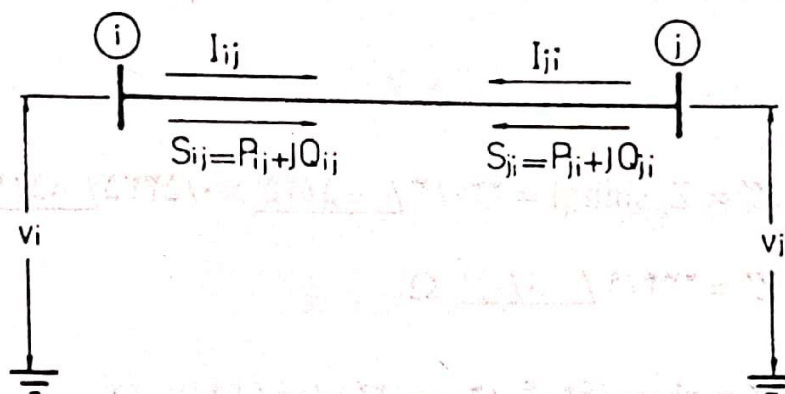


۴-۵ قدرت انتقالی در خط انتقال انرژی

دوشین i و j را که بترتیب ابتدا و انتهای یک خط انتقال هستند مطابق شکل (۴-۸) در نظر بگیرید. P_{ij} ، Q_{ij} و S_{ij} بترتیب قدرتهای اکتیو، راکتیو و مختلط جاری از شین i به طرف شین j باشند که از شین i جدا می شوند. همچنین P_{ji} ، Q_{ji} و S_{ji} بترتیب قدرتهای اکتیو، راکتیو و مختلط جدا شده از شین j هستند که بطرف شین i جاری می شوند.



شکل ۴-۸ قدرت های جاری در خط انتقال

اگر ولتاژ شین انتهائی را بعنوان مرجع در نظر بگیریم داریم:

$$V_j = |V_j| \angle 0^\circ$$

زاویه جلو افتادگی V_i نسبت به V_j را با δ نشان می دهیم:

$$V_i = |V_i| \angle \delta$$

V_i و V_j بترتیب ولتاژ مختلط شین های i و j می باشند. قدرت جاری شده در ابتدای خط به ترتیب زیر محاسبه می شود:

$$S_{ij} = P_{ij} + jQ_{ij} = V_i I_{ij}^* \quad (4-46)$$

حال رابطه (۴-۱۲) را برای خط انتقال می نویسیم:

$$V_s = AV_r + BI_r$$

$$I_s = CV_r + DI_r$$

$$D = A \quad AD - BC = 1$$

دو معادله اخیر را برای I_r و I_s بر حسب V_r و V_s حل می کنیم:

$$I_s = \frac{D}{B} V_s - \frac{1}{B} V_r \quad (4-47)$$

$$I_r = \frac{1}{B} V_s - \frac{A}{B} V_r \quad (4-48)$$

در رابطه (4-47) با جایگزینی I_{ij} برای I_s ، V_i برای V_s و V_j برای V_r داریم:

$$I_{ij} = \frac{D}{B} V_i - \frac{1}{B} V_j$$

ضرائب $A = D$ و B را بترتیب زیر تعریف می کنیم:

$$A = D = |D| \angle \alpha \quad \text{و} \quad B = |B| \angle \beta$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$I_{ij} = \frac{|D|}{|B|} |V_i| \angle \alpha + \delta + \beta - \frac{1}{|B|} |V_j| \angle -\beta$$

$$I_{ij}^* = \frac{|D|}{|B|} |V_i| \angle \beta - \alpha - \delta - \frac{1}{|B|} |V_j| \angle \beta$$

با جایگزینی این مقدار در رابطه (4-46) داریم:

$$S_{ij} = P_{ij} + jQ_{ij} = \frac{|D|}{|B|} |V_i|^2 \angle \beta - \alpha - \frac{1}{|B|} |V_i| |V_j| \angle \beta + \delta \quad (4-49)$$

در این رابطه اگر ولتاژها فازی باشند قدرت یکفاز انتقالی خط بدست می آید و اگر ولتاژها خطی باشند قدرت انتقالی سه فاز محاسبه خواهد شد. قسمت های حقیقی و موهومی رابطه (4-49) را جدا می کنیم:

$$P_{ij} = \frac{|D|}{|B|} |V_i|^2 \cos(\beta - \alpha) - \frac{|V_i| |V_j|}{|B|} \cos(\beta + \delta) \quad (4-50)$$

$$Q_{ij} = \frac{|D|}{|B|} |V_i|^2 \sin(\beta - \alpha) - \frac{|V_i||V_j|}{|B|} \sin(\beta + \delta) \quad (4-51)$$

روابط (4-50) و (4-51) پخش قدرتهای اکتیو راکتیو خط از شین i را مشخص می کنند. در خطوط انتقال کوتاه داریم:

$$A = D = 1 \quad \text{و} \quad B = Z$$

اگر از مقاومت اهمی خط در مقابل راکتانس القایی آن صرفنظر کنیم خواهیم داشت:

$$B = jX = X \angle 90^\circ$$

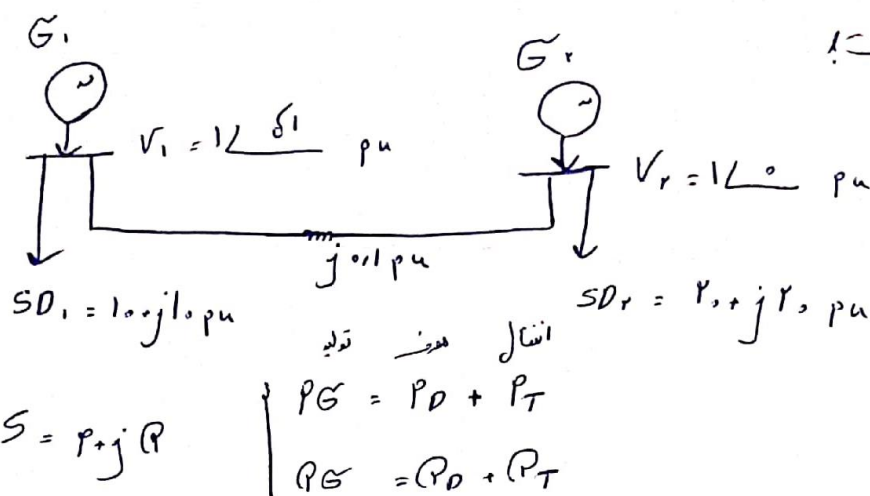
به این ترتیب روابط (4-50) و (4-51) برای خطوط کوتاه به این صورت نوشته می شوند:

$$P_{ij} = \frac{|V_i||V_j|}{X} \sin \delta \quad (4-52)$$

$$Q_{ij} = \frac{|V_i|}{X} (|V_i| - |V_j| \cos \delta) \quad (4-53)$$

مثال از قدرت انتقالی در خط انتقال از دو سر

(۱- در سیستم زیر، توان الکترو تولیدی مورد نیاز برابر است. توان واقعی تولیدی هر ژنراتور اول برابر



ارسال P ← از k به l
 ارسال Q ← از l به k

$$R = 0 \rightarrow P_{loss} = 0 \rightarrow \sum PG = \sum PD$$

$$\begin{cases} P_1 + P_2 = 10 + 2 \\ P_1 = P_2 \end{cases} \Rightarrow P_1 = P_2 = 15 \text{ pu}$$

توان تولیدی هر ژنراتور

محاسبه توان واکنشی:

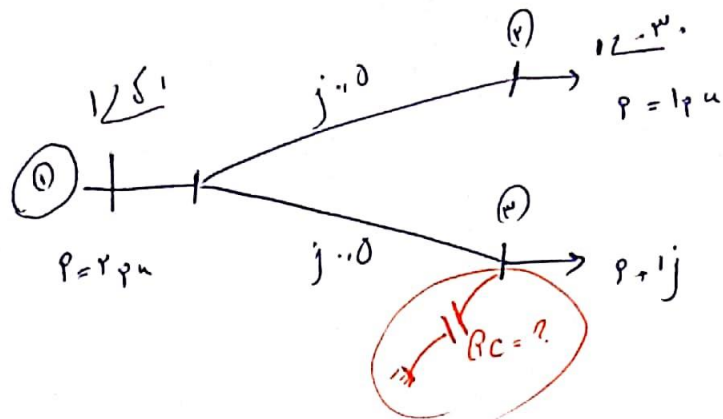
$$PG_1 = PD_1 + P_{12} \Rightarrow P_{12} = 5 \text{ pu}$$

$$P_{12} = \frac{|V_1| |V_2|}{x} \sin(\delta_1 - \delta_2) \quad \delta = \frac{1}{0.1} \sin(\delta_1) \rightarrow \delta_1 = 30^\circ$$

$$Q_{12} = \frac{|V_1|^2}{x} - \frac{|V_1| |V_2|}{x} \cos(\delta_1 - \delta_2) = \frac{1}{0.1} - \frac{1 \times 1}{0.1} \cos(30^\circ - 0^\circ) = 10 - 10 \cos(30^\circ)$$

$$QG_1 = QD_1 + Q_{12} = 0 + 10 \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 11.34 \text{ pu}$$

① در صورت زیر $1 p_u = 1 p_u$ است. اگر بخواهیم دانه و لایه ۳ برابر
 $1 p_u$ باشد، مقدار دانه را کسری برابر ترسیم شود؟



$$P_{loss} = 0 \quad \sum P_G = \sum P_D \quad \gamma = 1 + P_{D_3} \Rightarrow P_{D_3} = 1 p_u$$

در این ۳

P_G

$$P_T = P_D$$

$$\Rightarrow \frac{V_1 V_2}{x_{12}} \sin(\delta_1 - \delta_2) \Rightarrow \sin(\delta_1 - \delta_2) = \frac{1}{r}$$

$$\Rightarrow \cos(\delta_1 - \delta_2) = \frac{\sqrt{3}}{r}$$

$$\cos(-\theta) = \cos(\theta)$$

$$P_C = P_{D_2} + P_{D_1} = 1 p_u + \left[\frac{1^2}{0.5} - \frac{1}{0.5} \cos(\delta_2 - \delta_1) \right]$$

$$= 1 + 2 \left[1 - \frac{\sqrt{3}}{r} \right] = 2 - \sqrt{3} p_u$$

د) اثبات کنید توان واکنشی ورودی خازن، بهای تلف انرژی، زیرحساب می‌گردد.

$$V_1 \angle \delta_1 \quad V_2 \angle \delta_2 \quad \delta = \delta_1 - \delta_2 = \delta_1$$

$$S_{1\phi} = \frac{|V_1||V_2|}{Z} \sin \delta + j \frac{|V_1|^2 - |V_1||V_2| \cos \delta}{Z}$$

$$S_{1\phi} = V_{\phi} I_{\phi}^* \quad V_1 = |V_1| \angle \delta \quad V_2 = |V_2| \angle \delta_2$$

$$I = \frac{V_1 - V_2}{Z} \Rightarrow S = V_1 \left(\frac{V_1 - V_2}{Z} \right)^* = V_1 \left(\frac{V_1^* - V_2^*}{Z^*} \right)$$

$$= \frac{V_1 V_1^* - V_1 V_2^*}{Z^*} = \frac{|V_1|^2 - |V_1||V_2| \cos \delta + j |V_1||V_2| \sin \delta}{R - jX}$$

$$= \frac{|V_1|^2 - |V_1||V_2| \cos \delta - j |V_1||V_2| \sin \delta}{-jX}$$

$$\frac{|V_1||V_2| \sin \delta}{X} + j \frac{|V_1|^2 - |V_1||V_2| \cos \delta}{X} = P + jQ$$

تمرین ۶: ارسال پاسخ به m.heshmati.znu@gmail.com

در کس مقابل مقادیر P و Q بر حسب P_{max} و Q_{max}

