210-473	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา** 2556

วันที่ 5 มกราคม 2557 **เวลา** 9.00-12.00 น.

วิชา 210-473 Power Systems Protection **ห้องสอบ** S817

<u>คำแนะนำ</u>

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 5 ข้อ รวม 11 หน้า ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. ควรทำข้อสอบด้วยความมีสติ ไม่ตื่นเต้นหรือประมาทจนเกินไป
3. การสอบเป็นแบบปิดตำรา แต่อนุญาตให้นำกระดาษขนาด A4 ซึ่งบันทึกข้อความอะไรก็ได้ เข้าห้องสอบได้จำนวน 1 แผ่น
4. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณ(อนุญาตให้นักศึกษาบันทึกข้อมูลเข้าไปได้) และเครื่องเขียนทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
5. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาสำหรับการเขียนคำตอบ

ผู้ออกข้อสอบ : ผศ. สุนทร ปิยรัตนวงศ์

ข้อ	1	2	3	4	5	รวม
คะแนนเต็ม	60	15	15	15	25	130
คะแนนที่ได้						

ชื่อ _____ **รหัสประจำตัว** _____

210-473	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

ข้อ 1 จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิด

ตอบถูก ได้คะแนนข้อละ 2 คะแนน

ตอบผิด เสียคะแนนข้อละ 2 คะแนน

..... 1.01 ระบบป้องกันของระบบไฟฟ้ากำลังจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดฟอลต์ขึ้นในระบบ

..... 1.02 จากสถิติการเกิดฟอลต์ในระบบไฟฟ้ากำลังพบว่าฟอลต์จะเกิดขึ้นมากที่สุดในหม้อแปลง

..... 1.03 ระบบป้องกันที่ใช้เทคโนโลยีอย่างเรียบง่ายถือว่าเป็นระบบป้องกันที่ดี

..... 1.04 ถ้าเขตป้องกันประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ได้รับการป้องกันหลายๆชนิด จะทำให้ความสามารถในการระบุตำแหน่งที่เกิดฟอลต์ของระบบป้องกันนั้นลดลง

..... 1.05 การออกแบบให้แต่ละระบบป้องกันทำหน้าที่ป้องกันชั้นต้นและสำรองร่วมกัน จะทำให้ระบบป้องกันมีความคุ้มค่าเพิ่มขึ้น

..... 1.06 อุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณที่ใช้กันมากที่สุดในระบบป้องกัน คือ VT และ CT

..... 1.07 VT และ CT คือ เบอร์เดนชนิดหนึ่ง

..... 1.08 ในระบบ 115 kV ควรใช้หม้อแปลงแรงดันแบบ CCVT

..... 1.09 CT ที่ใช้กันในระบบป้องกันนิยมต่อแบบ Y และ Δ

..... 1.10 ค่า RDC ของ CT เป็นตัวบ่งชี้ค่าพิกัดกระแสที่ไหลอย่างต่อเนื่องทางด้านปฐมภูมิของ CT นั้น

..... 1.11 จุดเด่นของรีเลย์ป้องกันที่มีโครงสร้างแบบไฟฟ้า-กล คือ มีราคาถูก

..... 1.12 รีเลย์ป้องกันแบบคอมพิวเตอร์ทุกชนิดจะมีโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์เหมือนกัน

..... 1.13 จุดเด่นของรีเลย์ป้องกันที่วินิจฉัยฟอลต์จากค่าความแตกต่างของสัญญาณอินพุท คือ รีเลย์จะความสามารถแยกแยะตำแหน่งของฟอลต์ที่เกิดขึ้นได้ดีมาก

..... 1.14 รีเลย์ป้องกันส่วนใหญ่จะวินิจฉัยฟอลต์จากค่าอัตราส่วนของสัญญาณอินพุท

..... 1.15 โครงสร้างของรีเลย์ป้องกันแบบไฟฟ้า-กล จะต้องประกอบด้วยหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้

..... 1.16 รีเลย์ 50V มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในระบบป้องกันกระแสเกินในมอเตอร์

..... 1.17 การเพิ่มค่า TMS ของรีเลย์ 51 จะทำให้รีเลย์มีความไวเพิ่มขึ้น

..... 1.18 ระบบป้องกันกระแสเกินของระบบไฟฟ้ากำลัง 3 เฟส จะประกอบด้วยรีเลย์ป้องกันกระแสเกินเพียง 3 ตัว

..... 1.19 การต่อ CT แบบ Residual connection ไม่สามารถตรวจวัดกระแสฟอลต์แบบ 2 สายได้

..... 1.20 รีเลย์ 51 ตัวที่อยู่ห่างจากแหล่งจ่ายมากที่สุด ของระบบป้องกันสายป้อนในระบบจำหน่ายแบบเรเดียล จะมีความไวสูงสุด

..... 1.21 การเลือกค่าอัตราส่วนของ CT ในระบบป้องกันสายป้อนแบบเรเดียล จะใช้ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุด ณ ตำแหน่งที่ติดตั้ง CT นั้นเป็นตัวบ่งชี้ค่าอัตราส่วน

..... 1.22 จำนวนสายป้อนในระบบจำหน่ายแบบเรเดียล ที่ป้องกันโดยใช้รีเลย์ 51 ไม่ควรเกิน 3 เส้น

..... 1.23 รีเลย์ 67 มีความเหมาะสมกับการป้องกันสายป้อนในระบบจำหน่ายแบบลูป

..... 1.24 แรงดันมักนิยมใช้เป็น Polarizing quantity ของรีเลย์ 67 ที่มีโครงสร้างแบบไฟฟ้า-กล

..... 1.25 การปรับค่า MTA สามารถบ่งชี้พื้นที่การทริปของรีเลย์ 67

..... 1.26 รีเลย์ 67 มีความเหมาะสมสำหรับการป้องกันสายป้อนและสายส่ง

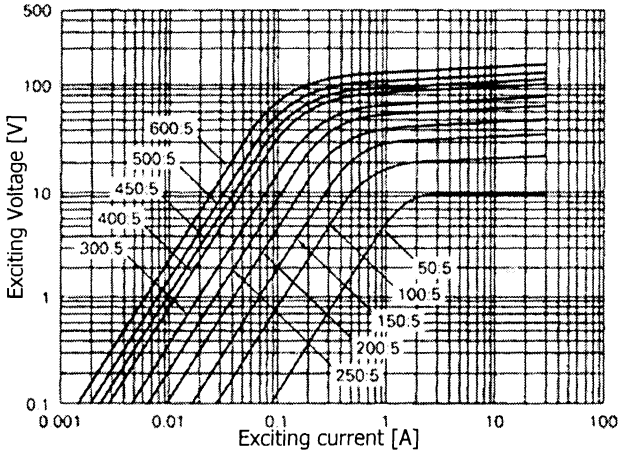
..... 1.27 รีเลย์ 21 วินิจฉัยฟอลต์จากค่าอัตราส่วนของสัญญาณอินพุท

..... 1.28 อิมพิแดนซ์รีเลย์มีความเหมาะสมสำหรับการป้องกัน Arcing fault ในสายส่ง

..... 1.29 รีแอกแตนซ์รีเลย์มีพื้นที่การทริปมากกว่าอิมพิแดนซ์รีเลย์

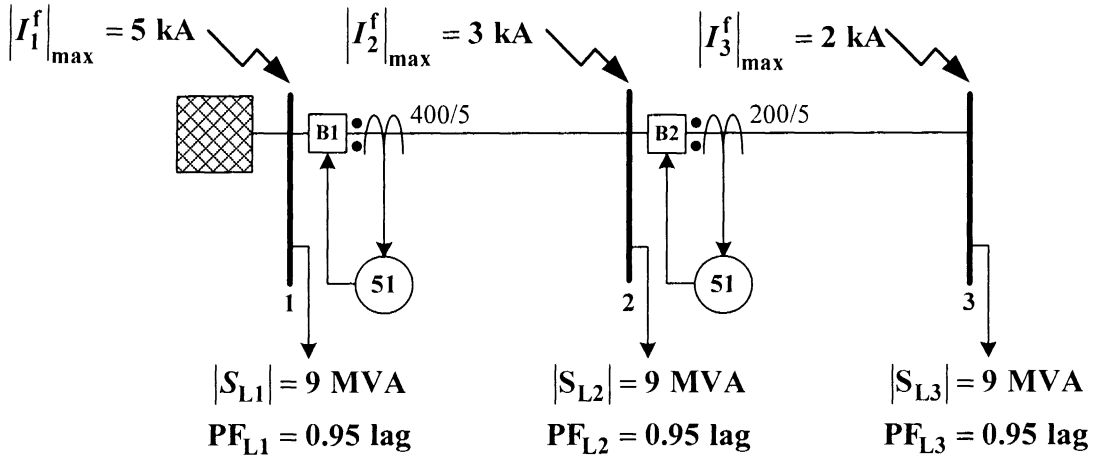
..... 1.30 การออกแบบระบบป้องกันสายส่งโดยใช้รีเลย์ 21 มักจัดการป้องกันแบบ 3 เขตป้องกัน

ข้อ 2 หม้อแปลงกระแส 100/5 ตัวหนึ่งมี excitation curve ดังแสดงในรูปข้างล่าง และมีขนาดอิมพิแดนซ์สมมูลด้านทุติยภูมิ 0.077 Ω เบอร์เดนของหม้อแปลงนี้คือ รีเลย์ป้องกันกระแสเกินซึ่งปรับตั้งกระแสพิกอัพไว้ 3.25 A และเบอร์เดนมีขนาดอิมพิแดนซ์ 3 Ω ถ้ากระแสที่ไหลด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงนี้มีขนาด 100 A รีเลย์จะสั่งทริปหรือไม่ เพราะอะไร



210-473	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

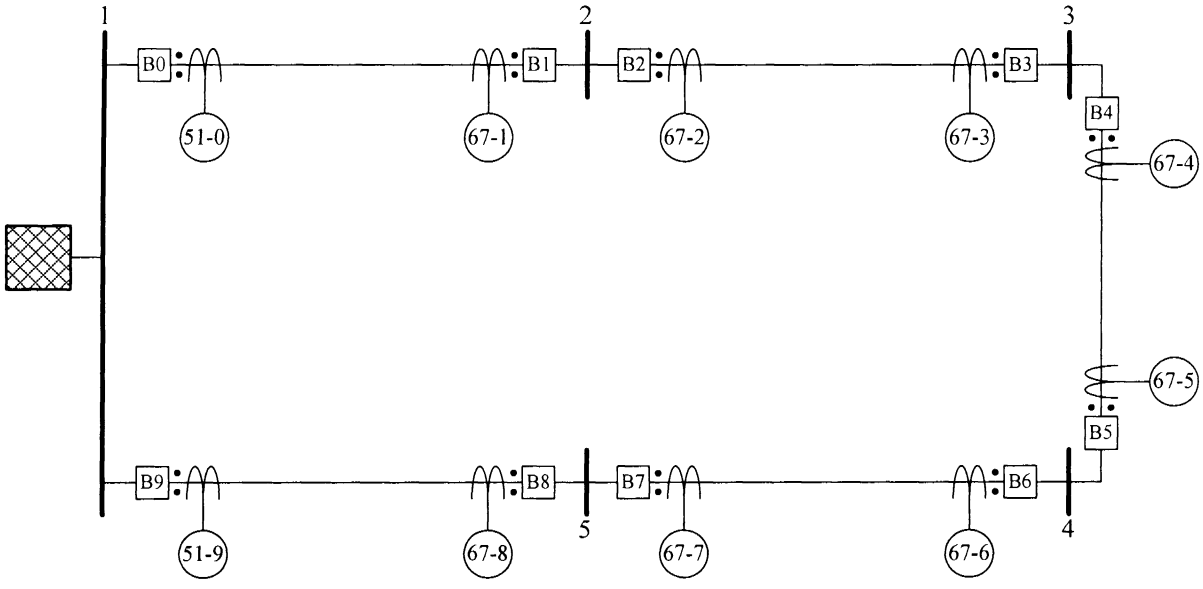
<u>ข้อ 3</u> จงวิเคราะห์หาค่า PS1, PS2 และ TMS1 ของรีเลย์ 51 ในระบบป้องกันสายป้อนของระบบจำหน่ายแบบเรเดียล 34.5 kV ในรูปข้างล่าง



ข้อมูลของระบบป้องกันมีดังนี้

1. รีเลย์ 51 มีการหน่วงเวลาตามสมการ $t = \dfrac{0.14}{PSM^{0.02} - 1} \times TMS$ วินาที
2. รีเลย์ 51 สามารถปรับตั้งค่า PS ได้ดังนี้ : 2.5, 3, 5, 6, 7.5, 10 A
3. รีเลย์ 51 สามารถปรับตั้งค่า TMS ได้ตั้งแต่ 0.05 – 1.0
4. รีเลย์ 51 ที่ควบคุม B2 ปรับตั้งค่า TMS = 0.05
5. ในการประสานงานระบบป้องกันใช้ค่า Grading margin = 0.4

ข้อ 4 ระบบจำหน่ายระบบหนึ่งมีโครงสร้างดังแสดงในรูปข้างล่าง

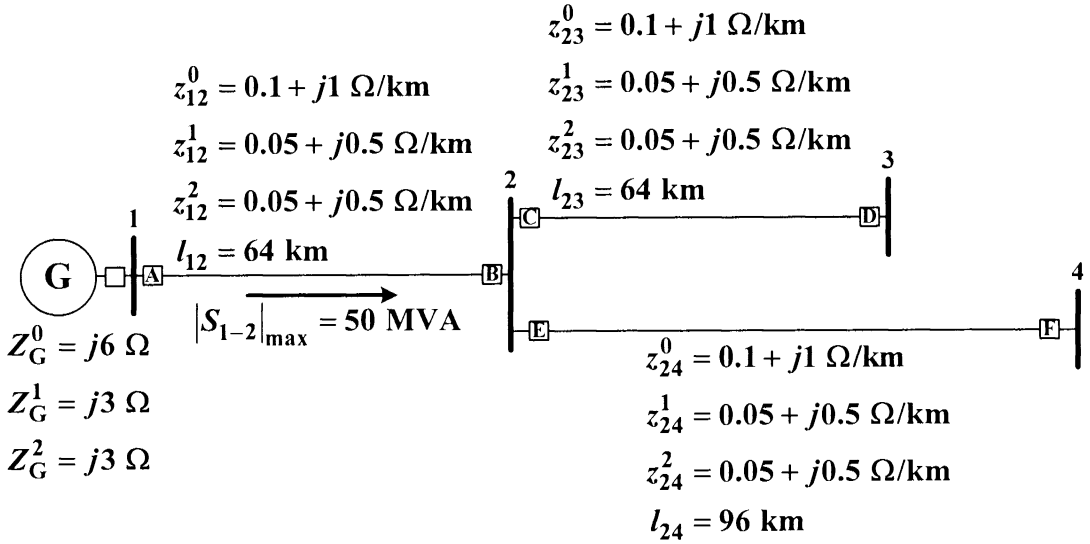


(ก) จงกำหนดทิศทางเขตป้องกันของรีเลย์ 67-1 ถึง 67-8 โดยวาดตอบลงในรูป

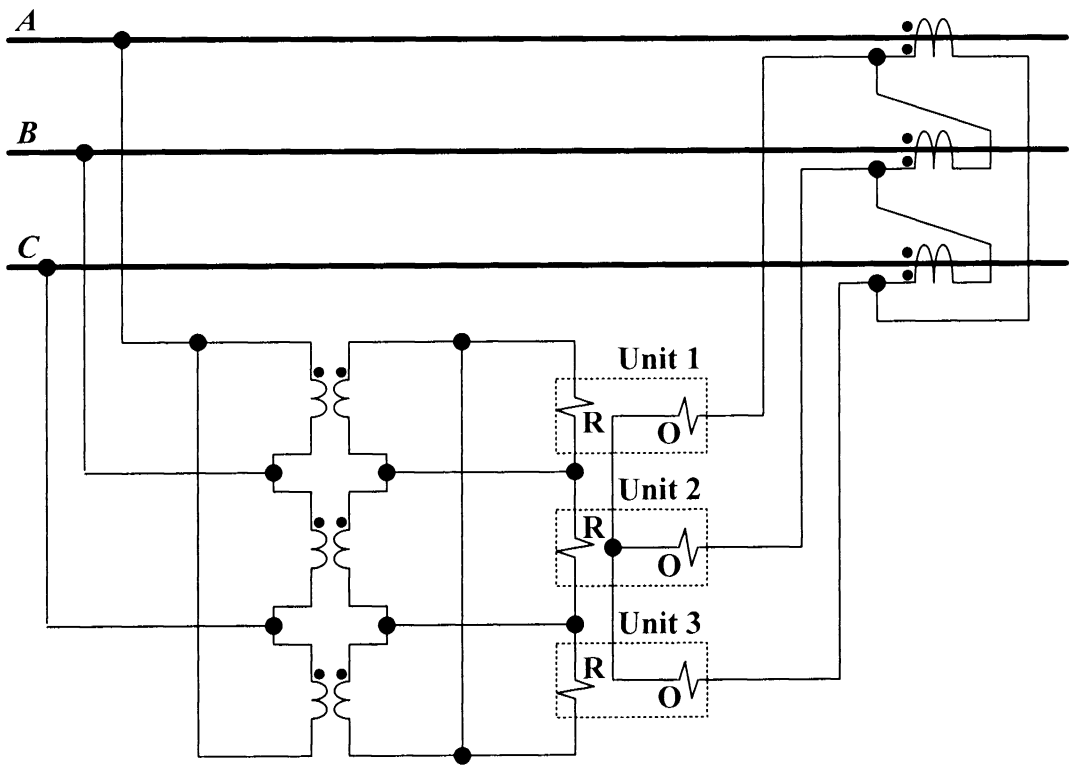
(ข) จงคัดเลือกรีเลย์ที่ต้องทำงานประสานกันเป็นกลุ่มป้องกัน และระบุหน้าที่รับผิดชอบของกลุ่มป้องกัน

(ค) จงกำหนดลำดับความไวของการทำงานของรีเลย์ในแต่ละกลุ่ม

ข้อ 5 ระบบส่ง 138-kV ระบบหนึ่ง มีโครงสร้างดังแสดงในรูปข้างล่าง



ระบบป้องกัน A ทำหน้าที่ป้องกันสายส่ง 1-2 โดยใช้รีเลย์ป้องกันแบบ Modified impedance relay และมีแผนภาพการต่อวงจรดังแสดงในรูปข้างล่าง



(ก) จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนของ VT , CT ในระบบป้องกัน A กำหนดให้เลือกอัตราส่วนของ VT และ CT โดยใช้ตารางที่ 5.1 และ 5.2 เท่านั้น

ตารางที่ 5.1 Standard VT ratio

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

ตารางที่ 5.2 Standard CT ratio

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) ถ้าระบบป้องกัน A มีรูปแบบการป้องกันแบบ 3 เขตป้องกัน จงวิเคราะห์หาค่าอิมพิแดนซ์พิกอัพของแต่ละเขตป้องกัน ถ้ากำหนดขอบเขตของแต่ละเขตดังนี้

เขต 1 : 80% ของความยาวสายส่ง 1-2

เขต 2 : 120% ของความยาวสายส่ง 1-2

เขต 3 : 100% ของความยาวสายส่ง 1-2 + 120% ของความยาวสายส่ง 2-4

(ค) ถ้าเกิดลัดวงจร ณ จุดกึ่งกลางสายส่ง 1-2 แบบ 2 เฟส ระหว่างเฟส b-c จงวิเคราะห์หาค่าอิมพิแดนซ์ที่รีเลย์ unit 1, unit 2, unit 3 มองเห็น ถ้าสมมุติว่าก่อนลัดวงจรระบบนี้ทำงานในสภาวะไร้โหลด

(ง) จงตรวจสอบว่ารีเลย์ป้องกัน unit ใด มองเห็นค่าอิมพิแดนซ์อย่างถูกต้อง