มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 1 **ประจำปีการศึกษา** 2553
วันที่ 9 ตุลาคม 2553 **เวลา** 09.00-12.00 น.
วิชา 210-472 : Power Systems II **ห้องสอบ** A401

<u>คำแนะนำ</u>

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 7 ข้อ รวม 8 หน้า ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. ควรทำข้อสอบด้วยความมีสติ ไม่ตื่นเต้นหรือประมาทจนเกินไป
3. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณและเครื่องเขียนทุกชนิดเข้าห้องสอบ
4. การสอบเป็นแบบ **<u>ปิดตำรา</u>** แต่อนุญาตให้นำกระดาษขนาด A4 ซึ่งบันทึกข้อความอะไรก็ได้ เข้าห้องสอบได้จำนวน 1 แผ่น
5. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาสำหรับการเขียนคำตอบ

ผู้ออกข้อสอบ : ผศ. สุนทร ปิยรัตนวงศ์

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	รวม
เต็ม	15	15	15	15	15	15	15	105
ได้								

ชื่อ _____ **รหัสประจำตัว** _____

ข้อ 1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสยูนิตหนึ่งมีค่าพิกัด 500 MVA 15 kV 50 Hz และมีค่าคงที่ความเฉื่อยเท่ากับ 2.5 MJ/MVA ในสภาวะเริ่มต้นเครื่องต้นกำลังจ่ายกำลังกลให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 0.5 pu และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีสมการกำลังไฟฟ้า-มุมโรเตอร์ดังนี้ : $P_e = 2.0372\sin\delta$ pu

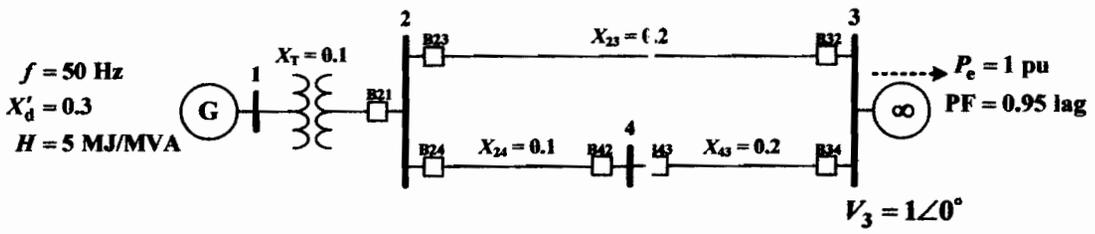
(ก) ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานที่ความเร็วซิงโครนัส จงวิเคราะห์หาค่าพลังงานจลน์ที่เก็บสะสมในโรเตอร์

(ข) จงแปลงค่าคงที่ความเฉื่อยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ให้อ้างอิงกับค่ากำลังไฟฟ้า 500 MVA

(ค) จงวิเคราะห์หาค่ามุมโรเตอร์ในในสภาวะเริ่มต้น

(ง) ถ้าต่อมาโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นจากสภาวะเริ่มต้นเพียงเล็กน้อย จงวิเคราะห์ว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ยังคงมีเสถียรภาพแบบอยู่ตัวหรือไม่ และถ้ามีเสถียรภาพแบบอยู่ตัว จงวิเคราะห์หาความถี่ธรรมชาติของการแกว่งของมุมโรเตอร์

ข้อ 2 ระบบไฟฟ้ากำลังขนาดเล็กระบบหนึ่งมีโครงสร้างดังแสดงในรูปข้างล่าง

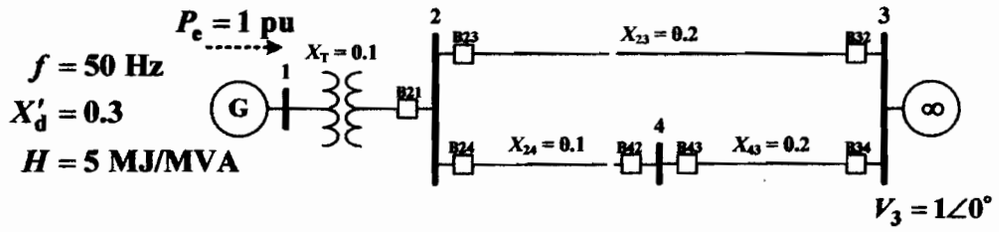


ในสภาวะเริ่มต้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 3 ได้รับกำลังไฟฟ้า 1 pu ที่ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.95 ล้าหลัง ถ้าเกิดลัดวงจรแบบ 3 เฟส ที่บัส 4 จงวิเคราะห์หา

(ก) สมการกำลังไฟฟ้า-มุมโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 3 ในสถานะลัดวงจร

(ข) สมการสวิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 3 ในสถานะลัดวงจร

ข้อ 3 ระบบไฟฟ้ากำลังขนาดเล็กระบบหนึ่งมีโครงสร้างดังแสดงในรูปข้างล่าง



ในสภาวะเริ่มต้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีสมการกำลังไฟฟ้า-มุมโรเตอร์ดังนี้ $P_{e\text{-prefault}} = 2.4638\sin\delta$ ต่อมาเกิดลัดวงจรแบบ 3 เฟส ที่บัส 4 แล้วทำให้สมการกำลังไฟฟ้า-มุมโรเตอร์เปลี่ยนเป็น $P_{e\text{-fault}} = 0.9151\sin\delta$ หลังจากนั้นเซอร์กิตเบรกเกอร์ B42 และ B43 ก็ทริปเพื่อปลดจุดลัดวงจรออก จึงทำให้สมการกำลังไฟฟ้า-มุมโรเตอร์เปลี่ยนเป็น $P_{e\text{-postfault}} = 2.1353\sin\delta$ จงวิเคราะห์หามุมวิกฤตในการเคลียร์ฟอลต์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ B42 และ B43

ข้อ 4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสยูนิตหนึ่งมีค่าพิกัดความถี่ 50 Hz มีค่าคงที่ความเฉื่อย 5 MJ/MVA ในสถานะเริ่มต้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายกำลังไฟฟ้าจริง 1 pu และมีค่ามุมโรเตอร์ 23.9461° ต่อมาเกิดลัดวงจรแบบ 3 เฟส ขึ้นในระบบแล้วทำให้สมการกำลังไฟฟ้า-มุมโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเปลี่ยนเป็น $P_{e\text{-}fault} = 0.9151\sin\delta$

หลังจากเกิดลัดวงจร 0.15 วินาที เซอร์กิตเบรกเกอร์ก็เคลียร์ฟอลต์จึงทำให้สมการกำลังไฟฟ้า-มุมโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเปลี่ยนเป็น $P_{e\text{-}postfault} = 2.1353\sin\delta$

จงวิเคราะห์หาค่ามุมโรเตอร์ ณ เวลา 0.30 วินาที โดยใช้วิธี step-by-step ซึ่งกำหนดให้ใช้ค่า $\Delta t = 0.10$ วินาที และต้องวิเคราะห์โดยใช้ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

หมายเหตุ ต้องวิเคราะห์โดยใช้ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

ข้อ 5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชิงโครนัส 2 ยูนิต ต่อขนานกันเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าจริงให้แก่โหลด 750 MW เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละยูนิตมีฟังก์ชันอัตราค่าเชื้อเพลิงและขอบเขตกำลังผลิตดังแสดงในสมการข้างล่าง

$$IC_1 = 0.35P_{G1} + 385 \text{ บาท/MWh}, \ 100 \text{ MW} \le P_{G1} \le 625 \text{ MW}$$

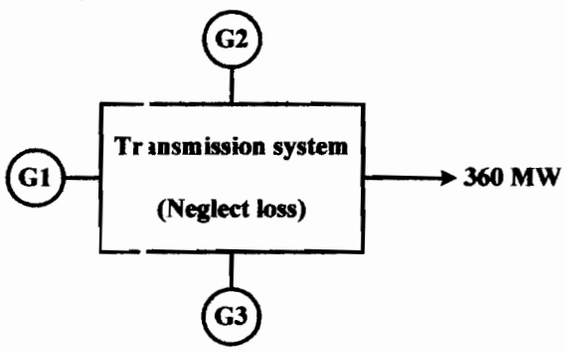
$$IC_2 = 0.42P_{G2} + 280 \text{ บาท/MWh}, \ 100 \text{ MW} \le P_{G2} \le 625 \text{ MW}$$

(ก) จงจัดสรรกำลังผลิตตามหลักเศรษฐศาสตร์ให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 2 ยูนิต

(ข) จงวิเคราะห์หาค่าเชื้อเพลิงที่ต้องจ่ายเพิ่มขึ้น ถ้าทำการจัดสรรกำลังผลิตให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 2 ยูนิต อย่างเท่ากัน

ข้อ 6 จงจัดสรรกำลังผลิตตามหลักเศรษฐศาสตร์ให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 3 ยูนิต ซึ่งแสดงในรูปข้างล่าง โดยวิธี Bisectional iterative method กำหนดให้ใช้ λ^0 = 475 บาท/MWh และ λ^1 = 485 บาท/MWh และค่าดัชนีความเที่ยงตรง(ε) เท่ากับ 0.5 MW

$$IC_1 = 325.5 + 1.435P_{G1} + 0.00420P_{G1}^2$$
$$IC_2 = 266.0 + 1.085P_{G2} + 0.00280P_{G2}^2$$
$$IC_3 = 283.5 + 1.105P_{G3} + 0.00385P_{G3}^2$$



ข้อ 7 จงจัดสรรกำลังผลิตตามหลักเศรษฐศาสตร์ให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 2 ยูนิต ซึ่งแสดงในรูปข้างล่าง โดยวิธี Bisectional iterative method กำหนดให้ใช้ λ^0 = 397 บาท/MWh และ λ^1 = 401 บาท/MWh และค่าดัชนีความเที่ยงตรง(ε) เท่ากับ 0.1 MW