

بررسی سیستم های قدرت

- ۱ - ماتریس ادمیتانس یک شبکه چهار باسه به صورت زیر داده شده است. کدام یک از شین های این شبکه را می توان بدون ایجاد خطا در محاسبات حذف نمود:

$$Y_{bus} = j \begin{bmatrix} -8 & 4 & 0 & 5 \\ 4 & -5 & 3 & 3 \\ 0 & 3 & -5 & 2 \\ 5 & 3 & 2 & -9 \end{bmatrix}$$

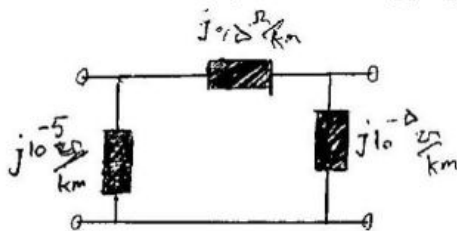
(۴) شین ۳

(۳) شین ۱

(۲) شین ۲

(۱) شین ۴

- ۲ - در یک خط انتقال ۲۳۰ kV که مدار معادل فازی آن به صورت شکل زیر داده شده و دارای طول ۱۰۰ km است. چند MVAR توان راکتیو از انتهای خط جذب گردد تا ولتاژ بی باری در مقدار نامی تثبیت گردد؟



(۲) ۲۶/۴۵

(۱) ۵۲/۹۰

(۴) ۵/۷۵

(۳) ۱۳/۲۲۵

- ۳ - در یک خط انتقال کوتاه اگر خازنی سری نصب گردد توان انتقالی آن خط ۴ برابر می گردد. میزان یا درصد جبران سازی این خط کدام است؟

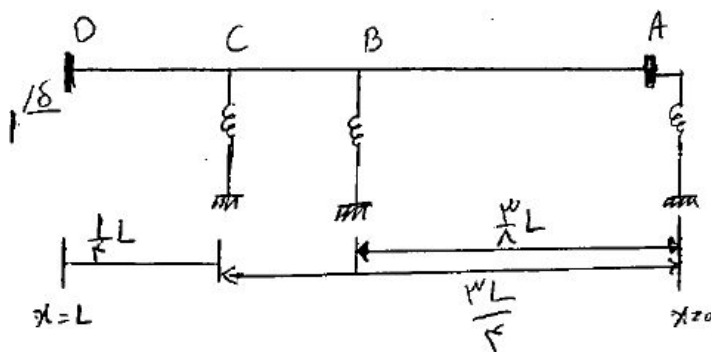
(۴) ۸۵٪

(۳) ۱۵٪

(۲) ۷۵٪

(۱) ۲۵٪

- ۴ - در خط بلند شکل زیر به منظور کنترل اضافه ولتاژ در حالت بی باری تعدادی راکتور شنت نصب گردیده است. حداکثر اضافه ولتاژ ایجاد شده در این خط چند P.U است؟ (فرض کنید راکتورها طوری سایز شده اند که ولتاژ ترمینال های آن ۱ P.U است)



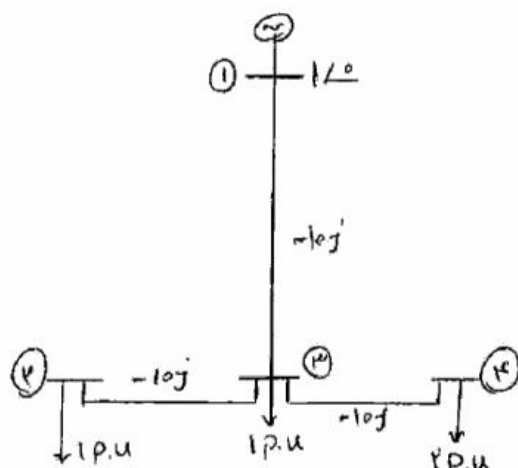
$$\frac{1}{\cos \frac{BL}{8}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\cos \frac{3BL}{16}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\cos \frac{3BL}{8}} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\cos \frac{BL}{16}} \quad (4)$$

۵ - در شبکه شکل زیر اگر از پخش بار DC استفاده گردد زاویه ولتاژ باس (۴) چند درجه خواهد بود؟ ($\pi = 3$)



(۱) -36°

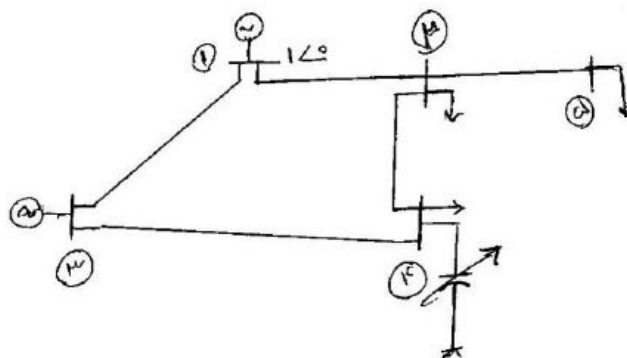
(۲) -45°

(۳) -15°

(۴) -30°

۶ - در شبکه ۵ باسه شکل زیر اگر از پخش بار به روش نیوتن رافسون استفاده کنیم ابعاد ماتریس L کدام است؟

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \frac{\Delta |V|}{|V|} \end{bmatrix}$$



(۱) 4×4

(۲) 2×4

(۳) 2×2

(۴) 4×2

۷ - معادلات پخش بار به روش نیوتن رافسون یک شبکه به صورت زیر داده شده است. اگر بخواهیم این شبکه را به روش مجزای سریع تحلیل کنیم، کدام یک از زیرماتریس‌های ژاکوبین داده شده صفر فرض می‌شوند.

$$\begin{bmatrix} \Delta Q \\ \Delta P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \frac{\Delta |V|}{|V|} \end{bmatrix}$$

(۴) A, C

(۳) D, B

(۲) B, C

(۱) A, D

۸ - ماتریس ادمیتانس یک شبکه ۳ شینه به صورت زیر است. ادمیتانس بین شین (۲) و زمین چند اهم است؟

$$Y_{bus} = j \begin{bmatrix} -20 & 10 & 10 \\ 10 & -20 & 10 \\ 10 & 10 & -20 \end{bmatrix}$$

(۴) صفر

(۳) $-j10$

(۲) $j20$

(۱) $j10$

- ۹- ماتریس امپدانس شبکه‌ای به صورت زیر داده شده است. اگر شین‌های ۳ و ۴ این شبکه از نوع شین تزریق صفر (شین ارتباطی) باشند ماتریس ادیتانس شبکه حاصل از حذف این دو شین کدام است؟

$$Z_{bus} = j \begin{bmatrix} 0.6 & 0.2 & 0.3 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.6 \end{bmatrix}$$

$$j \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

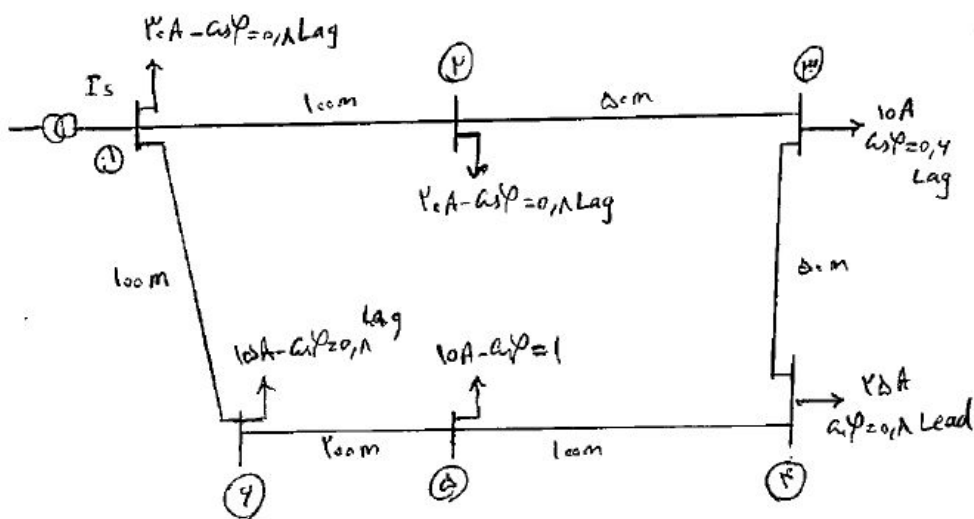
$$j \begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$j \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$j \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix} \quad (3)$$

- ۱۰- در سیستم توزیع شکل زیر جریانی که توسط ترانسفورماتور تغذیه به شکل تزریق می‌گردد (I_S) کدام است. (امپدانس واحد

طول را $1 + j0.8 \frac{\Omega}{km}$ در نظر بگیرید)



$$64 + j14 A \quad (2)$$

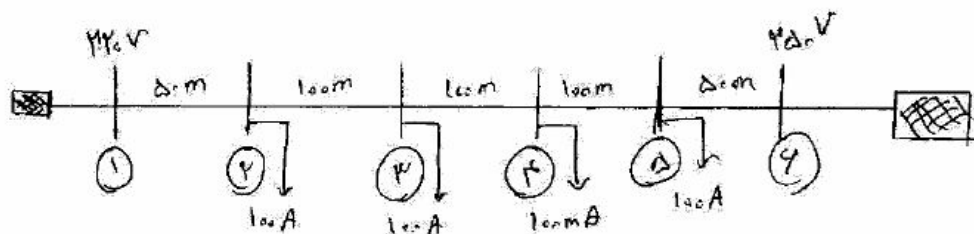
$$88 - j32 A \quad (4)$$

$$64 - j14 A \quad (1)$$

$$88 + j32 A \quad (3)$$

- ۱۱- در شبکه دو سوء تغذیه شکل زیر مقاومت اهمی واحد طول خط $1 \frac{\Omega}{km}$ بوده و راکتانس آن صرف نظر می‌گردد. ولتاژ نقطه ژرف

این شبکه چند ولت است؟



$$214.5 V \quad (1)$$

$$211.25 V \quad (2)$$

$$210.25 V \quad (3)$$

$$218.5 V \quad (4)$$

۱۲- هزینه تولید دو واحد نیروگاهی به صورت زیر داده شده است. اگر این دو واحد توان ۸۰۰ MW را به شبکه تحویل دهند، سهم هر واحد چند MW می باشد تا توزیع توان بین آنها اقتصادی گردد؟

$$C_1 = 0.06 P_1^2 + 25 P_1 + 800 \frac{\text{Rials}}{h}$$

$$C_2 = 0.075 P_2^2 + 40 P_2 + 1200 \frac{\text{Rials}}{h}$$

۳۰۰ MW – ۵۰۰ MW (۲)

۴۰۰ MW – ۴۰۰ MW (۱)

۴۸۰ MW – ۳۲۰ MW (۴)

۲۶۰ MW – ۵۴۰ MW (۳)

بررسی سیستم‌های قدرت

۱- گزینه «۴» صحیح است.

سطری که مجموع درایه‌های آن صفر شود شین متناظر با آن قابل حذف کردن است. در ماتریس داده شده مجموع درایه‌های سطر (۳) صفر می‌شود پس شین (۳) را می‌توان حذف نمود.

۲- گزینه «۲» صحیح است.

جهت تثبیت ولتاژ انتهای خط در ۱ P.U یا مقدار نامی مقدار راکتانس موازی سلفی مورد نیاز در انتهای خط برابر است با:

$$X_{sh} = -\frac{V}{Y} = -\frac{V}{j 10^{-5} \times 100} = j 2000 \Omega$$

$$Q_{comp} = \frac{23 \cdot V}{V} = 26 / 45 \text{ MVAR}$$

۳- گزینه «۲» صحیح است.

اگر راکتانس خط در حالت اصلی (بدون جبران سری)، X_1 و پس از جبران سازی سری را X_2 بنامیم داریم:

$$P_1 = \frac{V_s V_R}{X_1} \sin \delta$$

$$P_2 = \frac{V_s V_R}{X_2} \sin \delta$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{X_2}{X_1} \xrightarrow{P_2=4P_1} X_2 = \frac{1}{4} X_1$$

از طرفی می‌دانیم در جبران سازی سری:

$$X_2 = X_1 - X_c \Rightarrow X_c = \frac{3}{4} X_1 \Rightarrow k = \frac{3}{4} \quad \text{یا} \quad 75\%$$

یعنی ۷۵٪ از راکتانس خط جبران شده یا درصد جبران سازی ۷۵٪ است.

۴- گزینه «۲» صحیح است.

ولتاژ در نقاط A و B و C و D در مقدار ۱ P.U تثبیت شده است. لذا اضافه ولتاژ در بین این نقاط رخ می‌دهد. هر چه طول بین دو نقطه تثبیت شده بیشتر باشد اضافه ولتاژ پدید آمده در بین این دو نقطه (در وسط این دو نقطه) بیشتر شده و برعکس. لذا طبق شکل حداکثر اضافه ولتاژ در وسط دو نقطه ایجاد می‌شود یکی در وسط نقاط B و C و دیگری در وسط نقاط A و B که این دو اضافه ولتاژ با یکدیگر برابر بوده و برابر مقدار زیر است:

$$\begin{cases} V = \frac{V_c}{\cos \frac{BL_{BC}}{2}} \\ L_{BC} = L_{AB} = \frac{3L}{4} \end{cases} \Rightarrow V = \frac{1}{\cos \frac{3BL}{16}}$$

۵- گزینه «۱» صحیح است.

در پخش بار DC داریم:

$$P_1 = \sum_{j=1}^N B_{ij} (\delta_i - \delta_j) \quad P_1 = B_{12} (\delta_1 - \delta_2) \quad P_2 = B_{23} (\delta_2 - \delta_3)$$

$$P_2 = B_{23} (\delta_2 - \delta_3) + B_{24} (\delta_2 - \delta_4) + B_{21} (\delta_2 - \delta_1) \quad P_4 = B_{43} (\delta_4 - \delta_3)$$

با توجه به توان‌ها و ادمیتانس خطوط داریم:

$$1+1+2=10 \cdot (0-\delta_3) \Rightarrow \delta_3 = -0.4 \text{ rad}$$

$$-1=10 \cdot (\delta_4 - (-0.4)) \Rightarrow \delta_4 = -0.5 \text{ rad}$$

$$-1=10 \cdot (-0.4 - (-0.5)) + 10 \cdot (-0.4 - \delta_5) + 10 \cdot (-0.4 - 0) \Rightarrow \delta_5 = -0.6 \text{ rad} = -36^\circ$$

البته راحت‌تر است که پس از محاسبه δ_3 از معادله اول یک ضرب از معادله چهارم δ_5 را به دست آورد یعنی:

$$-2=10 \cdot (\delta_5 - (-0.4)) \Rightarrow \delta_5 = -0.6 \text{ rad} = -36^\circ$$

۶- گزینه «۳» صحیح است.

چون شین‌های (۳) و (۴) دارای تجهیزات کنترل ولتاژ هستند لذا PV بوده پس ابعاد ماتریس L برابر $(n-1-3) \times (n-1-m)$ که در آن n تعداد کل شین‌ها و m تعداد شین‌های P.V است. لذا ابعاد ماتریس L برابر 2×2 است.

۷- گزینه «۱» صحیح است.

شکل داده شده برای معادلات با فرم استاندارد کمی متفاوت است لذا ابتدا آن را استاندارد می‌نویسیم:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C & D \\ A & B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix}$$

در پخش بار به روش مجزا و مجرای سریع از کوپل یا ارتباط بین توان اکتیو و دامنه ولتاژ شین‌ها و ارتباط بین توان راکتیو و زاویه ولتاژ شین‌ها صرف‌نظر می‌گردد یعنی ماتریس‌های A و D صرف‌نظر یا صفر فرض می‌گردد. که البته این موضوع را می‌توان از روی همان فرم غیراستاندارد داده شده نیز تحقیق نمود.

۸- گزینه «۴» صحیح است.

مجموع درایه‌های هر ستون از ماتریس Y_{bus} برابر است با ادمیتانس متصل شده میان آن باس و نقطه صفر شبکه در این تست برابر $0 = j(10-20+10)$ است.

۹- گزینه «۱» صحیح است.

روش اصلی این است که ابتدا ماتریس معکوس Z_{bus} را محاسبه (۱) و سپس ماتریس کاهش مرتبه یافته آن را به دست آوریم که البته روش بسیار زمان‌بر است. روش سریع‌تر این است که در ماتریس Z_{bus} داده شده درایه‌های سطرها و ستون‌های (۳) و (۴) را حذف نموده و ماتریس حاصل را Z_{bus}^R بنامیم یعنی:

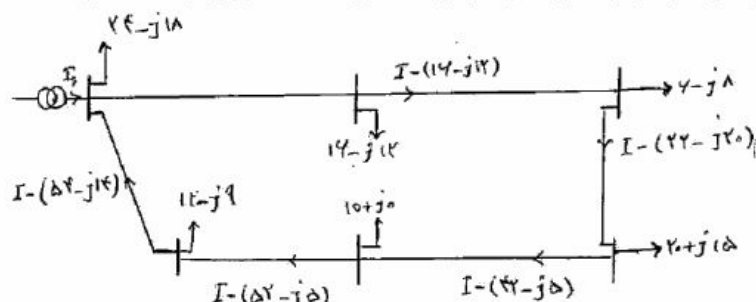
$$Z_{bus}^R = j \begin{bmatrix} 0.6 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 \end{bmatrix}$$

به راحتی می‌توان اثبات نمود که ماتریس کاهش مرتبه یافته Y_{bus} عکس این ماتریس است یعنی:

$$Y_{bus}^R = (Z_{bus}^R)^{-1} = \frac{-j}{0.2} \begin{bmatrix} 0.4 & -0.2 \\ -0.2 & 0.6 \end{bmatrix} = j \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -3 \end{bmatrix}$$

۱۰- گزینه «۴» صحیح است.

جریانی که از باس (۱) به سمت باس (۲) جاری می‌شود را I فرض نموده و جریان سایر خطوط را برحسب آن به دست می‌آوریم. (دقت شود که باید جریان‌ها را به فرم دکارتی بنویسیم)



با نوشتن یک KCL در باس بار (۱) داریم:

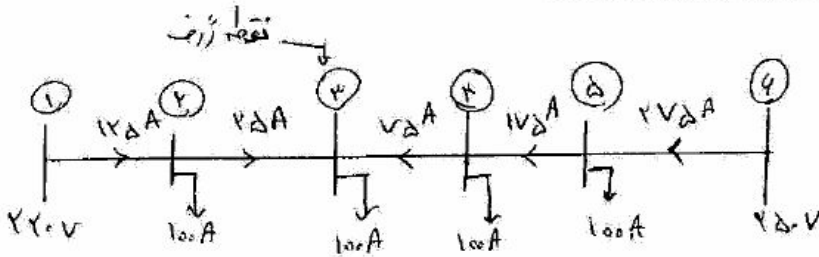
$$I_s + I - 64 + j14 = I + 24 - j18 \Rightarrow I_s = 88 - j32$$

روش دوم: واضح است که منبع (ثانویه ترانسفورماتور) باید مجموع جریان مصرفی بارها را تأمین کند یعنی:

$$I_s = \sum_{j=1}^n I_j = 24 - j18 + 16 - j12 + 6 - j8 + 20 + j15 + 10 + 12 - j9 = 88 - j32$$

۱۱- گزینه «۲» صحیح است.

با توجه به تقارن شکل اگر ولتاژ هر دو سوء نیز با یکدیگر برابر بودند جریان تأمین شده توسط هر دو سوء نیز برابر می‌شد (۲۰۰ A) اما چون ولتاژ باس (۶) بیشتر از باس (۱) است یک جریان متعادل کننده نیز از سمت باس (۶) جاری می‌گردد لذا:



$$I_{6-5} = \frac{1}{r} (100 + 100 + 100 + 100) + \frac{250 - 220}{1(50 + 100 + 100 + 100 + 50) \times 10^{-3}} = 200 + 75 = 275 \text{ A}$$

با توجه به این جریان داریم:

باس (۳) نقطه ژرف است لذا:

$$V_r = 220 - (125 \times 50 \times 10 \times 10^{-3}) - (25 \times 100 \times 10 \times 10^{-3}) = 211/25 \text{ V}$$

۱۲- گزینه «۳» صحیح است.

ابتدا باید هزینه افزایشی تولید (IC) هر واحد را محاسبه نمود:

$$IC_1 = \frac{\partial C_1}{\partial P_1} = 0/1 P_1 + 25 = \lambda \Rightarrow P_1 = \frac{\lambda - 25}{0/1}$$

$$IC_r = \frac{\partial C_r}{\partial P_r} = 0/15 P_r + 40 = \lambda \Rightarrow P_r = \frac{\lambda - 40}{0/15}$$

از آنجایی که توان کل تغذیه شده توسط واحدها باید ۸۰۰ MW باشند داریم:

$$P_1 + P_r = 800 \Rightarrow \frac{\lambda - 25}{0/1} + \frac{\lambda - 40}{0/15} = 800 \Rightarrow \lambda = 79$$

لذا سهم هر واحد برابر است با:

$$P_1 = \frac{79 - 25}{0/1} = 54 \text{ MW}$$

$$P_r = \frac{79 - 40}{0/15} = 260 \text{ MW}$$