PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination : Semester 2 **Academic Year : 2010**

Date : 3 March 2011 **Time : 13.30-16.30**

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

คำแนะนำ

1. ข้อสอบชุดนี้มี **5** ข้อ จำนวน **8** หน้า (รวมปก) ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. ทำข้อสอบด้วยความสุจริต ไม่ตื่นเต้นหรือประมาทจนเกินไป
3. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณเข้าห้องสอบได้ แต่ไม่อนุญาตให้นำหนังสือหรือเอกสารอื่นๆเข้าห้องสอบ
4. สามารถใช้ดินสอหรือปากกาก็ได้ในการเขียนคำตอบ
5. หากพื้นที่สำหรับแสดงวิธีทำไม่เพียงพอ สามารถเขียนต่อหน้าหลังของข้อสอบได้
6. **การแสดงวิธีทำ ควรจะดูดี สร้างสรรค์ เป็นตัวของตัวเอง เพื่อแสดงศักยภาพที่มีของตัวนักศึกษา**

ชื่อ _____ **รหัส** _____

	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	รวม
คะแนนเต็ม	10	10	10	12	8	50
คะแนนที่ได้						

ผู้ออกข้อสอบ ธวัชชัย ทางรัตนสุวรรณ

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ .....

1. For the overhead line of configuration shown in Fig.1 , operating at 50 Hz , calculate the capacitive susceptance to neutral. The conductors have a diameter of 3.0 cm.

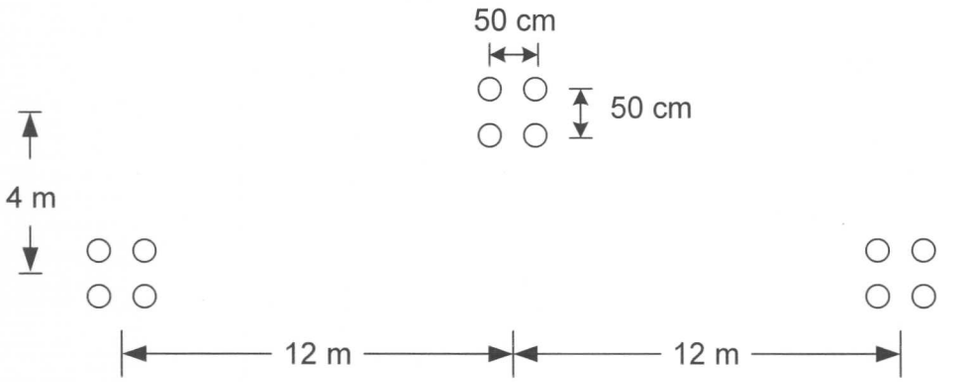


Figure 1

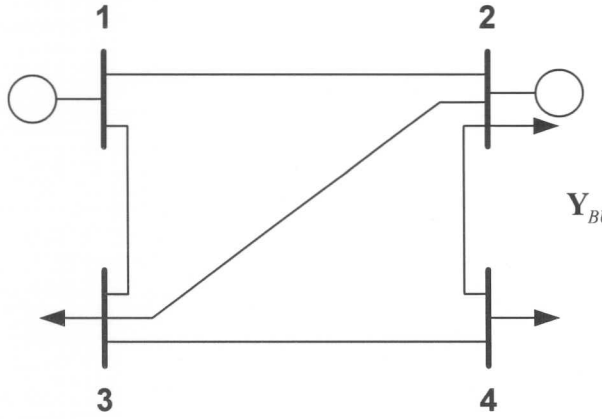
Answer : _____

2. A dc source of 270 V with negligible resistance is connected through a switch S to a lossless transmission line. If the line is terminated by $Z_R = 0.5Z_C$.
Draw the lattice diagram and plot v_R versus time until $t = 6T$ where T is the time for a voltage wave to travel the length of the line.

3. A 300-km 345-kV , 60-Hz three-phase lossless line has a series reactance $x = 0.48\,\Omega$/km and a shunt admittance $y = j6 \times 10^{-6}$ S/km . Rated line voltage is applied to the sending end of the line. Calculate the magnetude of receiving-end voltage when the receiving end is terminated by one-half of the surge impedance .[one-half = ครึ่งหนึ่ง]

Answer : _____

4. For the four-bus power system of Fig. 2. Determine the voltages at all buses after the end of the first iteration of Gauss-Seidel procedure. Take the acceleration factor $\alpha = 1.6$ and choose the initial guess $V_3^{(0)} = V_4^{(0)} = 1.0\angle 0^\circ$ pu.



$$\mathbf{Y}_{BUS} = \begin{bmatrix} 3-j9 & -2+j6 & -1+j3 & 0 \\ -2+j6 & 3.666-j11 & -0.666+j2 & -1+j3 \\ -1+j3 & -0.666+j2 & 3.666-j11 & -2+j6 \\ 0 & -1+j3 & -2+j6 & 3-j9 \end{bmatrix} \text{ pu}$$

Figure 2.

Bus Data

Bus No.	Type	P_G (pu)	Q_G (pu)	P_D (pu)	Q_D (pu)	| V | (pu)
1	Slack Bus	-	-	0	0	1.04
2	Voltage-controlled Bus	1.5	-	1.0	0.8	1.05
3	Load Bus	-	-	1.0	0.5	-
4	Load Bus	-	-	0.6	0.3	-

Answer : _____

5.1 สายส่ง 3 เฟส ระยะทาง 400 km จ่ายด้วยแรงดันต้นทางเท่ากับ 500 kV อยากทราบว่าในสภาวะไม่มีโหลด แรงดันปลายทางจะเป็นอย่างไร ? **[2 คะแนน]**

A. เป็นศูนย์เพราะไม่มีโหลด
B. มีค่าต่ำกว่าต้นทาง
C. มีค่าเท่ากับต้นทาง
D. มีค่าสูงกว่าต้นทาง
E. สูงมาก ๆ จนเข้าใกล้อนันต์
F. ไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากไม่ทราบความถี่ของระบบ

ตอบ _____

5.2 พิจารณาระบบไฟฟ้ากำลังระบบหนึ่งซึ่งมีจำนวนบัสทั้งหมด 10 บัส โดยจะเลือก 1 บัสให้เป็นบัสสแล็ค (Slack Bus) สำหรับบัสที่เหลือจะกำหนดให้เป็นบัสควบคุมแรงดัน (Voltage-Controlled Bus) จำนวน 2 บัส และที่เหลืออีก 7 บัสกำหนดให้เป็นบัสโหลด (Load Bus) หากวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธี Fast-decoupled power flow ซึ่งมีสมการดังนี้

$$\frac{\Delta \mathbf{P}}{|\mathbf{V}_i|} = -\mathbf{B}'\Delta\boldsymbol{\delta} \quad \text{and} \quad \frac{\Delta \mathbf{Q}}{|\mathbf{V}_i|} = -\mathbf{B}''\Delta|\mathbf{V}|$$

เมตริกซ์ $\mathbf{B}'$ และ เมตริกซ์ $\mathbf{B}''$ ที่ใช้ในการวิเคราะห์จะมีมิติหรือขนาด (dimension) เป็นเท่าไร **[3 คะแนน]**

ตอบ _____ และ _____

5.3 พิจารณาข้อความเกี่ยวกับการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

A. ขนาดและมุมของแรงดันที่บัสอ้างอิงต้องกำหนดให้คงที่เท่ากับ 1.0 p.u. และ 0 องศา ตามลำดับ

B. วิธีแก้ปัญหาการไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธี Gauss-Seidel สามารถลู่เข้าหาคำตอบได้ง่ายและเร็วกว่าวิธี Newton-Raphson

C. บัสที่พบส่วนใหญ่ในระบบไฟฟ้ากำลังคือบัสควบคุมแรงดัน (Voltage-controlled bus)

D. สมการแสดงการไหลของกำลังไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับบัสควบคุมแรงดันซึ่งมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าติดตั้งอยู่จะสามารถเขียนได้เพียงสมการการไหลของกำลังไฟฟ้าจริงเท่านั้น

E. บัสโหลด (Load Bus) จะถือว่าเป็นบัสที่มีแรงดันคงที่ในการวิเคราะห์

F. การศึกษาการไหลของกำลังไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพที่สุดควรให้แทนระบบไฟฟ้าด้วยเมตริกซ์ $\mathbf{Z}_{bus}$

G. บัส PQ เป็นบัสที่ค่ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (reactive power) มีค่าคงที่ตลอดการคำนวณ

H. วิธี Fast Decoupled Load Flow พัฒนามาจากวิธี Gauss-Seidel Load Flow

ตอบ _____ **[3 คะแนน]**

Some useful equations

Capacitance of Three-phase Lines

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left(\frac{GMD}{r^b}\right)} \text{ [F/m]} \qquad (\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12} \text{ F/m})$$

Transmission-line *ABCD* parameters

Type	$A=D$	B	C
Short line	1	Z	0
Medium-length line	$1+\frac{YZ}{2}$	Z	$Y\left(1+\frac{YZ}{4}\right)$
Long line	$\cosh(\gamma l)$	$Z_c \sinh(\gamma l)$	$\frac{1}{Z_c}\sinh(\gamma l)$
Lossless line	$\cos(\beta l)$	$jZ_c \sin(\beta l)$	$\frac{j\sin(\beta l)}{Z_c}$

The characteristic impedance $Z_c = \sqrt{\frac{z}{y}}$, The propagation constant $\gamma = \sqrt{yz} = \alpha + j\beta$

Power Flow through Transmission Lines

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

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

Gauss-Seidel power flow :

For a load bus :

$$V_i^{(k+1)} = \frac{1}{Y_{ii}}\left[\frac{P_i^{sch} - jQ_i^{sch}}{V_i^{*(k)}} - \sum_{j=1}^{i-1} Y_{ij}V_j^{(k+1)} - \sum_{j=i+1}^{n} Y_{ij}V_j^{(k)}\right]$$

For a voltage-controlled bus :

$$Q_i^{(k+1)} = -\text{Im}\left\{V_i^{*(k)}\left[\sum_{j=1}^{i-1} Y_{ij}V_j^{(k+1)} + \sum_{j=i}^{n} Y_{ij}V_j^{(k)}\right]\right\}$$

and $Q_{i(gen)} = Q_i + Q_{i(demand)}$

Use of acceleration factor :

$$V_{i,acc}^{(k+1)} = V_i^{(k)} + \alpha(V_{i,cal}^{(k+1)} - V_i^{(k)})$$