PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination : Semester 2 — **Academic Year : 2009**

Date : 25 February 2553 — **Time : 13.30-16.30**

Subject : 210-471 Power Systems I — **Room : ROBOT**

ชื่อ-นามสกุล .... รหัสนักศึกษา .... ตอนเรียนที่ ....

<u>หมายเหตุ</u>

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ในกระดาษคำถาม 6 หน้า
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ **มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**
7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้
   - ☐ ตำรา
   - ☐ หนังสือ
   - ☑ เครื่องคิดเลข
   - ☐ กระดาษ A4 ...... แผ่น
   - ☐ พจนานุกรม
   - ☐ อื่น ๆ ....
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้
   - ☑ ดินสอ
   - ☑ ปากกา

ผู้ออกข้อสอบ ธวัชชัย ทางรัตนสุวรรณ

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ ....

1. Determine the 50-Hz capacitive susceptance to neutral in S/km of the double-circuit line in Fig.1 The conductors have a diameter of 2 cm.

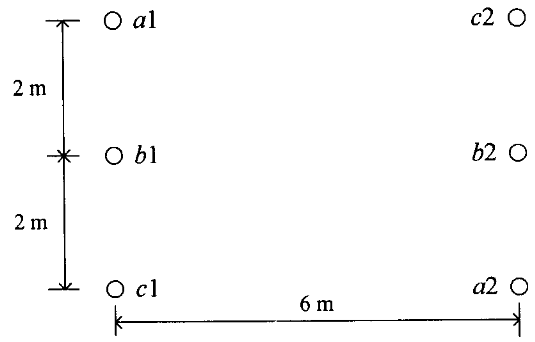

Figure 1

Answer : ____________________

2. A 230-kV , 180 km long , 50 Hz , three-phase transmission line has a per phase series impedance of $z = 0.06 + j0.6\ \Omega/\text{km}$ and a per phase shunt admittance of $y = j3 \times 10^{-6}$ S/km.

(a) Find the voltage regulation when the line delivers 200 MW , 0.8 lagging power factor at 220 kV.

(b) Determine the voltage regulation when the line is compensated by series capacitor for 40 percent compensation with the load condition in part (a).

Answer : (a)__________________________ (b)________________________________

3. A 220-kV , 180 km long , 50 Hz , three-phase transmission line has the following general parameters

$$A = 0.955\angle 0.6^{\circ} \quad , \quad B = 128\angle 77^{\circ}$$

Determine the capacitance of the shunt capacitors to be installed at the receiving end to keep the receiving-end voltage at 220 kV when the line is energized with 230 kV at the sending end and the load at the receiving end is 200 MVA , 0.85 power factor lagging.

Answer : ____

---

4. For the four-bus power system of Fig.2. Determine the value of Y_{11} and Y_{43} of the bus admittance matrix $\mathbf{Y}_{BUS}$.

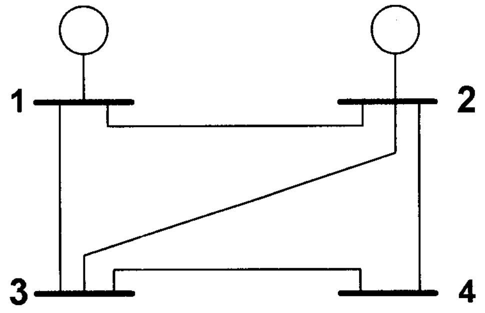

Figure 2

$$\mathbf{Y}_{BUS} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & Y_{13} & Y_{14} \\ Y_{21} & Y_{22} & Y_{23} & Y_{24} \\ Y_{31} & Y_{32} & Y_{33} & Y_{34} \\ Y_{41} & Y_{42} & Y_{43} & Y_{44} \end{bmatrix}$$

Line Data

Line No.	From	To	R (pu)	X (pu)	B/2 (pu)
1	1	2	0.10	0.40	0.04
2	1	3	0.05	0.20	0.02
3	2	3	0.15	0.60	0.06
4	2	4	0.05	0.20	0.02
5	3	4	0.10	0.40	0.04

Answer : Y_{11} = ______________________________ , Y_{43} = ____________________________________

5. For the three-bus power system of Fig.3. Determine the voltages at all buses after the end of first fast decoupled iteration.

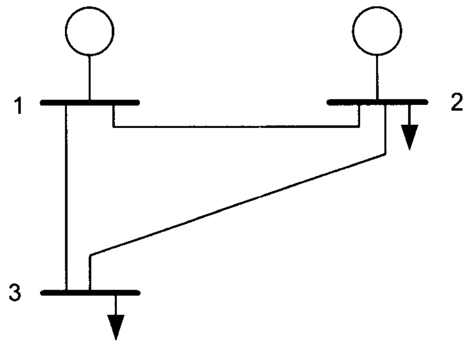

Figure 3

$$\mathbf{Y}_{\text{BUS}} = \begin{bmatrix} 2.2 - j12 & -1 + j6 & -1.2 + j7 \\ -1 + j6 & 2.4 - j13 & -1.4 + j8 \\ -1.2 + j7 & -1.4 + j8 & 2.6 - j14 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 12.2\angle -79.6^\circ & 6.08\angle 99.5^\circ & 7.10\angle 99.7^\circ \\ 6.08\angle 99.5^\circ & 13.22\angle -79.5^\circ & 8.12\angle 99.9^\circ \\ 7.10\angle 99.7^\circ & 8.12\angle 99.9^\circ & 14.24\angle -79.5^\circ \end{bmatrix}$$

Bus Data

Bus No.	Type	P_G (pu)	Q_G (pu)	P_D (pu)	Q_D (pu)	$\|V\|$ (pu)
1	Slack Bus	-	-	0	0	1.05
2	Voltage-controlled Bus	1.5	-	1.0	0.8	1.04
3	Load Bus	-	-	1.2	1.0	-

Answer : ______________________________

Capacitance of Three-phase Lines : $C = \dfrac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left(\dfrac{GMD}{GMR_C}\right)}$ [F/m] $\quad (\varepsilon_0 = 8.85\times 10^{-12}$ F/m)

Medium-length Line Model : $A = D = 1 + \dfrac{YZ}{2}$, $B = Z$, $C = Y\left(1 + \dfrac{YZ}{4}\right)$

Power Flow through Transmission Lines :

$$S_{R(3\phi)} = \frac{|V_{S(L-L)}||V_{R(L-L)}|}{|B|}\angle(\theta_B - \delta) - \frac{|A||V_{R(L-L)}|^2}{|B|}\angle(\theta_B - \theta_A)$$

Fast Decoupled Load Flow method :

$$P_i = \mathrm{Re}\left[V_i^* \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j\right] = \sum_{j=1}^{n} |V_i||V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \qquad \frac{\Delta \mathbf{P}}{|\mathbf{V}_i|} = -\mathbf{B}'\Delta\boldsymbol{\delta}$$

$$Q_i = -\mathrm{Im}\left[V_i^* \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j\right] = -\sum_{j=1}^{n} |V_i||V_j||Y_{ij}|\sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \qquad \frac{\Delta \mathbf{Q}}{|\mathbf{V}_i|} = -\mathbf{B}''\Delta|\mathbf{V}|$$