پاسخ

پاسخ تشریحی بررسی سیستم‌های قدرت ارشد ۹۵ - آرش وحیدی Arashvahidi1985@gmail.com

$$S_R = 10\,[MVA]\angle 36.87^\circ = 10(0.8) + j\,10(0.6) = 8 + j6$$

(۷۹)

میخواهیم PF=1 شود بنابراین باید بار مقاومتی خالص باشد پس باید $+j6$ را حذف کنیم:

$$S_R^{new} = 8 + j6 - j6 = 8 + j0 \rightarrow Q_c = -j6\,[MVAR]$$

توجه شود که علامت آن منفی است چون بار مقاومتی-سلفی است و برای از بین بردن قسمت سلفی به خازن نیاز داریم. بانک خازنی Δ است پس روابط را برای اتصال Δ می‌نویسیم:

اتصال Δ: $Q_{c(3\phi)} = 3Q_{c(1\phi)} = 3\frac{V_{ph}^2}{X_c} = 3\frac{V_{LL}^2}{X_c} = 3\frac{V_{LL}^2}{\frac{1}{\omega C}} = 3\omega C V_{LL}^2 \rightarrow C = \frac{Q_{c(3\phi)}}{3\omega V_{LL}^2}\,[F]$

$$\rightarrow C = \frac{6M}{3*2\pi 50*20K\,20K} = \frac{1\,[F]}{20*10^3\pi} = \frac{10^6\,[\mu F]}{20*10^3\pi} = \frac{50}{\pi}\,[\mu F].$$

از اینجا گزینه‌های ۱ و ۳ رد شده، ابتدا ادمیتانس مبنایی یا base و سپس سوسپتانس را از آن تقسیم می‌کنیم تا پریونیت شود:

گزینه ۲

$$Y_{base} = \frac{S_{base}}{V_{base}^2} = \frac{10M}{20K\,20K} = \frac{1}{40}\,[S]$$

$$|B| = 3\omega C = 3*2\pi 50*\frac{50}{\pi}*10^{-6} = 15*10^{-3} \rightarrow B^{pu} = \frac{15*10^{-3}}{\frac{1}{40}} = 600*10^{-3} = 0.6\,[PU]$$

10^{-6} برای تبدیل μF به F

(۸۰)

همانطور که می‌دانید در این مسائل از تئوری تصویر استفاده می‌کنیم.

$$V = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\left[q\,Ln\frac{16}{10*10^{-3}} - q\,Ln\frac{10*10^{-3}}{16}\right] = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}q\,Ln\left(\frac{16}{10^{-2}}\right)^2 = \frac{2q}{\pi\varepsilon_0}Ln\,40$$

$$q = CV = C\frac{2q}{\pi\varepsilon_0}Ln\,40 \rightarrow C = \frac{\pi\varepsilon_0}{2Ln40} \rightarrow C_{an} = 2C = \frac{\pi\varepsilon_0}{Ln\,40}$$

گزینه ۴

arshad-barghblog.ir

(۸۱) نکته‌ی سوال تشخیص نحوه‌ی تغییر ماکزیمم توان قابل عبور از خط است و با طرفیت خازنی نسبت مستقیم دارد یعنی با افزایش c توان قابل انتقال افزایش می‌یابد. تا اینجا گزینه‌های ۱ و ۴ حذف می‌شوند. توان طبیعی یا SIL برابر $\frac{V_{LL}^2}{Z_c}$ است که در خط بدون تلفات $Z_c=\sqrt{\frac{L}{c}}$ می‌باشد، دیده می‌شود که با افزایش c جمله‌ی Z_c کاهش می‌یابد و چون Z_c در مخرج SIL قرار دارد SIL نیز زیاد می‌شود بنابراین گزینه‌ی ۲ صحیح است.

گزینه‌ی ۳

(۸۲) چون در ست c را برحسب $\frac{F}{m}$ داده از فرمول دوم استفاده می‌کنیم و نیز چون خط ۳ فاز بدون بانڈل است $GMR_c=r$ خواهد بود.

$$C=\frac{0.0556}{Ln\frac{GMD}{GMR_c}}\left[\frac{\mu F}{Km}\right]=\frac{2\pi\varepsilon_0}{Ln\frac{GMD}{GMR_c}}\left[\frac{F}{m}\right]$$

$$\frac{2\pi\varepsilon_0}{Ln\frac{GMD}{r}}=8\pi\varepsilon_0 \rightarrow Ln\frac{GMD}{r}=\frac{1}{4}$$

$$\rightarrow LnGMD-Lnr=\frac{1}{4}\rightarrow Lnr=LnGMD-\frac{1}{4} \quad (i)$$

در هادی توخالی $GMR_L=r$ و در هادی توپر $GMR_L=r'$ و برای هادی رشته‌ای $GMR_L=D_s$ است و در این ست هادی توپر داریم:

$$GMR_L=r'=re^{-1/4} \xrightarrow[\text{می‌گیریم } Ln]{\text{از طرفین}} Lnr'=Lnr+Lne^{-1/4}=Lnr-\frac{1}{4}$$

$$\rightarrow Lnr=Lnr'+\frac{1}{4} \quad (ii)$$

از روابط (i) و (ii) داریم:

$$LnGMD-\frac{1}{4}=Lnr'+\frac{1}{4}\rightarrow LnGMD-Lnr'=\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$$

$$\rightarrow Ln\frac{GMD}{r'}=\frac{1}{2}$$

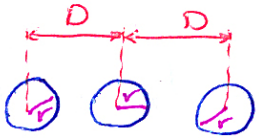
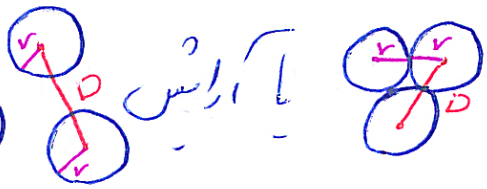
، می‌دانیم: $L=\frac{\mu_0}{2\pi}Ln\frac{GMD}{r'}=\frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{1}{2}\right)=\frac{\mu_0}{4\pi}$

اما نکته‌ای در این ست به چشم می‌خورد که غلط بودن گزینه‌ها را تداعی می‌کند

$$C=\frac{2\pi\varepsilon_0}{Ln\frac{GMD}{r}}=8\pi\varepsilon_0\rightarrow Ln\frac{GMD}{r}=\frac{1}{4}\rightarrow\frac{GMD}{r}=e^{+\frac{1}{4}}\simeq 1.28$$

Arashvahidi1985@gmail.com

arshad.bargh.blog.ir

خط انتقال ۳ فازی می تواند آرایش  یا آرایش  یا

یا هر آرایش دیگری داشته باشد که در هر صورت $D>2r$ خواهد بود ولی در این ست $D=1.28^{\sqrt[3]{D_1 D_2 D_3}}$ شده و خط طی را تداعی می کند.

نکته بعدی این است که اگر اشیاها $GMD=r$ در نظر بگیرید (یعنی هادی را توخالی فرض کنید) و گزینه ی خلط یک می رسید که حل آن شبیه حل فوق است.

(۱۳) $Z_c=\sqrt{\frac{Z}{Y}}=\sqrt{\frac{R+j\omega L}{j\omega C}}$ (در خط با تلفات) است، دیده می شود که Z_c ارتباط مستقیم با R دارد و بدیهی است که در حالت صاعقه اثر R دلیل عبور جریان بالا بسیار است. گزینه ی ۱

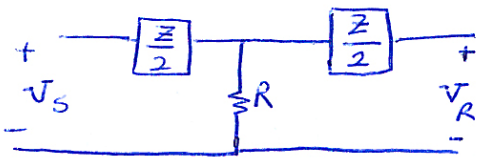
(۱۴) $\beta=\omega\sqrt{LC}=2\pi 50\sqrt{1*10^{-3}*0.025*10^{-6}}=100\pi\sqrt{25*10^{-12}}=100\pi*5*10^{-6}$

$\lambda=\frac{2\pi}{\beta}=\frac{2\pi}{100\pi*5*10^{-6}}=4000[km]$, $Z_c=\sqrt{\frac{Z}{Y}}=\sqrt{\frac{R+j\omega L}{j\omega C}}\ \overset{\text{خط بدون تلفات}}{\longrightarrow}\ Z_s=\sqrt{\frac{L}{C}}$

$Z_s=\sqrt{\frac{1*10^{-3}}{0.025*10^{-6}}}=200[\Omega]\rightarrow SIL=\frac{V_{LL}^2}{Z_s}=\frac{400K*400K}{200}=800[MW]$ گزینه ۳

نکته: اگر سرعت انتشار موج را معادل سرعت نور فرض کنید به گزینه ی غلط می رسید (امتحان کنید).

(۱۵) روش اول) خط را به ۲ قسمت تقسیم می کنم و ماتریس های انتقال ۲ قسمت را در هم ضرب می کنم چون سری شده اند.



$$\begin{bmatrix}1 & \frac{Z}{2}\\ 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1 & 0\\ \frac{1}{R} & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1 & \frac{Z}{2}\\ 0 & 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1+\frac{Z}{2R} & Z\left(1+\frac{Z}{4R}\right)\\ \frac{1}{R} & 1+\frac{Z}{2R}\end{bmatrix}$$

روش دوم) درایه های A و B در همه ی گزینه ها مساوت است و می توانیم با محاسبه ی یکی

arshad-barghblog.ir

از آنها به جواب می رسیم $A=\frac{V_S}{V_R}\Big|_{I_R=0}$ (بدون واحد) است که اثبات آن در کتابهای مرجع وجود دارد.

اکنون تقسیم ولتاژی رسم تا V_R را بیابیم (با توجه به مدل صفحه قبل):

$$V_R=\frac{R}{R+\frac{Z}{2}}V_S$$

$$\hookrightarrow \frac{V_S}{V_R}=\frac{R+\frac{Z}{R}}{R}=1+\frac{Z}{2R} \rightarrow \text{گزینه ۱}$$

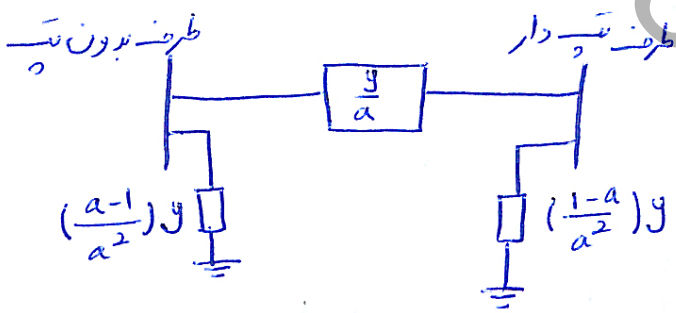
روش سوم) خط انتقال کوتاه مدل π ماتریس انتقال $\begin{bmatrix}1 & Z\\ 0 & 1\end{bmatrix}$ دارد بنابراین اگر بار مقاومتی R نباشد باید به خط کوتاه برسیم پس $\frac{1}{R}=0$ یا $R\to\infty$ میل کند که گزینه های ۲ و ۳ رد می شوند.

---

(۸۶) اگر خط کوتاه داشته باشیم در حالت بی باری طبق رابطه‌ی $V_S=V_R$ ولتاژ انتهای خط تغییر نمی کند و اگر خط متوسط یا بلند باشد نیز به نظر می رسد طبق نظر طراح ولتاژ انتهای خط تغییر نمی کند که من در ذیل اثبات آن هستم و به زودی آن را منتشر می کنم.

---

(۸۷) همه‌ی ترانس های قدرت و بسیاری از ترانس های توزیع دارای تپ برای تغییر نسبت تبدیل هستند که امکان کنترل ولتاژ و متعاقبا تغییر توان راکتیو را به دنبال دارد البته توجه کنید که اگر تپ ترانس خود حقیقی باشد برای کنترل بحث توان راکتیو به کار می رود ولی برای کنترل ضریب توان و زاویه ولتاژ به کار نمی رود چون این قابلیت را ندارد.



$$Q=\frac{|V_i|y}{a}(|V_i|-|V_j|\cos\delta)+\frac{1-a}{a^2}y|V_i|^2$$

دیده می شود که با افزایش a مقدار Q کم می شود

تپ را در سمت اولیه قرار می دهند چون جریان در سمت اولیه ضعیف است و هنگام تغییر تپ جریده‌ی کمتری دیده شود، در این ست تپ در طرف

arshad-baran.blog.ir

گزینه ۲

n تا نوبه قرار دارد و حل تست تعریف می‌کند.

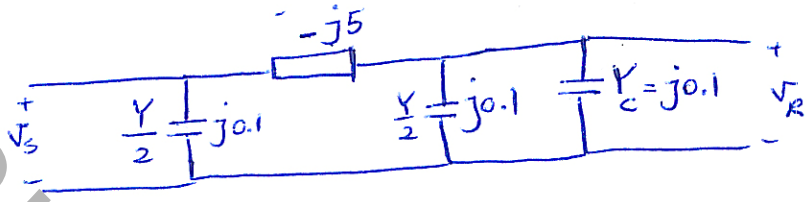
۸۸) باس ۲ توان الکتریکی معادل 1[PU] و باس ۳ توان الکتریکی معادل 3[PU] مصرف می‌کند که هردو از باس یک تامین می‌شود بنابراین $P_{12}=5$ و $P_{23}=4$ خواهد بود.

$$P_{12}=\frac{V_1V_2}{X_{12}}\sin\delta_{12} \rightarrow \frac{V_2}{2}\sin(2\theta-\theta)=5 \rightarrow \sin\theta=\frac{10}{V_2} \rightarrow V_3=\frac{8}{5}$$

$$P_{23}=\frac{V_2V_3}{X_{23}}\sin\delta_{23} \rightarrow \frac{V_2V_3}{4}\sin(\theta-0)=4 \rightarrow \sin\theta=\frac{16}{V_1V_2}$$

گزینه ۱

۸۹) ابتدا باید شکل مدار را رسم کنم. از مدل π استفاده می‌کنم. $B=0.2$ است که نصف آن برای $\frac{Y}{2}$ می‌گذاریم



$$Y=\begin{bmatrix} -j5+0.1j & -(-j) \\ -(-j5) & -j5+j0.1+j0.1 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow Y=\begin{bmatrix} -j4.9 & +j5 \\ +j5 & -j4.8 \end{bmatrix}$$

گزینه ۴

۹۰) ابتدا ماتریس ادمیتانس را پیدا می‌کنم: $Y=\begin{bmatrix} -j10 & +j10 \\ +j10 & -j10 \end{bmatrix}$

$$Q_i=-\sum_{j=1}^{n}|V_i||V_j|\sin(\theta_{ij}-\delta_i+\delta_j)$$

$$\rightarrow Q_2=-10*1*0.98\sin(90-\delta_2+\delta_1)-10*(1)^2\sin(-90)=-9.8\sin(\delta_2-\delta_1)+10$$

$$P_{12}=\frac{V_1V_2}{X_{12}}\sin\delta_{12} \rightarrow 1=\frac{0.98}{0.1}\sin(\delta_1-\delta_2) \rightarrow \sin(\delta_1-\delta_2)=\frac{1}{9.8}$$

طبق رابطه‌ی $\cos^2\theta+\sin\theta=1$ داریم:

$$\cos(\delta_1-\delta_2)=0.989$$

$$Q_2=-9.8*9.89+10=0.3 \quad , \quad V_K(i+1)=\frac{1}{Y_{KK}}\left(\frac{P_K-jQ_K}{V_K^*(i)}-\sum_{\substack{n=1 \\ n\neq K}}^{N}Y_{Kn}V_n^{(i)}\right)$$

$$V_1^{(1)}=\frac{1}{-j10}\left(\frac{0.8-j0.3}{1}-(j10*0.98)\right)=0.08+j1.01 \rightarrow |V_1|=1.01$$

گزینه ۳

arashvahidi1985@gmail.com

arshad-bargh.blog.ir