به نام خدا

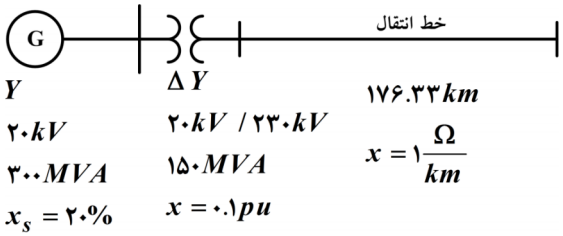
امتحان میان‌ترم تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱ رشته: مهندسی برق تاریخ امتحان: ۱۳۹۶/۰۳/۰۴

نام و نام‌خانوادگی:..... شماره دانشجویی:..... زمان امتحان: ۹۰ دقیقه

در جدول زیر چیزی ننویسید.

سوال ۱	سوال ۲	سوال ۳	سوال ۴	جمع
۱۶	۳۲	۲۸	۲۴	۱۰۰

سوال ۱: در دیاگرام خطی شکل زیر، یک ژنراتور سنکرون از طریق یک ترانسفورماتور به یک خط انتقال بی‌بار متصل شده است. سیستم سه‌فاز متعادل است. راکتانس مدار معادل تونن به صورت پریونیتی از دید انتهای خط را بدست آورید. (مقادیر نامی ژنراتور را به عنوان مقادیر مبنا در نظر بگیرید.)

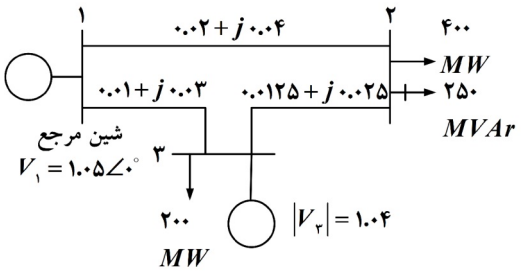


پاسخ:

$$x_{\text{t}}^{\text{new}} = x_{\text{old}}\left(\frac{V_{\text{b}}^{\text{old}}}{V_{\text{b}}^{\text{new}}}\right)^{۲}\left(\frac{S_{\text{b}}^{\text{new}}}{S_{\text{b}}^{\text{old}}}\right) = ۰/۱\left(\frac{۲۰\text{kV}}{۲۰\text{kV}}\right)^{۲}\left(\frac{۳۰۰\text{MVA}}{۱۰۰\text{MVA}}\right) = ۰/۲,$$

$$x_{\text{Line}}^{\text{pu}} = \frac{x}{\left(\frac{V_b^{۲}}{S_b}\right)} = \frac{۱۷۶/۳۳}{\left(\frac{۲۳۰^{۲}}{۳۰۰}\right)} = ۱\text{pu} \Rightarrow x_{total} = ۰/۲ + ۰/۲ + ۱ = ۱/۴\text{pu}$$

سوال ۲: در شکل زیر نمایش تک‌خطی یک سیستم قدرت ساده با سه شین ارائه شده است که در آن شین‌های ۱ و ۳ دارای ژنراتور هستند. اندازه ولتاژ شین ۱ در مقدار ۱/۰۵ پریونیت تنظیم شده است. اندازه ولتاژ شین ۳ نیز در ۱/۰۴pu تثبیت شده و قدرت تولیدی این شین ۲۰۰MW است. بار شین ۲ توان ۴۰۰MW و ۲۵۰MVAr مصرف می‌کند. امپدانس خطوط برحسب پریونیت در مبنای ۱۰۰MVA مشخص شده و از سوسپتانس باردهی خط چشم‌پوشی شده است با استفاده از روش مجزای سریع، مساله پخش بار را حل کرده و مقادیر را برای تکرار صفر و یک بدست آورید. (مقادیر اندازه ولتاژ شین ۲ و زاویه شین ۲ و ۳ را تا ۶ رقم اعشار بدست آورید.)



پاسخ: در ابتدا باید امپدانس‌های خطوط را به ادمیتانس تبدیل کرد:

$$y_{۱۲} = \frac{۱}{۰/۰۲ + j۰/۰۴} = ۱۰ - j۲۰,\ y_{۱۳} = \frac{۱}{۰/۰۱ + j۰/۰۳} = ۱۰ - j۳۰,$$
$$y_{۲۳} = \frac{۱}{۰/۰۱۲۵ + j۰/۰۲۵} = ۱۶ - j۳۲$$

حال ماتریس ادمیتانس شین در این سیستم را بدست می‌آوریم:

$$\begin{bmatrix} ۲۰ - j۵۰ & -۱۰ + j۲۰ & -۱۰ + j۳۰ \\ -۱۰ + j۲۰ & ۲۶ - j۵۲ & -۱۶ + j۳۲ \\ -۱۰ + j۳۰ & -۱۶ + j۳۲ & ۲۶ - j۶۲ \end{bmatrix}$$

در این سیستم، شین ۱ به عنوان شین مرجع انتخاب شده است. ماتریس سوسپتانس شین مربوط برای ارزیابی زاویه‌های فاز $\Delta\delta_۲$ و $\Delta\delta_۳$ عبارتست از:

$$B' = \begin{bmatrix} -۵۲ & ۳۲ \\ ۳۲ & -۶۲ \end{bmatrix} \Rightarrow (B')^{-۱} = \begin{bmatrix} -۰/۰۲۸۱۸۲ & -۰/۰۱۴۵۴۵ \\ -۰/۰۱۴۵۴۵ & -۰/۰۲۳۶۳۴ \end{bmatrix}$$

روابط بین توان اکتیو در شین‌های ۲ و ۳ و توان راکتیو در شین ۲ عبارتند از:

$$P_۲ = |V_۲||V_۱||Y_{۱۲}|\cos(\theta_{۲۱} - \delta_۲ + \delta_۱) + |V_۲|^۲|Y_{۲۲}|\cos\theta_{۲۲} + |V_۲||V_۳||Y_{۲۳}|\cos(\theta_{۲۳} - \delta_۲ + \delta_۳)$$
$$P_۳ = |V_۳||V_۱||Y_{۳۱}|\cos(\theta_{۳۱} - \delta_۳ + \delta_۱) + |V_۳||V_۲||Y_{۳۲}|\cos(\theta_{۳۲} - \delta_۳ + \delta_۲) + |V_۳|^۲|Y_{۳۳}|\cos\theta_{۳۳}$$
$$Q_۲ = -|V_۲||V_۱||Y_{۱۲}|\sin(\theta_{۲۱} - \delta_۲ + \delta_۱) - |V_۲|^۲|Y_{۲۲}|\sin\theta_{۲۲} - |V_۲||V_۳||Y_{۲۳}|\sin(\theta_{۲۳} - \delta_۲ + \delta_۳)$$

مقادیر بار و تولید برحسب pu بیان شده و مطابق زیر بدست می‌آیند:

$$S_۲^{\text{sch}} = -\frac{۴۰۰ + j۲۵۰}{۱۰۰} = -۴/۰ - j۲/۵\text{pu},\ P_۳^{\text{sch}} = \frac{۲۰۰}{۱۰۰} = ۲\text{pu}$$

ولتاژ شین مرجع $|V_۱| = ۱/۰۵\angle ۰^o\text{pu}$ بوده و اندازه ولتاي شین ۳ عبارت است از $|V_۲| = ۱/۰۴\text{pu}$. با شروع از

تخمین اولیه $|V_2^{(0)}| = 1$، $\delta_2^{(0)} = 0/0$ و $\delta_3^{(0)} = 0/0$ باقیمانده توان‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\Delta P_2^{(0)} = P_2^{sch} - P_2^{(0)} = -4 - (-1/14) = -2/86$$

$$\Delta P_3^{(0)} = P_3^{sch} - P_3^{(0)} = 2 - (0/5616) = 1/4384$$

$$\Delta P_2^{(0)} = P_2^{sch} - P_2^{(0)} = -2/5 - (-2/28) = -0/22$$

الگوریتم پخش بار مجزای سریع نتیجه زیر را می‌دهد:

$$\begin{bmatrix}\Delta\delta_2^{(0)}\\ \Delta\delta_3^{(0)}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-0/028182 & -0/014545\\ -0/014545 & -0/023634\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\frac{-2/86}{1}\\ \frac{1/4384}{1/04}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-0/060483\\ -0/008909\end{bmatrix}$$

با توجه به اینکه شین ۳ تنظیم شده است، سطر و ستون متناظر آن در B' حذف شده و خواهیم داشت: $B'' = \begin{bmatrix}-52\end{bmatrix}$ داریم: $\Delta|V_2| = -\begin{bmatrix}\frac{-1}{52}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\frac{-0/22}{1/0}\end{bmatrix} = 0/004233$ ولتاژ جدید شین‌ها در تکرار اول عبارتند از:

$$\Delta\delta_2^{(0)} = -0/060483,\ \delta_2^{(1)} = 0 + (-0/060483) = -0/060483$$

$$\Delta\delta_3^{(0)} = -0/008989,\ \delta_2^{(1)} = 0 + (-0/008989) = -0/008989$$

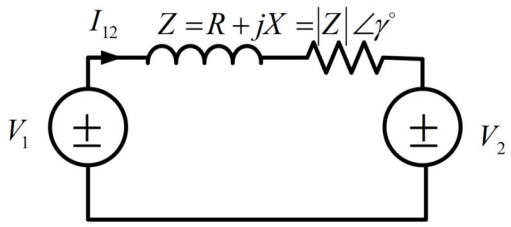
$$\Delta|V_2^{(0)}| = -0/004233,\ |V_2^{(1)}| = 1 + (-0/004233) = -0/042308$$

سوال ۳: اگر امپدانس بین ماشین ۱ و ۲ در شکل زیر $Z = -j5\Omega$ باشد و $V_1 = 100\angle 0^o V$ و $V_2 = 100\angle 30^o V$ باشند.

۱. کدام ماشین توان تولید و کدام مصرف می‌کند؟

۲. تعیین کنید که هر ماشین چه مقدار توان راکتیو و اکتیو تولید یا مصرف می‌کنند.

۳. P و Q یا مصرف شده توسط امپدانس خط را بیابید.



پاسخ:

$$I_{۱۲} = \frac{V_۱ - V_۲}{Z} = \frac{۱۰۰ - (۸۶/۶ + j۵۰)}{-j۵۰} = ۱۰ + j۲/۶۸ = ۱۰/۳۵\angle ۱۵^o$$

$$S_۱ = V_۱ I_{۱۲}^* = ۱۰۰ \times (۱۰ - j۲/۶۸) = ۱۰۰۰ - j۲۶۸\text{VA}$$

$$S_۲ = -V_۲ I_{۱۲}^* = -(۸۶/۶ + j۵۰) \times (۱۰ - j۲/۶۸) = -۱۰۰۰ - j۲۶۷/۹\text{VA}$$

ماشین ۱ مقدار ۱۰۰۰ وات توان اکتیو تولید و ۲۶۸ وار توان راکتیو مصرف می‌کند.

ماشین ۲ مقدار ۱۰۰۰ وات توان حقیقی مصرف و ۲۶۷/۹ وار توان راکتیو مصرف می‌کند.

$$Q_c = X_c |I_{۱۲}|^۲ = ۵ \times ۱۰/۳۵^۲ = ۵۳۵/۶\text{VAr}$$

سوال ۴: به سوالات زیر پاسخ دهید:

۱. چهار بخش اصلی یک سیستم قدرت را نام ببرید و توضیح دهید.

۲. DG چیست؟ مثال بزنید.

۳. اصلاح ضریب توان به چه منظور و از چه طریقی انجام می‌شود؟

۴. دو دلیل اصلی استفاده از سیستم بر واحد در سیستم قدرت را بیان کنید.

۵. دو تفاوت اصلی روش گوس سایدل و نیوتن رافسون برای پخش بار را بیان کنید.

موفق باشید- آدینه