

تحليل الشبكات الكهربائية الفصل الاول ٢٠١٨/٢٠١٩

السنة الخامسة / طاقة وطاقات متجددة

مدرس المقرر: د. خالد زيدان

أجب عن جميع الأسئلة التالية:

السؤال الأول: (٢٠ درجة)

من أجل نظام القدرة الكهربائية المبين أعطيت كافة المعطيات على الشكل:



$M1=M2$: 100 MVA, 20 kV, $X''_d = X_1 = X_2 = 20\%$ and $X_0 = 4\%$, $X_n = 5\%$

$T1=T2$: 100 MVA, 20/345 kV, $X = 8\%$

Transmission line: $X_1 = X_2 = 15\%$ and $X_0 = 50\%$ at base 100 MVA, 345 kV

والمطلوب ما يلي:

- ١- ارسم الدارات التناظرية الموجبة والسالبة والصفرية لنظام القدرة بالقيم الواحدة.
- ٢- أوجد مصفوفة الممانعات التناظرية الصفرية $[Z^0_{bus}]$ بطريقة الخطوة- خطوة.
- ٣- حصل عطل من نوع طور مع الأرض على الباس 3 وكانت مصفوفة الممانعات التناظرية الموجبة والسالبة كما يلي والمطلوب:

$$Z_{Bus+} = Z_{Bus-} = \begin{bmatrix} j0.1437 & j0.1211 & j0.0789 & j0.0563 \\ j0.1211 & j0.1696 & j0.1104 & j0.0789 \\ j0.0789 & j0.1104 & j0.1696 & j0.1211 \\ j0.0563 & j0.0789 & j0.1211 & j0.1437 \end{bmatrix}$$

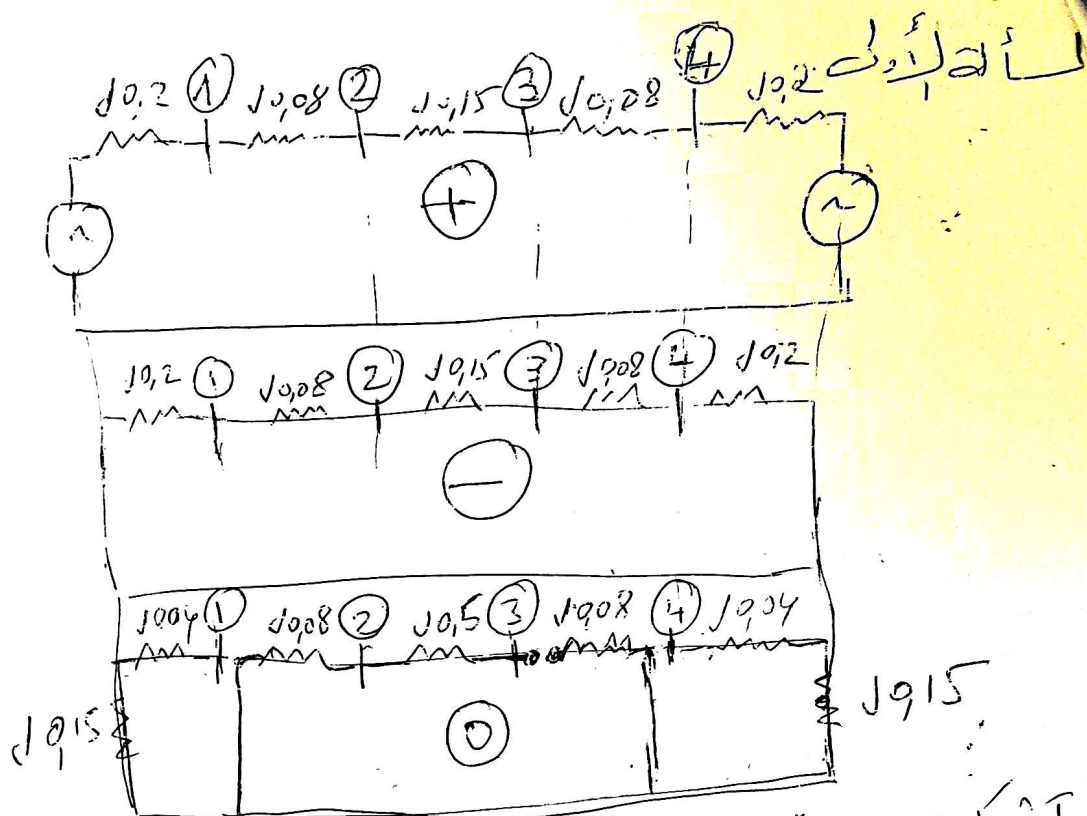
- ٣-١ أحسب التيارات التناظرية الموجبة والسالبة والصفرية والتيار تحت العابر في نقطة العطل بالقيم الواحدة وبالأمتير.

٣-٢ أحسب توتر قضيب التجميع 2 أثناء العطل.

٣-٣ أحسب التيار الذي تساهم به الآلة 2 أثناء العطل.

السؤال الثاني: (٢٠ درجة):

من أجل نظام القدرة الكهربائية المبين في الشكل أعطيت مصفوفة ممانعات العقد والمطلوب:

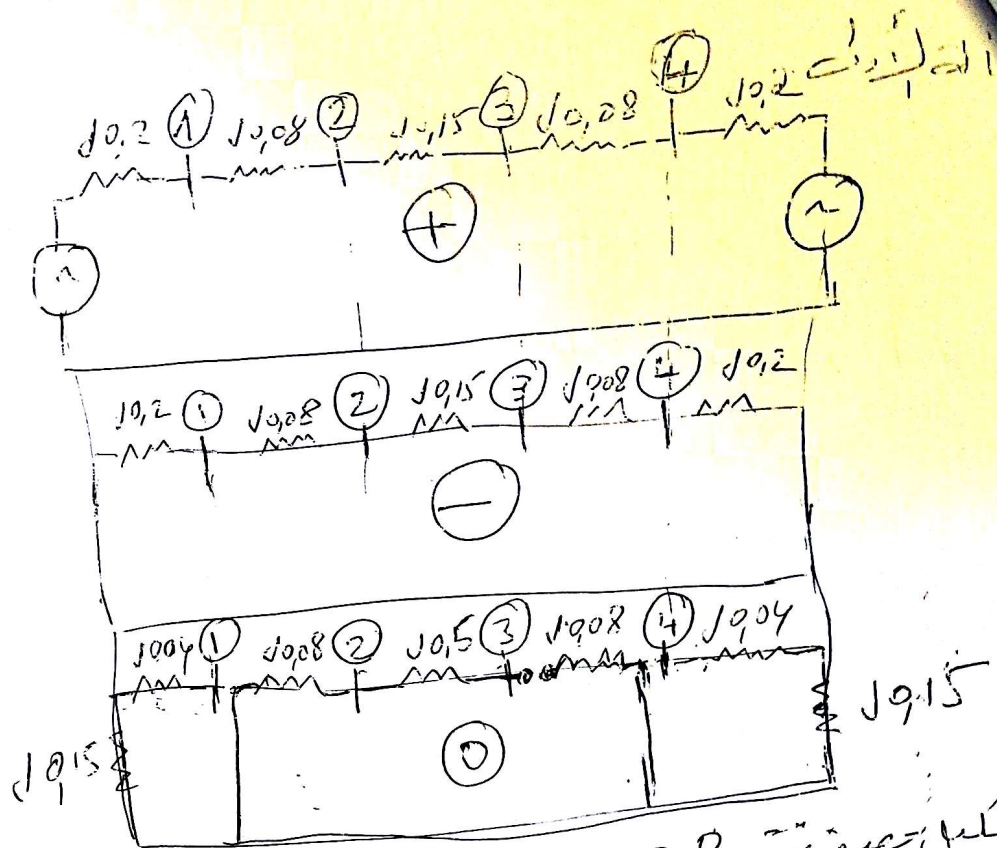


تکلیف معادلات = Z_{bus}

$$\begin{array}{lll}
 1-0 & \sqrt{0.04+0.15} & 1-2 \\
 2-0 & 0.08 & 1-2 \\
 3-2 & 0.15 & 10-2 \\
 4-0 & \sqrt{0.04+0.15} & 1-2 \\
 & \sqrt{0.19} &
 \end{array}$$

$$\sqrt{0.19} \quad , \quad \left[\begin{array}{c|c} 0.19 & 0 \\ \hline 0 & 0.08 \end{array} \right] \quad , \quad \sqrt{\begin{array}{c|c|c} 0.19 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0.08 & 0.08 \\ \hline 0 & 0.08 & 0.58 \end{array}}$$

$$\underline{Z}_{bus} = \left[\begin{array}{ccc|c} 0.19 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.08 & 0.08 & 0 \\ 0 & 0.08 & 0.58 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0.19 \end{array} \right]$$



تکلیف معادله Z_{bus}^0

$$\begin{aligned}
 1-0 & \quad j(0.04+0.15) & 1-2 \\
 2-0 & \quad j0.08 & 1-2 \\
 3-2 & \quad j0.15 & 1-2 \\
 4-0 & \quad j(0.04+0.15) & 1-2
 \end{aligned}$$

$$j[0.19] \quad j \begin{bmatrix} 0.19 & 0 \\ 0 & 0.08 \end{bmatrix} \quad j \begin{bmatrix} 0.19 & 0 & 0 \\ 0 & 0.08 & 0.08 \\ 0 & 0.08 & 0.58 \end{bmatrix}$$

$$Z_{bus}^0 = j \begin{bmatrix} 0.19 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.08 & 0.08 & 0 \\ 0 & 0.08 & 0.58 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.19 \end{bmatrix}$$

$$(B) \begin{bmatrix} 7,12 & -2 & 4,11 \\ 0 & 9,851 & -2,851 \\ -4,28 & 9,851 & 7,111 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 9,62 & 2 & 0 \\ 0 & 9,851 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$[X] = \frac{\text{adj} \begin{bmatrix} 9,62 & 2 \\ -2 & 9,851 \end{bmatrix}}{99,82} = \begin{bmatrix} 9,851 & 2 \\ 2 & 9,62 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$-1 \quad [X] = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,02 \\ 0,02 & 9,973 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 99,8243 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$-2 \quad g_{12,1} = \frac{x_{11} - x_{21}}{x_{12}} = \frac{0,1 - 0,02}{0,5} = 0,16$$

$$g_{13,1} = \frac{x_{11} - x_{31}}{x_{13}} = \frac{0,1 - 0}{0,23365} = 9,428$$

$$g_{23,1} = \frac{x_{21} - x_{31}}{x_{23}} = \frac{0 - 0}{0,35} = 0$$

$$-3 \quad \begin{aligned} & \ell_{ij}^{(1)} = \frac{x_{23}}{x_{12}} \cdot \frac{(x_{12} - x_{22} + x_{13} + x_{23})}{x_{23} - (x_{23} + x_{33} - 2x_{13})} \\ & \ell_{12,23}^{(1)} = \frac{x_{23}}{x_{12}} \cdot \frac{(x_{12} - x_{22} + x_{13} + x_{23})}{x_{23} - (x_{23} + x_{33} - 2x_{13})} \end{aligned}$$

المركبات المتصلة
2-4 1025 م-2

$$\sqrt{\begin{bmatrix} 0,183 & 0,078 & 0,141 & 0,078 \\ 0,078 & 0,148 & 0,106 & 0,148 \\ 0,141 & 0,106 & 0,267 & 0,106 \\ 0,078 & 0,148 & 0,106 & 0,148 + 0,25 \end{bmatrix}} \\ \approx 0,4$$

$$m = p = 2 \quad q = 4 \\ n = 3$$

$$Z_{qj} = Z_{pj} - \frac{Z_M}{Z_a} (Z_{mj} - Z_{nj})$$

$$Z_{qq} = Z_{pq} - \frac{Z_M}{Z_a} (Z_{mq} - Z_{nq}) - \left(\frac{Z_M^2}{Z_a} - Z_b \right) \quad j=1, \dots, 3$$

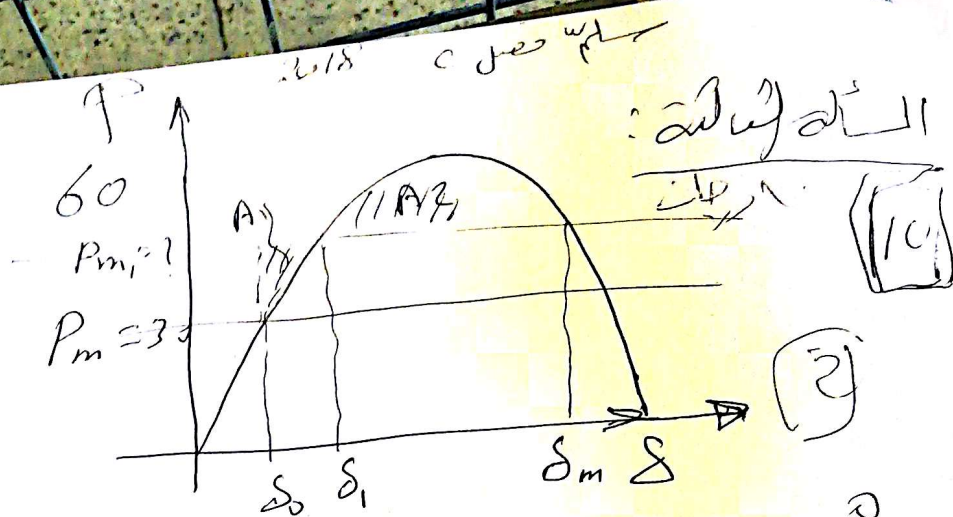
$$j=1 \quad Z_{q1} = Z_{21} - \frac{0,15}{1025} (Z_{21} - Z_{31}) + \left(\frac{0,15^2}{1025} - 0,25 \right) \\ = 0,078 - 0,6 (0,078 - 0,141) = 0,1158$$

$$j=2 \quad Z_{q2} = Z_{22} - 0,6 (Z_{22} - Z_{32}) \\ = 0,148 - 0,6 (0,148 - 0,106) = 0,1228$$

$$j=3 \quad Z_{q3} = Z_{23} - 0,6 (Z_{23} - Z_{33}) \\ = 0,106 - 0,6 (0,106 - 0,267) = 0,20$$

$$Z_{qq} = Z_{2q} - 0,6 (Z_{2q} - Z_{3q}) - \left(\frac{0,15^2}{1025} - 0,25 \right) \\ = 0,1228 - 0,6 (0,1228 - 0,20) - (0,06428 - 0,25) \\ \approx 0,355$$

$$Z_{bus}^{modi} = \begin{bmatrix} 0,115 & 0,1228 & 0,20 & 0,355 \\ 0,115 & 0,1228 & 0,20 & 0,355 \end{bmatrix}$$



$$30 = 60 \sin \delta_0 \Rightarrow \delta_0 = 30^\circ = 0,5236 \text{ rad} \quad [2]$$

$$|A_1| = |A_2| \Rightarrow \int_{\delta_0}^{\delta_m} P_{m1} - 60 \sin \delta \, d\delta = 0$$

$$\Rightarrow P_{m1} (\delta_m - \delta_0) + 60 (\cos \delta_m - \cos \delta_0)$$

$$60 \sin \delta_1 (\delta_m - \delta_0) + \frac{60}{6}$$

$$60 \sin \delta_1 \left(\left(\pi - \delta_1 \right) - \frac{\pi}{6} \right) + 60 (-\cos \delta_1 - 0,866) = 0$$

$$\left(\frac{5\pi}{6} - \delta \right) \sin \delta_1 = \cos \delta_1 + 0,866 \Rightarrow \delta_1 = 60,4^\circ$$

$$P_{max} = 60 \sin \delta_1 = 52,17 \text{ MW} \Rightarrow [4]$$

$$52,17 - 30 = 22,17 \text{ MW}$$

المطلوب

$$(\delta_{max} - \delta_0) \sin \delta_{max} + 6 \sin \delta_{max} = \cos \delta_0$$

$$90^\circ < \delta_m < 180^\circ \Rightarrow \delta_{max} = 2,087 \text{ rad} = 119,64^\circ$$

$$\delta_1 = \pi - \delta_{max} = 3,14 - 2,087 = 1,053 \text{ rad} = 60,44^\circ$$

$$P_{mech}^{max} = P_{max} \sin \delta_1 = 60 \sin 60,44 = 52,2 \text{ MW}$$

$$P_{mech}^{max} = 52,2 - 30 = 22,2 \text{ MW} \quad [2]$$