212-472	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา** 2557

วันที่ 15 พฤษภาคม 2558 **เวลา** 13.30-16.30 น.

วิชา 212-472 Power Systems Protection **ห้องสอบ** S102

210-473 Power Systems Protection

คำแนะนำ

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 6 ข้อ รวม 15 หน้า ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. ควรทำข้อสอบด้วยความมีสติ ไม่ตื่นเต้นหรือประมาทจนเกินไป
3. การสอบเป็นแบบปิดตำรา แต่อนุญาตให้นำกระดาษขนาด A4 ซึ่งบันทึกข้อความอะไรก็ได้ เข้าห้องสอบได้จำนวน 1 แผ่น
4. อนุญาตให้นำเครื่องเขียนและเครื่องคำนวณทุกชนิด(อนุญาตให้นักศึกษาบันทึกข้อมูลเข้าไปได้) เข้าห้องสอบได้
5. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาสำหรับการเขียนคำตอบ

ผู้ออกข้อสอบ : ผศ. สุนทร ปิยรัตนวงศ์

ข้อ	1	2	3	4	5	6	รวม
คะแนนเต็ม	45	20	20	20	20	20	145
คะแนนที่ได้							

ชื่อ _____ **รหัสประจำตัว** _____

ข้อ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้พอสังเขป

1.1 จงยกตัวอย่างสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบระบบป้องกันมอเตอร์มา 3 ตัวอย่าง

1.2 จงยกตัวอย่างสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในส่วนของระบบขับโหลดของมอเตอร์ ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์ได้รับความเสียหายมา 3 ตัวอย่าง

1.3 ระบบป้องกันความไม่สมดุลของระบบจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์สามารถป้องกันสิ่งผิดปกติลักษณะใดบ้าง

1.4 จงยกตัวอย่างสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาวะกระแสเกินในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ มา 3 ตัวอย่าง

1.5 จงยกตัวอย่างสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นภายนอกหม้อแปลง ซึ่งอาจทำให้หม้อแปลงได้รับความเสียหายมา 3 ตัวอย่าง

1.6 จงอธิบายวิธีการตรวจสอบสภาวะที่เส้นแรงแม่เหล็กภายในแกนแม่เหล็กของหม้อแปลงมีค่าสูงเกินไป

1.7 การป้องกันสภาวะความดันเกินภายในหม้อแปลงแบบแช่ในน้ำมันชนิดมีถังน้ำมันสำรองและชนิดไม่มีถังน้ำมันสำรอง มีความแตกต่างกันอย่างไร

1.8 จงยกตัวอย่างสาเหตุที่ทำให้เกิดค่ากระแสผลต่างขึ้นในระบบป้องกันแบบวัดผลต่างของหม้อแปลง ซึ่งกำลังทำงานในสภาวะปกติมา 3 ตัวอย่าง

1.9 จงยกตัวอย่างสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานที่ผิดปกติ แล้วอาจทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้รับความเสียหาย มา 3 ตัวอย่าง

1.10 จงบอกข้อดี-ข้อด้อยของการต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าลงดินผ่าน Earthing transformer

1.11 จงอธิบายวิธีป้องกันการลัดวงจรลงดินภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสให้ครอบคลุมพื้นที่ 100% ของชุดขดลวด

1.12 วิธีป้องกันการลัดวงจรลงดินภายในชุดขดลวดสนามของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสมีกี่วิธี อะไรบ้าง

1.13 จงยกตัวอย่างสิ่งผิดพร่องที่เกิดขึ้นแล้วอาจทำให้เกิดการลัดวงจรที่บัสมา 3 ชนิด

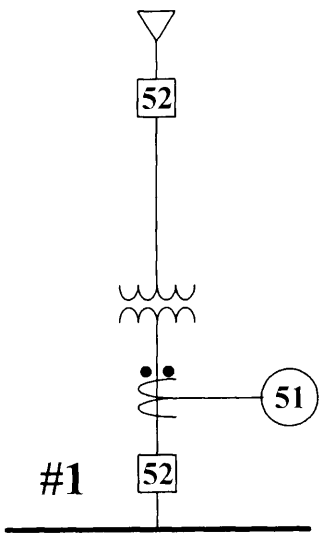
1.14 จงยกตัวอย่างชนิดของรีเลย์แบบวัดผลต่าง ซึ่งใช้สำหรับป้องกันบัส มา 3 ชนิด

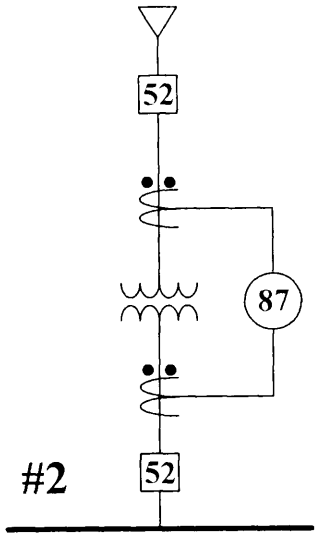
1.15 จงบอกวิธีแก้ปัญหาการอิ่มตัวของ CT แล้วทำให้ระบบป้องกันทำงานผิดพลาด ในกรณีที่เกิดลัดวงจรนอกเขตป้องกัน มา 2 วิธี

ข้อ 2 จงเปรียบเทียบจุดเด่น-จุดด้อยของระบบป้องกันต่างๆต่อไปนี้พอสังเขป ห้ามเปรียบเทียบในเรื่องงบลงทุนของแต่ละระบบ

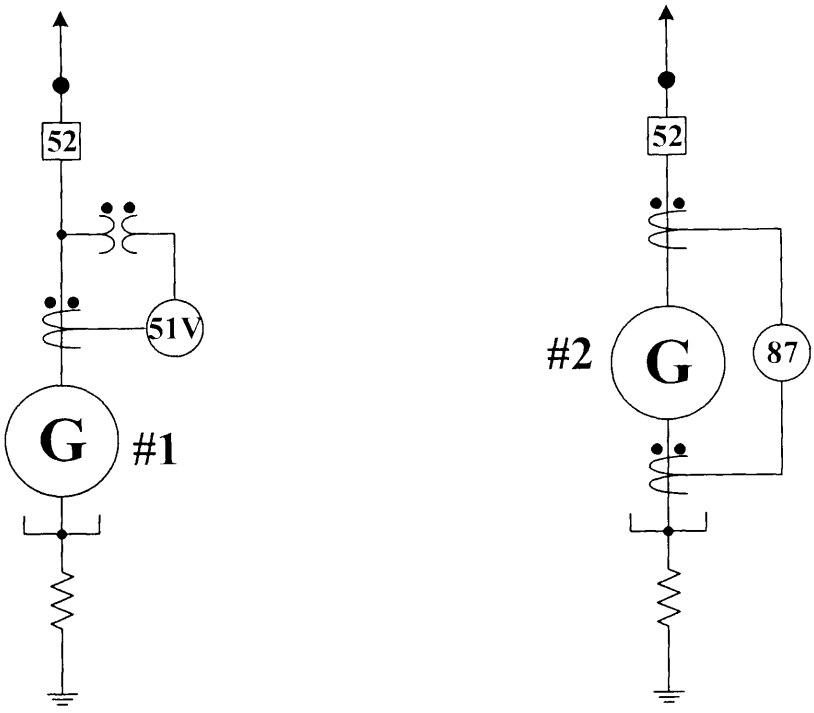
2.1 ระบบป้องกันสภาวะที่อุณหภูมิภายในมอเตอร์มีค่าสูงเกินไป

2.2 ระบบป้องกันการลัดวงจรภายในหม้อแปลง

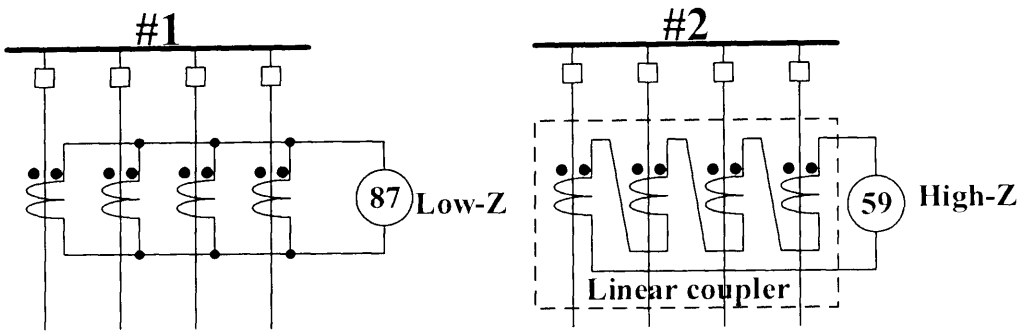




2.3 ระบบป้องกันสภาวะการลัดวงจรภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส



2.4 ระบบป้องกันการลัดวงจรภายในบัสบาร์



ข้อ 3 จงออกแบบระบบป้องกันกระแสเกินอันเนื่องมาจากการขับโหลดเกินพิกัด(ใช้รีเลย์ 51) การลัดวงจรระหว่างเฟส(ใช้รีเลย์ 50) และการลัดวงจรลงดิน(ใช้รีเลย์ 51N) ให้แก่มอเตอร์เหนี่ยวนำซึ่งมีพิกัด 1000 hp, 2.4 kV ประสิทธิภาพ 90% เพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับ 0.95 ล้าหลัง ในการออกแบบต้องทำดังต่อไปนี้

(ก) เลือกค่าอัตราส่วนของ CT ที่ใช้ทั้งหมด โดยต้องเลือกค่าอัตราส่วนจากตารางข้างล่างนี้ ถ้าระบบป้องกันนี้มีการต่อวงจรแบบ Residual connection

50/5	100/5	150/5	200/5	250/5	300/5
400/5	450/5	500/5	600/5	800/5	900/5
1000/5	1200/5	1500/5	1600/5	2000/5	2400/5
2500/5	3000/5	3200/5	4000/5	5000/5	6000/5

(ข) ปรับตั้งค่ากระแสพิกอัพของรีเลย์ป้องกันที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งค่ากระแสพิกอัพของรีเลย์แต่ละชนิดสามารถปรับตั้งค่าได้ดังต่อไปนี้

รีเลย์ 51 : 2, 3, 4, 5, 6, 8 A

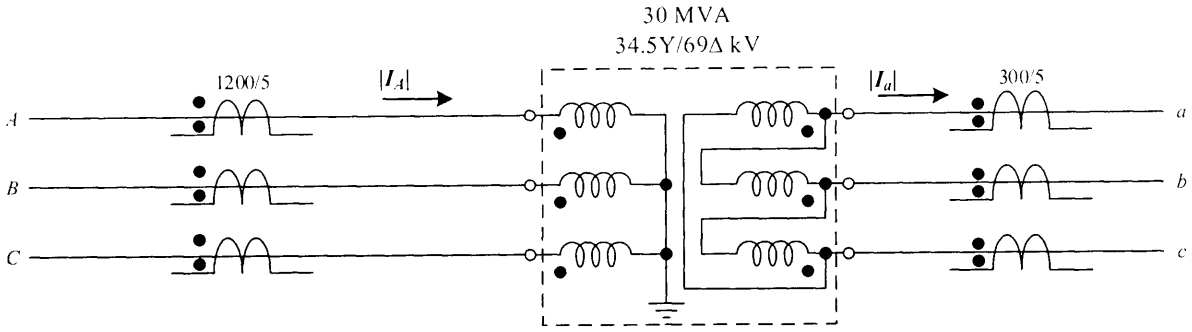
รีเลย์ 50 : 5, 10, 15, 20, 25, 30 A

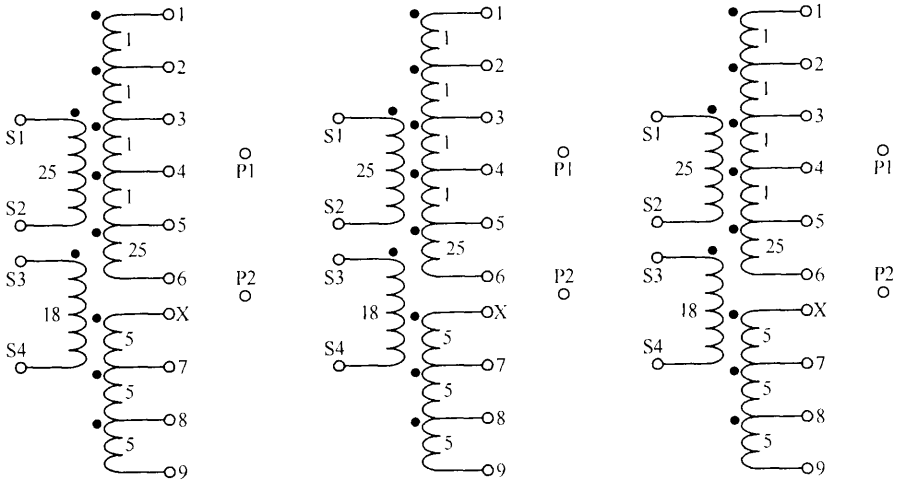
รีเลย์ 51N : 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5 A

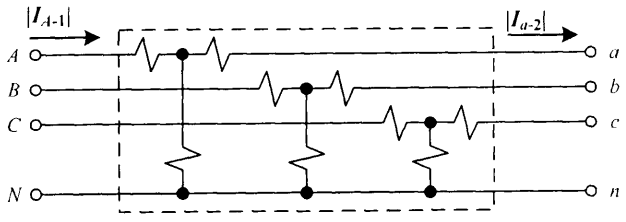
ข้อ 4 จงออกแบบระบบป้องกันหม้อแปลง 3 เฟส ซึ่งมีค่าพิกัด 30 MVA, 34.5Y/69Δ kV ในรูปข้างล่างโดยใช้รีเลย์ป้องกันแบบวัดเปอร์เซ็นต์ผลต่าง โดยต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

(ก) วาดแผนภาพ(วาดตอบในรูปของโจทย์) แสดงการต่อ CTs, Interposing CTs (จำนวนรอบของแต่ละขดได้แสดงไว้ในรูป) ซึ่งต่อเพื่อปรับกระแส $|I_{a-2}|$ ให้เท่ากับ $|I_{A-1}|$ และ Percentage differential relay

(ข) ถ้าหม้อแปลงกำลังทำงานเต็มพิกัด จงวิเคราะห์หาขนาดของกระแส $|I_A|$, $|I_a|$, $|I_{A-1}|$, $|I_{a-2}|$







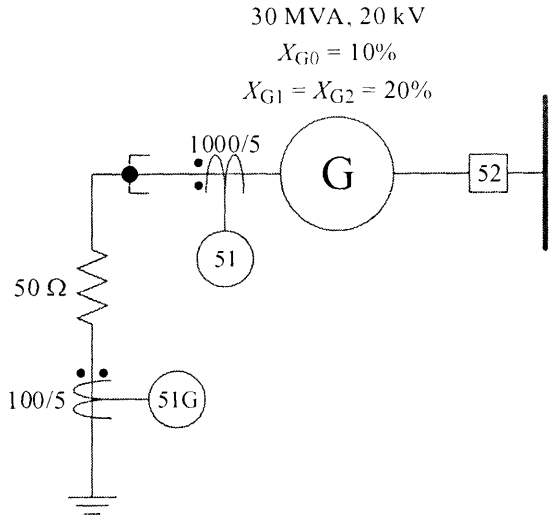
212-472	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

<u>ข้อ 5</u> ถ้าทำการออกแบบระบบป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟสและการลัดวงจรลงดิน ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรูปข้างล่างโดยใช้รีเลย์ 51 และ 51G ตามลำดับ

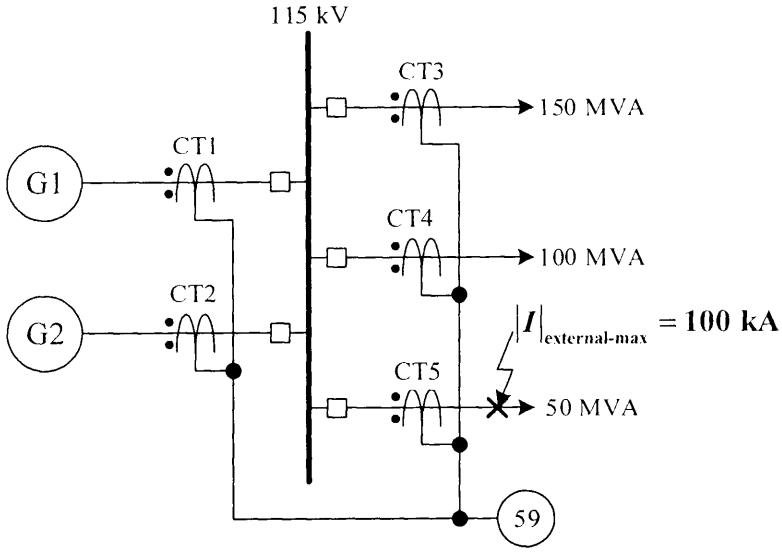
(ก) ตัวต้านทานที่ต่อลงดิน 50 Ω นี้สามารถจำกัดค่ากระแสลัดวงจรลงดินได้สูงสุดเท่าไร

(ข) ต้องปรับตั้งค่า PS ของรีเลย์ 51 เท่าไร ถ้าค่า PS ของรีเลย์ 51 สามารถปรับตั้งค่าได้ดังนี้ : 4, 5, 6, 7, 8 A

(ค) ถ้าปรับตั้งค่า PS ของรีเลย์เบอร์ 51G ให้เท่ากับ 0.35 A รีเลย์นี้สามารถป้องกันการลัดวงจรภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ได้กี่เปอร์เซ็นต์



ข้อ 6 จงออกแบบระบบป้องกันบัสบาร์ 115 kV ในรูปข้างล่างโดยใช้รีเลย์แบบวัดผลต่างชนิดอิมพิแดนซ์สูง ซึ่งต้องดำเนินการต่อไปนี้



(ก) ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า G1 และ G2 จ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่โหลดเท่ากัน จงเลือกอัตราส่วนของ CT1, CT2, CT3, CT4 และ CT5 ถ้ากำหนดค่าอัตราส่วนมาตรฐานดังนี้ : ..., 100/5, 200/5,300/5, 400/5, 500/5, 600/5, 1000/5, 2000/5, 3000/5, ...

(ข) จงวิเคราะห์หาค่าแรงดันพิกอัพต่ำสุดที่เป็นไปได้ ของรีเลย์แบบวัดผลต่างชนิดอิมพิแดนซ์สูง โดยสมมุติว่าเมื่อเกิดลัดวงจรภายนอกเขตป้องกัน(ดังแสดงในรูป) กระแสลัดวงจรสูงสุดมีขนาด 100 kA แล้วทำให้ CT5 เกิดการอิ่มตัว และ CT ทั้งหมดมีค่าความต้านทานด้านทุติยภูมิ 0.5 Ω

212-472	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....