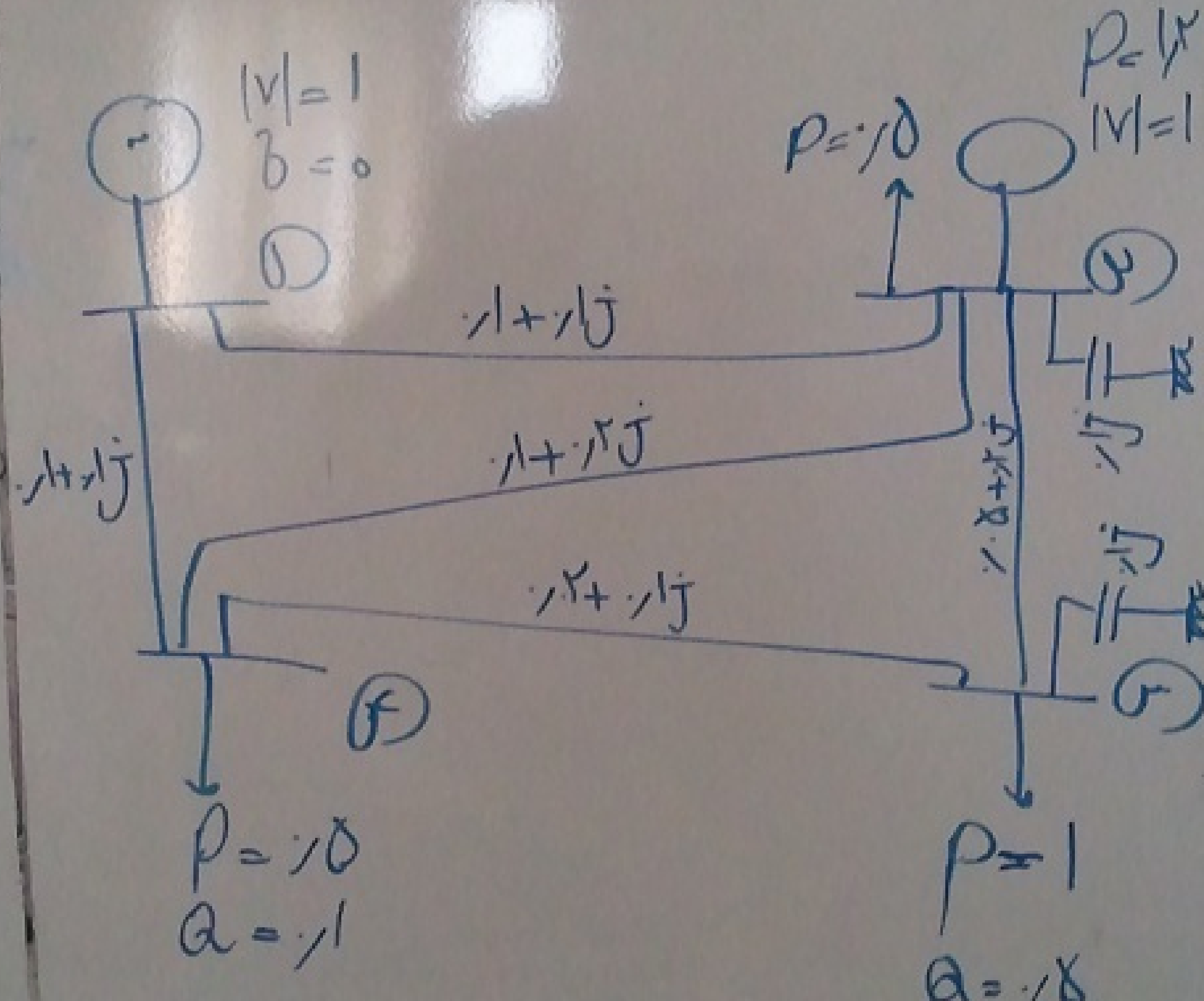
II بررسی: ۱۳۹۱,۲,۲۴

توسایت

۱۲۳) شبکه مثالی که با گوس سایدل حل کردیم را
با روش نیوتن رافسون عادی، دکارتی،
و روش نیوتن جداشده حل کنید؟



$P_2 = 1.2 - 0.5 = 0.7$

$P_3 = -1$ $\qquad$ $Q_3 = -0.5$

$P_4 = -0.5$ $\qquad$ $Q_4 = -0.1$

۷	-۲
	-۱٫۹۲
۹۲	۸٫۹۲
۱۲	-۹٫۶۱
۶۱	۱۸٫۶۱

$$\begin{bmatrix}\delta_2\\ \delta_3\\ \delta_4\\ |V_3|\\ |V_4|\end{bmatrix}^{(k+1)} = \begin{bmatrix}\delta_2\\ \delta_3\\ \delta_4\\ |V_3|\\ |V_4|\end{bmatrix}^{(k)} - \underbrace{\begin{bmatrix}\dfrac{\partial P}{\partial \delta} & \dfrac{\partial P}{\partial |V|}\\ \dfrac{\partial Q}{\partial \delta} & \dfrac{\partial Q}{\partial |V|}\end{bmatrix}^{-1}}_{J} \underbrace{\begin{bmatrix}P_{cal_2}-1\\ P_{cal_3}+1\\ P_{cal_4}+0\\ Q_{cal_3}+0\\ Q_{cal_4}+1\end{bmatrix}}_{cal}$$

$J^{-1} \times cal \longrightarrow$

$$P_{cal_i} = \sum_{k=1}^{4} |V_i||V_k||Y_{ik}|\cos(-\delta_i + \delta_k + \theta_{ik})$$

$$Q_{cal_i} = -\sum_{k=1}^{4} |V_i||V_k||Y_{ik}|\sin(-\delta_i + \delta_k + \theta_{ik})$$

δ ها را می گیریم:

دوباره J و
را حساب

$\delta_2 = 0 \qquad |V_3| = 1$

$\delta_3 = 0 \qquad |V_4| = 1 \qquad$ حدس اولیه

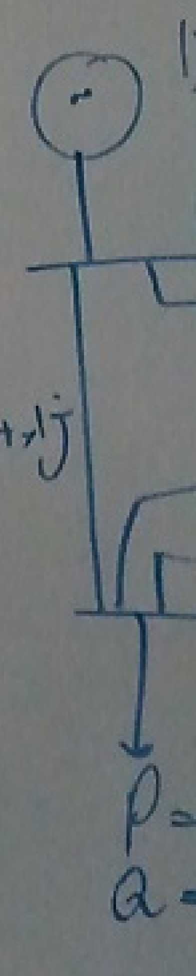
$\delta_4 = 0$

J و ماتریس سمت راست را به ازای
این مقادیر حساب می کنیم

۲ تکرار به جواب

نوسانات

دکارتی



$P_2 = 1$

$P_3 = -$

$P_4 = -$

در دکارتی ...

تعیین ...

... تر سیر

$$J=\begin{bmatrix} 13.7 & -4.7 & -4 & -1.17 & -2 \\ -4.7 & 14.3 & -9.61 & 3.09 & -1.92 \\ -4 & -9.61 & 18.61 & -1.92 & 8.92 \\ 1.17 & -3.09 & 1.92 & 14.12 & -9.61 \\ 2 & 1.92 & -8.92 & -9.61 & 18.61 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} P_{cal2} - 0.7 \\ P_{cal3} + 1 \\ \ldots al4 + 0.5 \\ \overline{\ldots cal2} + 0.5 \\ \ldots cal4 + 0.1 \end{bmatrix}$$

$$Cal=\begin{bmatrix} -0.7 \\ 1 \\ 0.5 \\ 0.4 \\ 0.1 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ |V_2| \\ |V_4| \end{bmatrix}^{(1)} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - J^{-1} \times Cal \longrightarrow$$

$$\begin{bmatrix} \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ |V_2| \\ |V_4| \end{bmatrix}^{(1)} = \begin{bmatrix} -0.08 \\ -0.11 \\ -0.06 \\ 0.91 \\ 0.93 \end{bmatrix} \Rightarrow$$

دوباره J و cal را حساب می کنیم

داریم Y_{bus} و

$$\begin{bmatrix} \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ |V_2| \\ |V_4| \end{bmatrix}^{(2)} = \begin{bmatrix} -0.03 \\ -0.12 \\ -0.07 \\ 0.89 \\ 0.92 \end{bmatrix} \Rightarrow$$

۲ تکرار به جواب رسید

در صورتیکه گوس سایدل

پس از ۲۳ تکرار به این جواب ...

$$\begin{bmatrix} \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ |V_2| \\ |V_4| \end{bmatrix}^{(k+1)} = \ldots$$

$P_{cali} = \ldots$

$Q_{cali} = \ldots$

$\delta_2 = 0$

$\delta_3 = 0$

$\delta_4 = 0$

... رای

در دکارتی فقط ماتریس J براساس مقادیر دکارتی تعیین می‌گردد.

ماتریس کمی عوض شده و $\frac{\Delta|V|}{|V|}$

$$J = \begin{bmatrix} ۱۳,۷ \\ -۴,۷ \\ -۴ \\ ۱,۱۷ \\ ۲ \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta\delta_2 \\ \Delta\delta_3 \\ \Delta\delta_4 \\ \hline \frac{\Delta|V_3|}{|V_3|} \\ \frac{\Delta|V_4|}{|V_4|} \end{bmatrix} = -\left[\begin{array}{c|c} \frac{\partial P}{\partial \delta} & |V|\frac{\partial P}{\partial |V|} \\ \hline \frac{\partial Q}{\partial \delta} & |V|\frac{\partial Q}{\partial |V|} \end{array}\right]^{-1} \begin{bmatrix} P_{cal2} - ۰,۷ \\ P_{cal3} + ۱ \\ P_{cal4} + ۰,۵ \\ \hline Q_{cal3} + ۰,۵ \\ Q_{cal4} + ۰,۱ \end{bmatrix}$$

$$Cal = \begin{bmatrix} -۰,۷ \\ ۱ \\ ۰,۵ \\ ۰,۴ \\ ۰,۱ \end{bmatrix}$$

حدس اولیه

$$\begin{cases} \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0 \\ |V_3| = |V_4| = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} e_1 = 1 \quad f_1 = 0 \\ e_2 = 1 \quad f_2 = 0 \\ e_3 = 1 \quad f_3 = 0 \\ e_4 = 1 \quad f_4 = 0 \end{cases}$$ و Y_{bus} داریم

$$\begin{bmatrix} \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ |V_3| \\ |V_4| \end{bmatrix}^{(1)} =$$

$$\begin{cases} P_{cal\,i} = e_i \sum_{m=1}^{4} a_{im} + f_i \sum_{m=1}^{4} b_{im} \\ Q_{cal\,i} = f_i \sum_{m=1}^{4} a_{im} - e_i \sum_{m=1}^{4} b_{im} \\ a_{im} + j b_{im} = Y_{im} \times v_m \\ G_{im} + j B_{im} = Y_{im} \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ |V_3| \\ |V_4| \end{bmatrix}^{(2)} =$$

$$\frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} = -Q_2 - B_{22}|V_2|^2$$

... بدست می آید

روش آخر: جدا شده و ساده شده:

حالتی که دیگر J در حین کار عوض نمی شد و از اول معلوم بود

Q ها و |V| ها از هم مستقل می شدند

$$\begin{bmatrix} \Delta\delta_2 \\ \Delta\delta_3 \\ \Delta\delta_4 \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_3} & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_4} \\ \frac{\partial P_3}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_3}{\partial \delta_3} & \frac{\partial P_3}{\partial \delta_4} \\ \frac{\partial P_4}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_4}{\partial \delta_3} & \frac{\partial P_4}{\partial \delta_4} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_{2cal} - 0.7 \\ P_{3cal} + 1 \\ P_{4cal} + 0.8 \end{bmatrix}$$

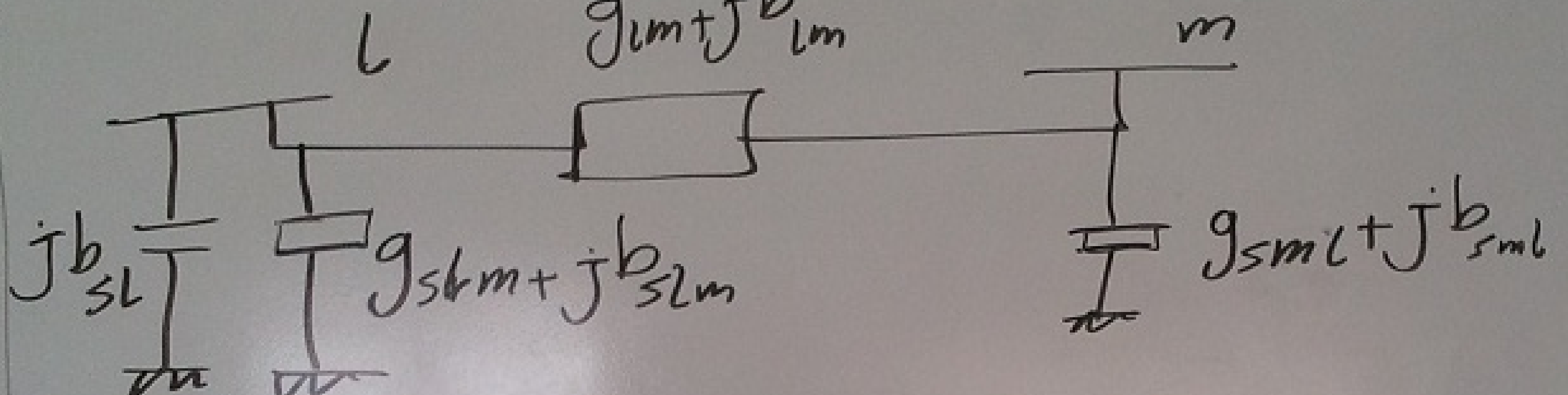
ابتدا عناصر غیر قطر اصلی حساب می کنیم و هر سطر را جمع

کرده در منفی ضرب می کنیم می گذاریم برای قطر اصلی

$$\frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۳}} = b_{۲۳}$$

$b_{۲۳}$ با $b_{۲۳}$ مربوط به $a_{lm}+jb_{lm}$ اشتباه نشود. اگر یادتان باشد

امپدانس بین



$b_{۲۳} =$ (قسمت موهومی ادمیتانس بین باس l , m)

$$= Im\left(\frac{1}{Z_{۲۳}}\right) = Im\left(\frac{1}{۰٫۰۵+j۰٫۲}\right) = -۴٫۷$$

$$\frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۳}} = -۴٫۷$$

$$\frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۴}} = Im\left(\frac{1}{Z_{۲۴}}\right) = -۴$$

$$\frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۲}} = -\left(-۴٫۷ - ۴\right) = ۸٫۷$$

محاسبه می‌شود:

$$\begin{bmatrix}\Delta\delta_2\\ \Delta\delta_3\\ \Delta\delta_4\end{bmatrix} = -\begin{bmatrix}8.7 & -4.7 & -4\\ -4.7 & 14.32 & -9.6\\ -4 & -9.6 & 13.6\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix}P_{2cal}-0.7\\ P_{3cal}+1\\ P_{4cal}+0.5\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}\dfrac{\Delta|V_3|}{|V_3|}\\ \dfrac{\Delta|V_4|}{|V_4|}\end{bmatrix} = -\begin{bmatrix}|V_3|\dfrac{\partial Q_3}{\partial|V_3|} & |V_4|\dfrac{\partial Q_3}{\partial|V_4|}\\ |V_3|\dfrac{\partial Q_4}{\partial|V_3|} & |V_4|\dfrac{\partial Q_4}{\partial|V_4|}\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix}Q_{cal3}+0.5\\ Q_{cal4}+0.1\end{bmatrix}$$

$$|V_4|\frac{\partial Q_3}{\partial|V_4|} = b_{34} = -9.6$$

$$|V_3|\frac{\partial Q_4}{\partial|V_3|} = b_{43} = -9.6$$

$$|V_3|\frac{\partial Q_3}{\partial|V_3|} = -(-9.6) - 2\times(0.1)$$

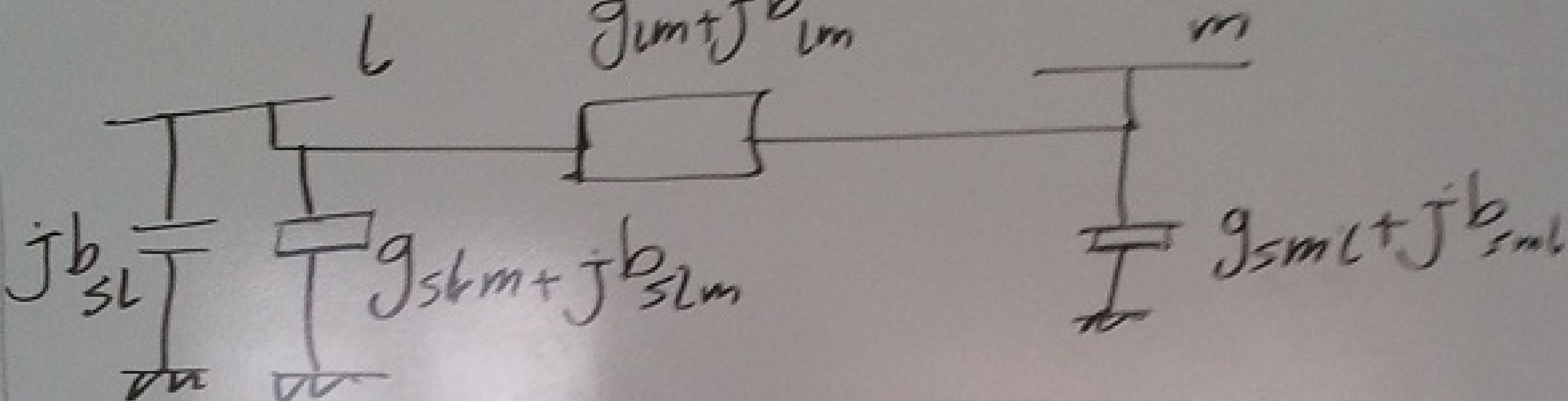
جمع خازن‌های
متصل به باس ۳
بدون j

$$|V_4|\frac{\partial Q_4}{\partial|V_4|} = -(-9.6) - 2\times(0)$$

$$\frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۳}} = b_{۲۳}$$

$b_{۲۳}$ با $b_{۲۳}$ مربوط به $a_{lm}+jb_{lm}$ اشتباه نشود. اگر یادتان باشد

امپدانس بین



(دقت موضوع

$b_{۲۳} =$ (ادمیتانس بین باس l , m)

$$= Im\left(\frac{1}{Z_{۲۳}}\right) = Im\left(\frac{1}{۰٫۰۵ + j۰٫۲}\right) = -۴٫۷$$

$$\frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۳}} = -۴٫۷ \quad و \quad \frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۱}} = b_{۲۱} = -۵$$

$$\frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۴}} = Im\left(\frac{1}{Z_{۲۴}}\right) = -۴$$

$$\frac{\partial P_{۲}}{\partial \delta_{۲}} = -(-۴٫۷ - ۴ - ۵) = ۱۳٫۷$$

محاسبه می‌شود:

$$\begin{bmatrix}\Delta\delta_2\\ \Delta\delta_3\\ \Delta\delta_4\end{bmatrix} = -\begin{bmatrix} 13.7 & -4.7 & -4\\ -4.7 & 14.32 & -9.6 \\ -4 & -9.6 & 18.6\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix} P_{2cal} - 0.7 \\ P_{3cal}+1 \\ P_{4cal}+0.5\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}\frac{\Delta|V_3|}{|V_3|}\\ \frac{\Delta|V_4|}{|V_4|}\end{bmatrix} = -\begin{bmatrix} |V_3|\frac{\partial Q_3}{\partial|V_3|} & |V_4|\frac{\partial Q_3}{\partial|V_4|} \\ |V_3|\frac{\partial Q_4}{\partial|V_3|} & |V_4|\frac{\partial Q_4}{\partial|V_4|}\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix} Q_{cal3}+0.5 \\ Q_{cal4}+0.1\end{bmatrix}$$

$$|V_4|\frac{\partial Q_3}{\partial|V_4|} = b_{34} = -9.6$$

$$|V_3|\frac{\partial Q_4}{\partial|V_3|} = b_{43} = -9.6$$

خازن‌های وصل به ۳

$$|V_3|\frac{\partial Q_3}{\partial|V_3|} = -(b_{32}+b_{34}) - 2\times 0.1$$

$$|V_4|\frac{\partial Q_4}{\partial|V_4|} = -(-9.6) - 2\times(0)$$

ماتریس JQ همان قسمتی از ماتریس JP است با این تفاوت که از قطر اصلی خازن‌های مربوط به باس کم شود

$$\begin{bmatrix} \Delta\delta_2 \\ \Delta\delta_3 \\ \Delta\delta_4 \end{bmatrix} = -\begin{bmatrix} 13.7 & -4.7 & -4 \\ -4.7 & +14.32 & -9.6 \\ -4 & -9.6 & 18.61 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_{2cal} - 0.7 \\ P_{3cal} + 1 \\ P_{4cal} + 0.5 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \dfrac{\Delta|V_3|}{|V_3|} \\ \dfrac{\Delta|V_4|}{|V_4|} \end{bmatrix} = -\begin{bmatrix} 14.13 & -9.6 \\ -9.6 & 18.61 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Q_{3cal} + 0.5 \\ Q_{4cal} + 0.1 \end{bmatrix}$$

$\delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$ و $|V_3| = |V_4| = 1 \Rightarrow$ (cal ها را حساب می کنیم) از قبلی

($\Delta\delta$ ها و $\dfrac{\Delta|V|}{|V|}$ ها حساب می شوند)

$$\begin{cases} \delta_2 = \delta_2^{\text{قبلی}} + \Delta\delta_2 \\ \delta_3 = \delta_3^{\text{قبلی}} + \Delta\delta_3 \\ \delta_4 = \delta_4^{\text{قبلی}} + \Delta\delta_4 \\ |V_3| = |V_3|^{\text{قدیم}} + \left(\dfrac{\Delta|V_3|}{|V_3|}\right) \times |V_3|^{\text{قدیم}} \\ |V_4| = |V_4|^{\text{قدیم}} + \left(\dfrac{\Delta|V_4|}{|V_4|}\right) \times |V_4|^{\text{قدیم}} \end{cases}$$

جوابها دقیقاً جوابهای قبلی شد.

چون Q ها نیز دیگر صفر ند

(در جزوه شرط اضافه تری نوشته است که کم بودن و است که شرط لازمی نیست)

یک نکته جالب این است که
گوس سایدل ۲۳ تکرار
نیوتن ن متغیر ۲ تکرار
نیوتن جدا شده ن ثابت ۵ تکرار

فصل سوم:

۱۲۴ جان مطلب فصل پخش بار اقتصادی چیست؟

در پخش بارهای توان هر نیروگاه معلوم بود بجز slack.

ولی قبل از انجام پخش بار تعیین توان هر نیروگاه

کاری است که باید توسط مدیریت اصلی تعیین شود

فرض کنید ۳ نیروگاه داریم هر کدام تا 1000^{MW} تولید می کنند ولی نیاز ما 2000^{MW}

است. هزینه هر نیروگاه ϕ به ازای تولید x^{MW} معلوم است. حال

هر کدام چقدر تولید کند تا بهینه ترین حالت از نظر اقتصادی

باشد. بعد از تعیین توان هر نیروگاه پخش بار انجام می دهیم البته توان

باس slack را در نظر نمی گیریم و در انتهای محاسبات بدست می آوریم

---

۱۲۵ اقتصادی شدن از چه دیدگاهی مهم است؟

از دو منظر

① هزینه نیروگاهها باید کمترین باشد. این موضوع بسته به منحنی تولید هر نیروگاه است.

② تا جای ممکن باید تلفات کم شود. این مورد در محاسبات شماره ① دیده می شود چون تلفات بین نیروگاهها باید بیشتر تولید کنند.

۱۲۶ منحنی هزینه نیروگاه عموماً چه شکلی است؟

$$C(P_G) = a_1 + a_2 P_G + a_3 P_G^2$$

هزینه ثابت که اگر تولید صفر باشد هزینه می دهیم از قبیل اجاره، روشنایی

هر چه قدر تولید باشد سوخت لازم دارد

توان بیشتر استهلاک بیشتر دارد و نیز a_3 کوچک است

۱۲۷