بررسی

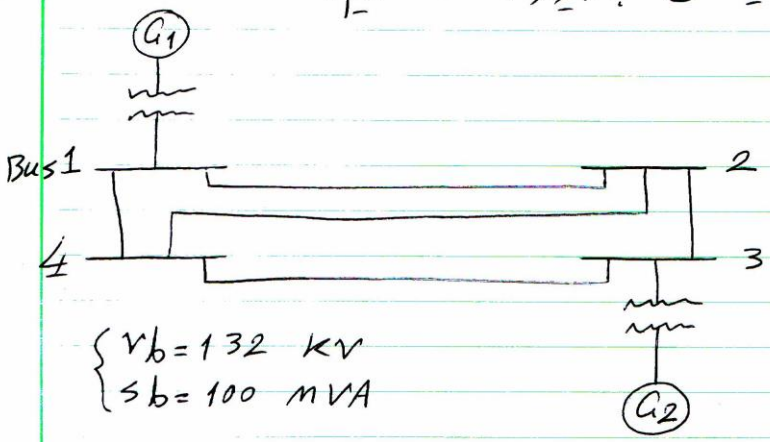
سیستمهای قدرت ۲

①

ماتریس‌های امپدانس و ادمیتانس شبکه:

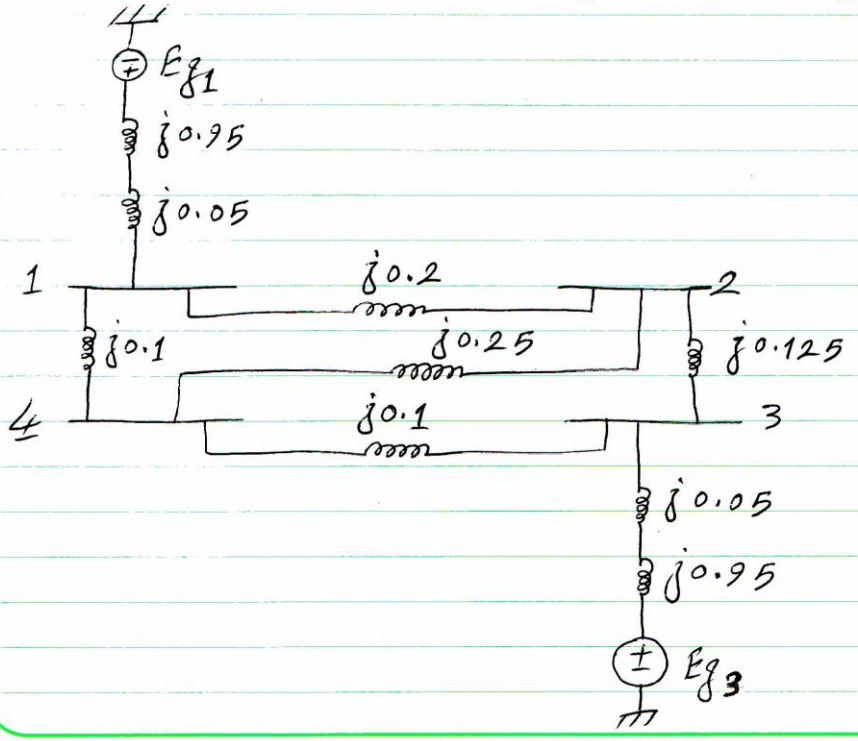
از اطلاعات ماتریس ادمیتانس و امپدانس برای بررسی پخش بار استفاده می‌شود.

- می‌خواهیم ماتریس ادمیتانس شبکه زیر را بدست آوریم:

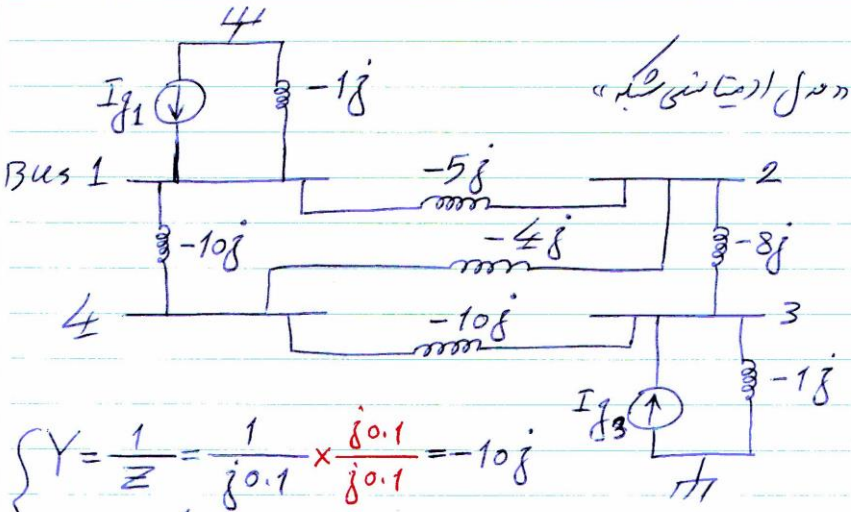


$$\begin{cases} V_b = 132 \ kV \\ S_b = 100 \ MVA \end{cases}$$

اگر پس از انجام محاسبات مربوطه، مقادیر پریونیت شده و مدار معادل امپدانسی بصورت زیر باشد مدل ادمیتانسی و ماتریس ادمیتانس آنرا تعیین کنید.



در هنگام تبدیل مدل امپدانس صفحه قبل به مدل ادمیتانس، منابع ولتاژ را به منابع جریان تبدیل می کنیم (یعنی بصورت مدل نورتن می نویسیم)



«مدل ادمیتانسی شبکه»

$$\begin{cases} Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{j0.1} \times \frac{j0.1}{j0.1} = -10j \\ Z = Y^{-1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_{g1} = E_{g1} \times (-1j) \\ I_{g3} = E_{g3} \times (-1j) \end{cases}$$

در این مرحله ماتریس ادمیتانس شبکه را می نویسیم:

تذکر مهم:
هر باس Bus (شین) را بعنوان یک گره در نظر می گیریم. در نتیجه شبکه بالا دارای ۴ گره می باشد. پس باید برای آن یک ماتریس 4×4 طراحی شود.

مجموع ادمیتانس های متصل به باس 1 | باس 2 نسبت به باس 1 | باس 3 نسبت به باس 1 | باس 4 نسبت به باس 1 | ولتاژ باس ها

$$\begin{bmatrix} -16j & 5j & 0 & 10j \\ 5j & -17j & 8j & 4j \\ 0 & 8j & -19j & 10j \\ 10j & 4j & 10j & -24j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{g1} \\ 0 \\ I_{g3} \\ 0 \end{bmatrix}$$

از ماتریس ادمیتانس فوق Y^{-1} (Inverse) می‌گیریم: «به سه کامپیوتر»

$$Z = Y^{-1} = -j \begin{bmatrix} 0.529 & 0.494 & 0.471 & 0.499 \\ 0.494 & 0.563 & 0.505 & 0.510 \\ 0.471 & 0.505 & 0.529 & 0.501 \\ 0.499 & 0.510 & 0.501 & 0.543 \end{bmatrix} \text{ P.U.}$$

اگر: $E_{g1} = 1.25\angle 0$ P.U. ، $E_{g3} = 1\angle -30$ P.U. باشد، جریان‌ها به سمت گره‌ها

$$I_1 = \frac{E_1}{1j} = \frac{1.25\angle 0}{1j} \times \frac{1j}{1j} = -j1.25 \text{ P.U.}$$

$Z_1 \rightarrow 1j$

$$I_3 = \frac{E_3}{1j} = \frac{1\angle -30}{1j} \times \frac{1j}{1j} = -0.5 - j0.866 \text{ P.U.}$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = -j \begin{bmatrix} 0.529 & 0.494 & 0.471 & 0.499 \\ 0.494 & 0.563 & 0.505 & 0.510 \\ 0.471 & 0.505 & 0.529 & 0.501 \\ 0.499 & 0.510 & 0.501 & 0.543 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -j1.25 \\ 0 \\ -0.5 - j0.866 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$V_1 = (-j0.529 \times (-j1.25)) + (-j0.471 \times (-0.5 - j0.866)) =$$

$$V_1 = -1.0691 + j0.2355 = 1.095 \angle 167.58 \text{ P.U.}$$

$$V_2 = (-j0.494 \times (-j1.25)) + (-j0.505 \times (-0.5 - j0.866)) =$$

$$V_2 = +1.055 + j0.2525 = 1.085 \angle +13.5 \text{ P.U.}$$

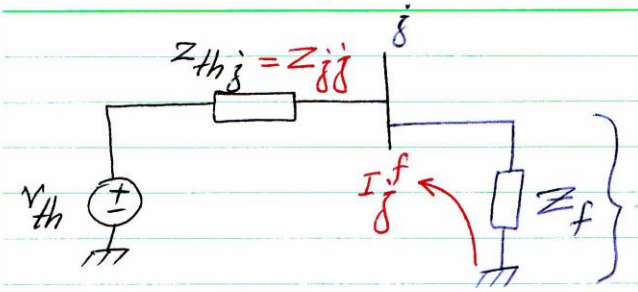
$$V_3 = (-j0.471 \times (-j1.25)) + (-j0.529 \times (-0.5 - j0.866)) =$$

$$V_3 = -1.05 + j0.265 = 1.08 \angle 165.68 \text{ P.U.}$$

$$V_4 = (-j0.499 \times (-j1.25)) + (-j0.501 \times (-0.5 - j0.866)) =$$

$$V_4 = -1.058 + j0.2505 = 1.087 \angle 166.68 \text{ P.U.}$$

بدست آوردن V_{th} و Z_{th} با استفاده از اثر تغییرات جزیی در شبکه:



تغییرات ایجاد شده در شبکه و جریانی که به شبکه تزریق می‌کند (I_j^f)

Z_f: امپدانس شنت j با نقطه صفر سیستم

j: شماره باسی که عضوی از آن اضافه یا کم شده است.

KVL: $$I_j^f = -\frac{V_{th}}{Z_f + Z_{jj}}$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix} = Z \begin{bmatrix} I_1 \\ \vdots \\ I_j \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix}$$

$$Z = Y^{-1} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \cdots & Z_{1n} \\ Z_{21} & Z_{22} & \cdots & Z_{2n} \\ \vdots & & & \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \cdots & Z_{nn} \end{bmatrix} \Rightarrow V_j = Z_{j1} I_1 + Z_{j2} I_2 \cdots Z_{jj} + Z_{jn} I_n$$

$$Z_{th_j} = \frac{V_j}{I_j} \Big| I_1, I_2, \cdots I_n = 0 \quad (I_j \neq 0)$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix} = Z \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_j + I_j^f \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix}$$

$$V_i^{new} = Z_{i1} I_1 + Z_{i2} I_2 + \cdots Z_{ij} (I_j + I_j^f) + \cdots Z_{in} I_n =$$

$$= \underbrace{\left(Z_{i1}I_1 + Z_{i2}I_2 + \cdots Z_{ij}I_j + \cdots Z_{in}I_n\right)}_{V_i^{old}} + Z_{ij}I_j^f$$

$$V_i^{new} = V_i^{old} - \frac{Z_{ij}}{Z_f + Z_{jj}} \cdot V_j$$

i: شماره باسی که تغییرات در آن بررسی می‌شود.
j: شماره باسی که عنصری به آن اضافه شده است.

مثال:
اگر در سیستم قدرت شکل قبل خازنی با قدرت 10 mvar و ولتاژ 132 kv در محل شین 3 نصب گردد جریان خازن و ولتاژ شینها پس از نصب خازن را محاسبه کنید.

با توجه به مثال قبل ولتاژ باسها عبارتند از:

$V_1 = 1.095 \angle -12.4$ p.u.
$V_2 = 1.85 \angle -13.5$ "
$V_3 = 1.08 \angle -14.2$ "
$V_4 = 1.087 \angle -13.3$ "

Z_f: امپدانس شین ۳ با نقطه صفر سیستم

یادآوری:

$$\begin{cases} Z_b = \dfrac{V_b^2}{S_b} = \dfrac{132^2}{100} \\ |Z_f| = X_C = \dfrac{V^2}{Q_C} \end{cases}$$

$$|Z_{f\,p.u.}| = \frac{|Z_f|}{Z_b} = \frac{V^2/Q_C}{V_b^2/S_b} = \frac{S_b}{Q_C} = \frac{100}{10} = 10 \text{ p.u.}$$

$$\Rightarrow \quad Z_f = -jX_C = -j10 \text{ p.u.}$$

چون خازنی است.

با توجه به کتاب در صفحه 183 داریم:

$$\begin{cases} Z_{13} = j0.471 \\ Z_{23} = j0.505 \\ Z_{33} = j0.529 \\ Z_{43} = j0.501 \end{cases}$$