

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2
สอบวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2553
วิชา 210-473 Power Systems Protection

ประจำปีการศึกษา 2552
เวลา 13.30-16.30 น.
ห้องสอบ R300

คำแนะนำ

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 4 ข้อ รวม 12 หน้า ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. ควรทำข้อสอบด้วยความมีสติ ไม่ตื่นเต้นหรือประมาทจนเกินไป
3. การสอบเป็นแบบปิดตำรา แต่อนุญาตให้นำกระดาษขนาด A4 ซึ่งบันทึกข้อความอะไรก็ได้เข้าห้องสอบได้จำนวน 1 แผ่น
4. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณและเครื่องเขียนทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
5. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาสำหรับการเขียนคำตอบ
6. การเลือกอัตราส่วนของ CT และ VT ต้องเลือกจากตารางข้างล่างนี้เท่านั้น

ตารางอัตราส่วนของ CT

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

ตารางอัตราส่วนของ VT

1/1	2/1	2.5/1	4/1	5/1	20/1	40/1	60/1	100/1
200/1	300/1	400/1	600/1	800/1	1000/1	2000/1	3000/1	4500/1

ผู้ออกข้อสอบ : ผศ. สุนทร ปิยรัตน์วงศ์

ข้อ	1	2	3	4	รวม
คะแนนเต็ม	25	25	25	25	100
คะแนนที่ได้					

ชื่อ _____ รหัสประจำตัว _____

ข้อ 1 มอเตอร์ซิงโครนัสชนิดหนึ่งมีค่าพิกัดดังนี้ : กำลังเอาต์พุต 1200 hp ที่ค่าประสิทธิภาพ 90% พิกัดแรงดัน 10 kV, 50 Hz พิกัดเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.85 นำหน้า และมีค่า $X_d = 1.25$ pu, $X'_d = 0.25$ pu ชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์มีจำนวน 2 ชุดต่อเฟส จุดนิวทรัลต่อลงดินผ่านตัวต้านทาน ถ้าระบบป้องกันการลัดวงจรภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ใช้รีเลย์หมายเลข 87 และระบบป้องกันการสูญเสียการกระตุ้นของมอเตอร์ใช้รีเลย์หมายเลข 40

(ก) จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนของหม้อแปลงกระแสในระบบป้องกันการลัดวงจรภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์

(ข) ถ้าเกิดลัดวงจรภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์เฟส c ลงดิน ของขดลวดชุดที่ 2 จงวาดภาพแสดงการไหลของกระแสที่ไหลผ่านชุดขดลวดต้าน และชุดขดลวดเสริมการทำงานของรีเลย์ ในเฟส c

(ค) จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนของตัวตรวจวัดสัญญาณในระบบป้องกันการสูญเสียการกระตุ้น

(ง) จงวาดภาพแสดงพื้นที่การทริปของรีเลย์ป้องกันหมายเลข 40 พร้อมทั้งแสดงพิกัดตำแหน่งของจุดศูนย์กลางและรัศมีของพื้นที่การทริปในระนาบ R-X

(จ) ในสภาวะปกติ ถ้าสมมุติว่ามอเตอร์ทำงานที่ค่าพิกัด จงแสดงค่าอิมพีแดนซ์ที่รีเลย์หมายเลข 40 มองเห็นในระนาบ R-X และรีเลย์หมายเลข 40 จะสั่งทริปหรือไม่

ข้อ 2 ถ้าทำการป้องกันหม้อแปลงกำลัง 3 เฟส ซึ่งมีค่าพิกัด 100 MVA, 25 kV-Y/230 kV- Δ โดยใช้รีเลย์ป้องกันแบบวัดเปอร์เซนต์ผลต่าง

- (ก) จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนกระแสของ CT
- (ข) จงวาดแผนภาพแสดงการต่อของ CT หม้อแปลง 3 เฟส และรีเลย์ป้องกัน
- (ค) จงวาดแผนภาพเฟสเซอร์ของกระแสปฐมภูมิ ทุติยภูมิ ของหม้อแปลง 3 เฟส กระแสที่ไหลผ่านขดลวดด้านการทำงานของรีเลย์ป้องกัน
- (ง) ถ้าหม้อแปลง 3 เฟส ทำงานในสภาวะปกติที่ค่าพิกัด จงวิเคราะห์หาค่ากระแสที่ไหลผ่านขดลวดเสริมการทำงานของรีเลย์ป้องกัน
- (จ) จงวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์พิกัดต่ำสุดของรีเลย์ป้องกัน

ข้อ 3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสซึ่งทำงานโดยลำพังยูนิตหนึ่ง มีค่าพิกัดและข้อมูลของรีแอกแตนซ์ดังนี้ : 20 MVA, 30 kV, 50 Hz, $X_0 = 2.5\%$, $X_1 = X_2 = 10\%$ จุดนิวตรอลของชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อลงดินโดยใช้หม้อแปลงที่มีอัตราส่วนจำนวนรอบ 5/1 ร่วมกับตัวต้านทานซึ่งต่อทางด้านทุติยภูมิ ถ้าทำการป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟสและการลัดวงจรลงดินในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์โดยใช้รีเลย์ป้องกันหมายเลข 51 และ 51G ตามลำดับ

(ก) จงวาดแผนภาพแสดงการต่อวงจรของอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับระบบนี้

(ข) ถ้าต้องการจำกัดขนาดกระแสลัดวงจรลงดินในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ให้มีค่าสูงสุดเพียง 100 A จงวิเคราะห์หาค่าความต้านทานที่ต่อทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงซึ่งต่อลงดิน

(ค) จงวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนของ CT ของระบบป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟส

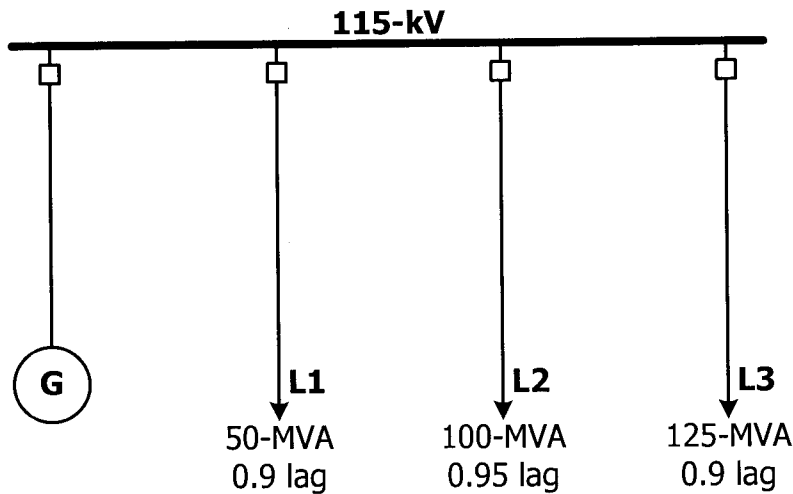
(ง) จงวิเคราะห์หาค่า CTS ของรีเลย์ในระบบป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟส ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าได้ดังนี้ : 2, 3.5, 5, 8, 10 A

(จ) จงวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนของ CT ของระบบป้องกันการลัดวงจรลงดิน

(ฉ) ถ้าระบบป้องกันการลัดวงจรลงดินมีพื้นที่ป้องกัน 90% ของชุดขดลวด จงวิเคราะห์หาค่า CTS ของรีเลย์ในระบบป้องกันการลัดวงจรลงดิน ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าได้ดังนี้ : 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 A

(ช) ระบบป้องกันความไม่สมดุลของกระแสอาร์เมเจอร์สามารถนำมาใช้บ่งชี้ความผิดปกติอันเนื่องมาจากการเกิดลัดวงจรระหว่างรอบในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ได้หรือไม่ ต้องอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบด้วย

ข้อ 4 บัสบาร์ของระบบแรงดัน 115 kV ระบบหนึ่ง มีโครงสร้างและข้อมูลค่าพิกัดของโหลดดังแสดงในรูปข้างล่าง



(ก) จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนของ CT ทุกตัว ในระบบป้องกันการลัดวงจรภายในบัสบาร์นี้ ซึ่งใช้รีเลย์ป้องกันหมายเลข 87B

(ข) ถ้าระบบนี้กำลังทำงานที่ค่าพิกัดโหลด จงวิเคราะห์หากระแสที่ไหลทางด้านทุติยภูมิของ CT ทุกตัว และกระแสที่ไหลผ่านรีเลย์ป้องกัน กำหนดให้วิเคราะห์โดยใช้แรงดันบัสเป็นเฟสเซอร์อ้างอิง

(ค) ถ้าเกิดลัดวงจรแบบ 3 เฟส ที่โหลด L3 ซึ่งมีขนาดกระแสลัดวงจรสูงสุด 60 kA แล้วทำให้ CT ในส่วนต่อออกของโหลด L3 เกิดอิ่มตัว จึงมีผลทำให้รีเลย์ 87B ทำงานผิดพลาด ดังนั้นจึงแก้ไขโดยเปลี่ยนรีเลย์เป็นหมายเลข 59 จงวาดวงจรสมมูล 1 เฟส พร้อมทั้งแสดงค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิของ CT ทุกตัว ถ้ากำหนดให้ CT ทุกตัวมีค่าความต้านทานด้านทุติยภูมิ 1Ω ในการวิเคราะห์นี้ไม่ต้องพิจารณาค่ากระแสโหลด

(ง) จงวิเคราะห์หาค่าแรงดันพิกัดของรีเลย์หมายเลข 59 ในข้อ (ค) ถ้ากำหนดให้แรงดันพิกัดนี้ต้องมีค่ามากกว่า 2 เท่า ของแรงดันตกคร่อมรีเลย์ในสภาวะที่เกิดลัดวงจรที่ L3

(จ) ถ้าเลือกแก้ปัญหาการอิ่มตัวของ CT ในข้อ (ค) โดยเปลี่ยนไปใช้ air-core reactor ที่มีอัตราส่วน 5V/1kA ร่วมกับรีเลย์ป้องกันหมายเลข 59 จงวิเคราะห์หาแรงดันตกคร่อมรีเลย์ ในกรณีที่เกิดลัดวงจรที่โหลด L3 ซึ่งมีขนาดกระแสลัดวงจรสูงสุด 60 kA