มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 1 **ประจำปีการศึกษา** 2557

วันที่ 14 ธันวาคม 2557 **เวลา** 9.00-12.00 น.

วิชา 210-472 Power Systems II **ห้องสอบ** A401

212-471 Power System Analysis

คำแนะนำ

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 6 ข้อ รวม 10 หน้า ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. ควรทำข้อสอบด้วยความมีสติ ไม่ตื่นเต้นหรือประมาทจนเกินไป
3. การสอบเป็นแบบปิดตำรา แต่อนุญาตให้นำกระดาษขนาด A4 ซึ่งบันทึกข้อความอะไรก็ได้ เข้าห้องสอบได้จำนวน 1 แผ่น
4. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณ(อนุญาตให้นักศึกษาบันทึกข้อมูลได้) และเครื่องเขียนทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
5. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาสำหรับการเขียนคำตอบ

ผู้ออกข้อสอบ : ผศ. สุนทร ปิยรัตนวงศ์

ข้อ	1	2	3	4	5	6	รวม
คะแนนเต็ม	30	20	20	15	15	20	120
คะแนนที่ได้							

ชื่อ ______________________________ **รหัสประจำตัว** __________

ข้อ 1 จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิด
ตอบถูก ได้คะแนนข้อละ 2 คะแนน
ตอบผิด เสียคะแนนข้อละ 2 คะแนน

.... 1.01 ฟอลต์นับว่าเป็นส่วนหนึ่งของการลัดวงจร

.... 1.02 Contribution of fault current จะมีค่ามากกว่า Fault current at fault point เสมอ

.... 1.03 สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส ค่ารีแอกแตนซ์ในสถานะชั่วแวบจะมีค่ามากกว่าค่ารีแอกแตนซ์ในสถานะชั่วครู่

.... 1.04 พิกัดกระแสอินเตอรัพท์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะมีค่าน้อยกว่าพิกัดกระแสโมเมนทารี

.... 1.05 การลัดวงจรแบบ 3 เฟส ลงดิน จะมีความรุนแรงเท่ากับการลัดวงจรแบบ 3 เฟส

.... 1.06 เมื่อเกิดลัดวงจรแบบไม่สมมาตรจะทำให้เกิดกระแสลัดวงจรลำดับเฟสศูนย์เสมอ

.... 1.07 วงจรสมมูลลำดับเฟสบวกของระบบจะมีลักษณะเหมือนกับวงจรสมมูล 1 เฟส เสมอ

.... 1.08 ความหมายของการต่อระบบไฟฟ้าลงดิน คือ การต่อส่วนที่เป็นโลหะของบริภัณฑ์ไฟฟ้าลงดิน

.... 1.09 ตามมาตรฐาน ANSI แรงดันลำดับเฟสบวกของเฟส A ด้านปฐมภูมิ จะนำหน้าแรงดันลำดับเฟสบวกของเฟส a ด้านทุติยภูมิ เท่ากับ 30 องศา เสมอ

.... 1.10 การวิเคราะห์การลัดวงจรมักจะนิยมสมมุติว่าก่อนลัดวงจรระบบทำงานในสภาวะไร้โหลด

.... 1.11 เมื่อเกิดสิ่งรบกวนขึ้นในระบบ แล้วทำให้มุมโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสแกว่งค่า นั่นหมายความว่าระบบไฟฟ้านั้นมีเสถียรภาพ

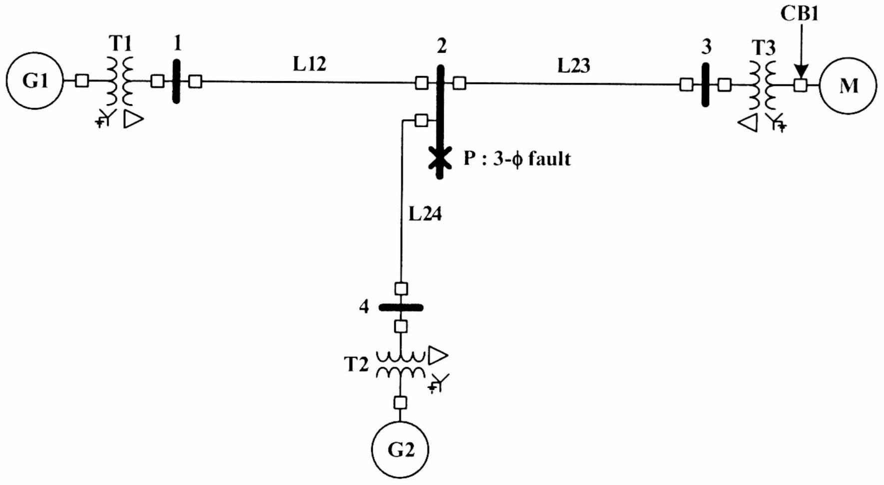
.... 1.12 เมื่อเกิดสิ่งรบกวนขึ้นในระบบ แล้วทำให้มุมโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า 90 องศา นั่นหมายความว่าระบบไฟฟ้านั้นไม่มีเสถียรภาพเสมอ

.... 1.13 ประโยชน์ของการวิเคราะห์เสถียรภาพแบบไดนามิก คือ ทำให้ทราบค่าเวลาวิกฤตในการขจัดการลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์

.... 1.14 ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้า จะสมมุติว่าแรงดันกำเนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสมีค่าคงที่เสมอ แม้ว่าจะเกิดสิ่งรบกวนขึ้นในระบบก็ตาม

.... 1.15 การวิเคราะห์เสถียรภาพทรานเซี้ยนต์ของระบบไฟฟ้าแบบมัลติสวิง ต้องพิจารณาผลการทำงานของระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสด้วยเสมอ

<u>ข้อ 2</u> ระบบไฟฟ้ากำลังแห่งหนึ่งมีแผนภาพเส้นเดี่ยวดังแสดงในรูปข้างล่าง



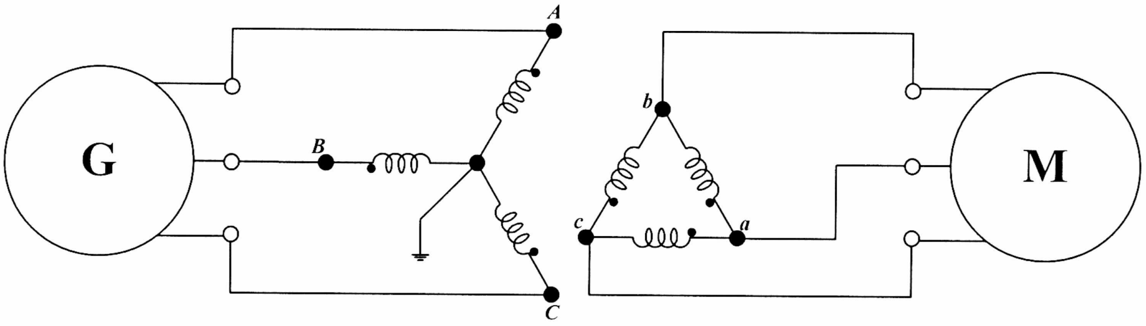
กำหนดข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆในระบบให้ดังนี้

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	G1 : 500 MVA, 13.8 kV , X'' = 0.2 pu
	G2 : 750 MVA, 18.0 kV , X'' = 0.18 pu
มอเตอร์	M : 1000 MVA, 20.0 kV , X'' = 0.17 pu
หม้อแปลง	T1 : 500 MVA, 13.8Y/500Δ kV , X = 0.12 pu
	T2 : 750 MVA, 500Δ/18Y kV , X = 0.1 pu
	T3 : 1000 MVA, 500Δ/20Y kV , X = 0.1 pu
สายส่ง	L12 : X = 50 Ω , L23 : X = 50 Ω , L24 : X = 50 Ω

(ก) จงวาดวงจรสมมูล 1 เฟส ของระบบเพื่อใช้สำหรับคำนวณหากระแสอินเตอรัพท์ที่ไหลผ่านเซอร์กิต-เบรกเกอร์ CB 1

(ข) สมมุติว่าระบบกำลังทำงานในสภาวะไร้โหลด แรงดันบัส 2 มีขนาด 500 kV ต่อมาเกิดลัดวงจรแบบ 3 เฟส ที่บัส 2 ดังแสดงในรูป จงคำนวณหาขนาดของกระแสอินเตอรัพท์ (ตอบในหน่วย kA) ที่ไหลผ่าน CB 1 โดยไม่ต้องคำนึงถึงการเลื่อนเฟสของหม้อแปลงตามมาตรฐาน ANSI กำหนดให้คำนวณในระบบต่อหน่วยที่ใช้ค่าฐาน 1000 MVA , 20 kV ในส่วนวงจรมอเตอร์ M เป็นค่าฐานของระบบ และใช้แรงดันเฟส a ที่บัส 2 เป็นเฟสเซอร์อ้างอิง

ข้อ 3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ายูนิตหนึ่งถูกต่อเข้าทางด้าน Y ของหม้อแปลง 3 เฟส ซึ่งต่อแบบ Y-Δ เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์ ซึ่งต่อด้าน Δ ของหม้อแปลง ดังแสดงในรูปข้างล่าง



ต่อมาเกิดลัดวงจรแบบไม่สมมาตรที่ขั้วของมอเตอร์ ทำให้มีกระแสลัดวงจรไหลจากมอเตอร์ซึ่งมีค่าดังนี้ $I^{F}_{a0(M)} = -j3.0$, $I^{F}_{a1(M)} = -0.8 - j2.6$, $I^{F}_{a2(M)} = -j2.0$ pu ส่วนกระแสลัดวงจรที่ไหลมาจากด้าน Δ ของหม้อแปลงมีค่าดังนี้ $I^{F}_{a0(T)} = 0$, $I^{F}_{a1(T)} = 0.8 - j0.4$, $I^{F}_{a2(T)} = -j1.0$ pu

จงวิเคราะห์หา

(ก) กระแสลัดวงจร ณ จุดลัดวงจร ในส่วนประกอบเฟส

(ข) จงวิเคราะห์ว่าการลัดวงจรที่เกิดขึ้นเป็นแบบใด

(ค) กระแสลัดวงจรเฟส *A* ที่ไหลออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

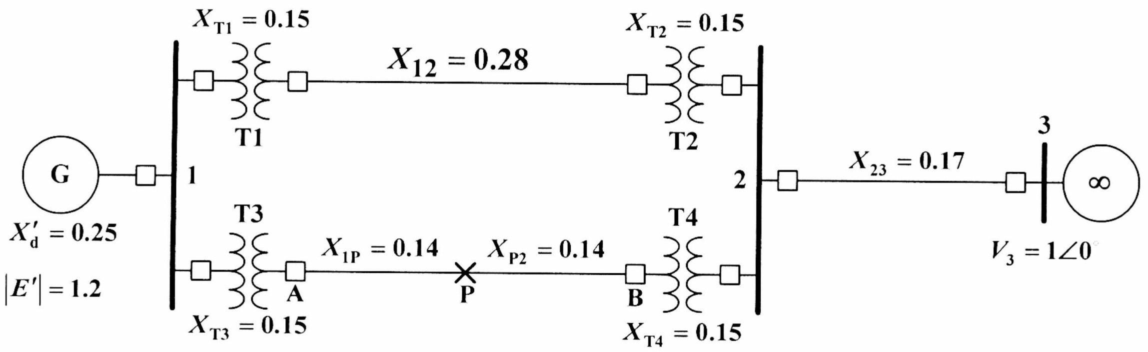
<u>ข้อ 4</u> เครื่องกำเนิดไฟฟ้ายูนิตหนึ่งมีค่าพิกัด 50 Hz, 100 MVA, 11 kV มีค่าคงที่ความเฉื่อย 8 MJ/MVA

(ก) จงวิเคราะห์หาค่าพลังงานจลน์ที่เก็บสะสมในโรเตอร์ ในขณะที่โรเตอร์หมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส

(ข) ถ้าเครื่องต้นกำลังจ่ายกำลังกลเพิ่มขึ้นจากเดิม 30 MW อย่างทันทีทันใด จงวิเคราะห์หาอัตราเร่งเชิงมุมของโรเตอร์ในสภาวะนี้

<u>ข้อ 5</u> เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสที่มีค่าพิกัดความถี่ 50 Hz ยูนิตหนึ่ง มีค่าคงที่ความเฉื่อย 6 MJ/MVA ในสภาวะเริ่มต้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จ่ายกำลังไฟฟ้าจริงผ่านระบบส่งที่ไม่มีกำลังสูญเสียให้แก่บัสอินฟินิต 1 pu ต่อมาเกิดลัดวงจรขึ้น จึงทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออกมาลดลงเป็นศูนย์ หลังจากนั้นเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็ทริปเพื่อปลดจุดลัดวงจรออกจากระบบ จึงทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากลับมาจ่ายกำลังไฟฟ้าจริงได้เท่ากับสภาวะก่อนลัดวงจรอีกครั้งหนึ่ง ถ้าหากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าจริงได้สูงสุด 2.5 pu เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องทริปเพื่อปลดจุดลัดวงจรออกจากระบบภายในเวลาเท่าไร ระบบนี้จึงยังคงมีเสถียรภาพต่อไป

<u>ข้อ 6</u> ระบบไฟฟ้ากำลังแห่งหนึ่งมีโครงสร้างดังแสดงในรูปข้างล่าง



ในสถานะเริ่มต้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า G จ่ายกำลังไฟฟ้าจริง 1.0 pu ต่อมาเกิดลัดวงจรแบบ 3 เฟส ณ จุด P จงวิเคราะห์หามุมวิกฤตสำหรับการขจัดการลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ A และ B