره صفر است.

۸- گزینه «۱» صحیح است.

اگر جریان تزریقی توسط منبع ۲۵۰ V را I_1 بنامیم با توجه به تقارن شکل داریم:

$$I_1 = \frac{250 - 240}{1 \times 0.2} + \frac{1}{2} \times 400 = 250 \text{ A}$$



با توجه به نقطه ژرف به دست آمده داریم:

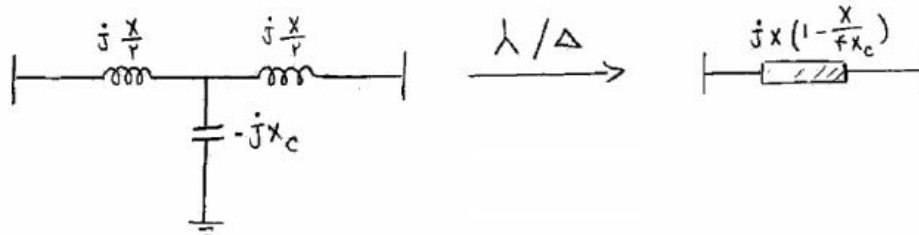
$$V_{min} = 240 - (150 \times 40 \times 10^{-3}) - (50 \times 40 \times 10^{-3}) = 232 \text{ V}$$

۹- گزینه «۲» صحیح است.

در پخش بار مجزای سریع ماتریس ژاکوبین ثابت بوده و تکرار نمی‌شود اما در پخش بار مجزا باید این ماتریس در هر مرحله تکرار شود.

۱۰- گزینه «۱» صحیح است.

با نصب جبران‌ساز داریم:



در حالت اول (بدون جبران‌ساز) داریم:

$$P_1 = \frac{|V||V|}{X} \sin \delta$$

در حالت دوم (با جبران‌ساز) داریم:

$$P_2 = \frac{|V||V|}{X \left(1 - \frac{X}{4X_c}\right)} \sin \delta$$

نسبت این دو توان برابر است با:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{1 - \frac{X}{4X_c}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{2}} = 2$$

یعنی توان انتقالی ۲ برابر می‌گردد.

۱۱- گزینه «۴» صحیح است.

چون فاز ولتاژها داده نشده صفر فرض می‌گردد لذا:

$$\begin{cases} V_r^{\text{new}} = V_r^{\text{old}} + Z_{rr} I_r^f \\ I_r^f = \frac{-1 \angle 0}{j \cdot 0.5 - j} = -j 2 \text{ P.U} \end{cases} \Rightarrow V_r^{\text{new}} = 1 + (j \cdot 0.1) (-j 2) = 1.2 \text{ P.U}$$

یعنی اندازه ولتاژ شین (۲) به اندازه ۲۰٪ زیاد می‌شود.

۱۲- گزینه «۲» صحیح است.

$$P_{12} = \frac{1 \times 1}{0.5} \sin \delta = 1 \Rightarrow \delta = 30^\circ$$

$$Q_{12} = \frac{1}{0.5} (1 - 1 \times \cos 30^\circ) = 0.732 \text{ P.U}$$

چون ولتاژ هر دو باس برابرند پس باس (۲) نیز همین مقدار توان باید به خط تزریق کند لذا:

$$Q_{21} = Q_{12} = 0.732 \text{ P.U}$$

خازن Q_2 باید مجموع بار و خط را تأمین کند لذا:

$$Q_2 = 1 + 0.732 = 1.732 \text{ P.U}$$

چون مولد در حالت تحریک نرمال است هیچ توان راکتیوی تولید یا مصرف نمی‌کند لذا خازن Q_1 باید بار باس (۱) و نیمی از توان راکتیو خط را تأمین کند. لذا:

$$Q_1 = 2 + 0.732 = 2.732 \text{ P.U}$$