มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา** 2552
วันที่ 20 ธันวาคม 2552 **เวลา** 09.00-12.00 น.
วิชา 210-473 Power Systems Protection **ห้องสอบ** R300

คำแนะนำ

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 6 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 ปิยรัตนวงศ์

ข้อ	1	2	3	4	5	6	รวม
คะแนนเต็ม	15	15	15	25	20	20	110
คะแนนที่ได้							

ชื่อ _____ **รหัสประจำตัว** _____

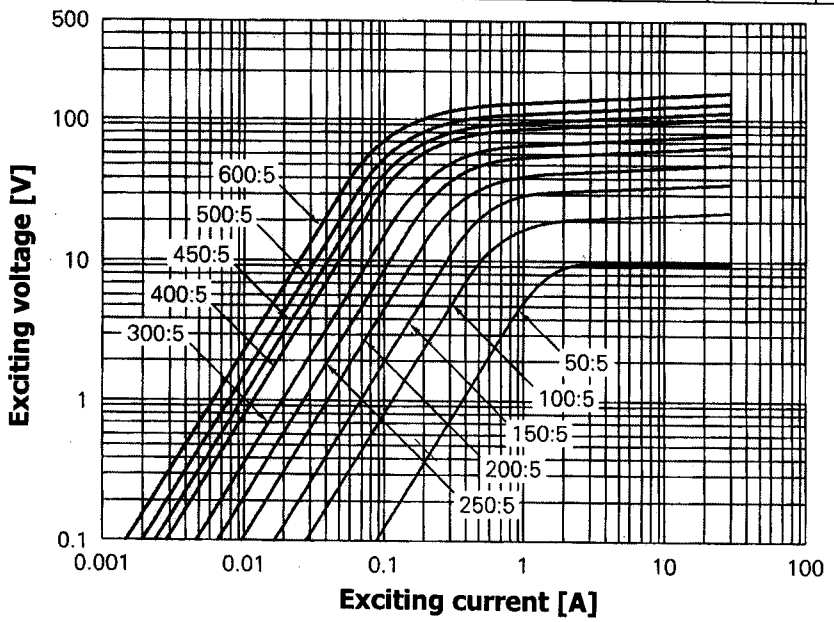
ข้อ 1 (ก) จงวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนของ CT สำหรับระบบป้องกันกระแสเกินของมอเตอร์ 3 เฟส ซึ่งมีค่าพิกัด 60 hp, 380 V, PF = 1 และ η = 85%

(ข) จงวิเคราะห์หาค่า PS ถ้ารีเลย์ที่ใช้สามารถปรับตั้งค่าได้ดังนี้ : 2, 3, 4, 5, 6, 7 A และกำหนดให้ใช้ Safety factor สำหรับปรับตั้งค่า PS เท่ากับ 25%

(ค) ถ้า CT ที่ใช้เป็นแบบบุชชิงระหัส C100 ซึ่งมีเส้นกราฟการกระตุ้นดังแสดงในรูปข้างล่าง จงตรวจสอบว่าถ้ากระแสที่ไหลเข้าสู่มอเตอร์มีขนาด 120 A รีเลย์จะสั่งทริปหรือไม่

กำหนดขนาดอิมพิแดนซ์ของรีเลย์เท่ากับ 4 Ω และขนาดอิมพิแดนซ์สมมูลด้านทุติยภูมิของ CT ให้ดังนี้

CT Ratio	50/5	100/5	150/5	200/5	250/5	300/5	400/5	450/5	500/5	600/5
$\lvert Z_{sec}\rvert$ [Ω]	0.061	0.082	0.104	0.125	0.146	0.168	0.211	0.230	0.242	0.296



ข้อ 2 (ก) จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนของตัวตรวจวัดสัญญาณสำหรับระบบป้องกันกำลังไฟฟ้าไหลย้อนกลับในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสที่มีค่าพิกัด 10 MVA 20 kV

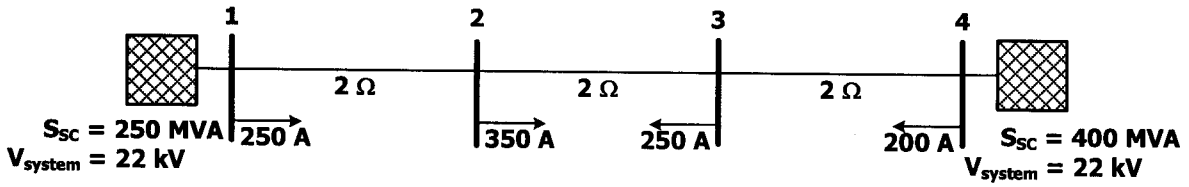
(ข) จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนของตัวตรวจวัดสัญญาณสำหรับระบบป้องกันกระแสเกินในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสที่มีค่าพิกัด 10 MVA 20 kV

(ค) จงวาดแผนภาพการต่อวงจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตัวตรวจวัดสัญญาณ และรีเลย์ป้องกันสำหรับระบบป้องกันการลัดวงจรลงดิน ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสที่มีค่าพิกัด 10 MVA 20 kV และกำหนดให้ตรวจวัดกระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านนิวตรอลอิมพิแดนซ์เท่านั้น

ข้อ 3 (ก) จงวาดแผนภาพแสดงการต่อตัวตรวจวัดสัญญาณและรีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบรู้ทิศทางแบบ 0^{o}-connection กำหนดให้รีเลย์มีโครงสร้างแบบไฟฟ้า-กล และใช้สัญญาณแรงดันเป็นตัวบ่งชี้ทิศทาง

(ข) ถ้าปรับค่า MTA ของรีเลย์ป้องกันในข้อ (ก) เท่ากับ 45 องศา จงวาดแผนภาพเฟสเซอร์แสดง MTA , Polarizing signal , พื้นที่การทริป และพื้นที่การบล็อกของรีเลย์

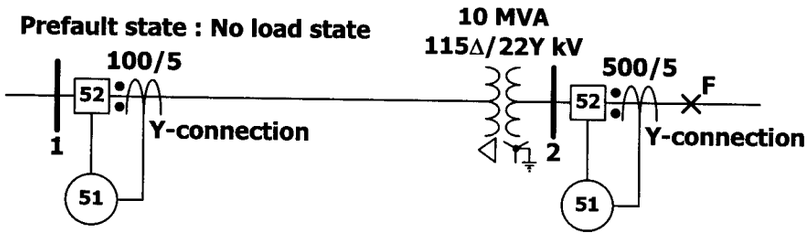
ข้อ 4 จงออกแบบระบบป้องกันสายป้อนของระบบจำหน่ายดังแสดงในรูปข้างล่าง โดยใช้ รีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบรู้ทิศทาง ซึ่งมีสมการเวลาหน่วงดังนี้ : $t_{delay} = \frac{13.5}{PSM - 1} \times TMS\ [s]$ และใช้ค่า Grading margin = 0.4 วินาที สำหรับค่า CTS ของรีเลย์สามารถปรับค่าได้ดังนี้ : 2, 3, 4, 5, 6, 7 A และกำหนดให้ใช้ Safety factor สำหรับปรับตั้งค่า CTS เท่ากับ 20%



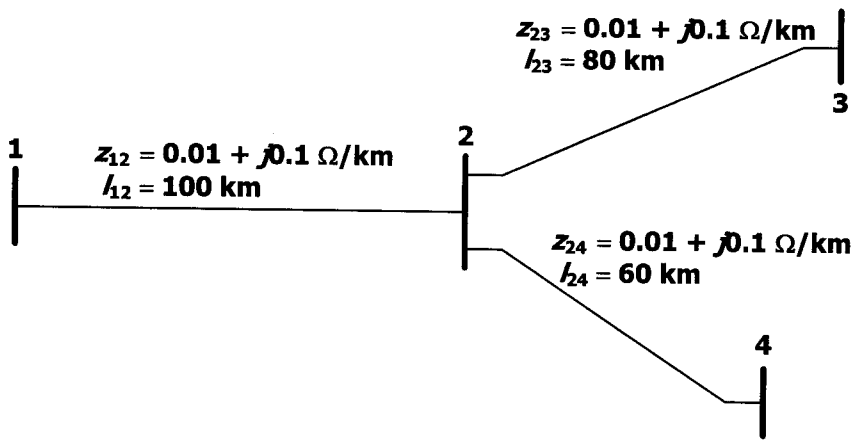
ข้อ 5 ถ้าเกิดลัดวงจรแบบ 3 เฟส ณ จุด F ดังแสดงในรูปข้างล่าง กระแสลัดวงจร ณ จุดลัดวงจรจะมีขนาด 1.3122 kA

(ก) จงวาดแผนภาพแสดงการต่อวงจร 3 เฟส ของหม้อแปลง ระบบป้องกัน ณ บัส 1

(ข) ถ้าเกิดลัดวงจรระหว่างเฟส a และ b ณ จุด F จงวิเคราะห์หาค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลเข้าสู่รีเลย์ในแต่ละเฟส กำหนดให้กระแสลัดวงจรเฟส a ณ จุด F เป็นเฟสเซอร์อ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์



ข้อ 6 ถ้ากำหนดให้กระแสโหลดสูงสุดของสายส่ง 1-2 ในระบบส่ง 230 kV ดังแสดงในรูปข้างล่างมีค่าเท่ากับ 1800 A



(ก) จงออกแบบระบบป้องกันให้แก่สายส่ง 1-2 โดยใช้อิมพิแดนซ์รีเลย์แบบรู้ทิศทาง ชนิด 3 เขตป้องกัน โดยกำหนดระยะป้องกันของแต่ละเขตให้ดังนี้

เขตที่ 1 : 80% ของสายส่ง 1-2

เขตที่ 2 : 120% ของสายส่ง 1-2

เขตที่ 3 : 100% ของสายส่ง 1-2 + 120% ของสายส่ง 2-3

(ข) ถ้าเกิดลัดวงจร ณ จุดกึ่งกลางของสายส่ง 2-3 รีเลย์ป้องกันจะมองเห็นค่าอิมพิแดนซ์เท่าไร

(ค) จงวาดแผนภาพการต่อวงจรของตัวตรวจวัดสัญญาณและรีเลย์ พร้อมทั้งแสดงตัวแปรแรงดันและกระแสที่ป้อนให้แก่รีเลย์ ในระบบป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟสและกำหนดให้หม้อแปลงแรงดันต้องต่อแบบ Y-Y เท่านั้น