| 210-473 | ชื่อ ..... รหัสประจำตัว ..... |
|---|---|

# มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## คณะวิศวกรรมศาสตร์

**การสอบปลายภาคการศึกษาที่** 2 **ประจำปีการศึกษา** 2556

**วันที่** 4 มีนาคม 2557 **เวลา** 13.30-16.30 น.

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

---

**คำแนะนำ**

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 5 ข้อ รวม 11 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 | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| คะแนนเต็ม | 40 | 20 | 20 | 20 | 20 | 120 |
| คะแนนที่ได้ | | | | | | |

**ชื่อ** _____ **รหัสประจำตัว** _____

| 210-473 | ชื่อ ..... รหัสประจำตัว ..... |
|---|---|

**ข้อ 1** จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิด

**ตอบถูก** ได้คะแนนข้อละ 2 คะแนน

**ตอบผิด** เสียคะแนนข้อละ 2 คะแนน

..... 1.01 ในการออกแบบระบบป้องกันมอเตอร์ จะต้องคำนึงถึงระดับความรู้ความสามารถของพนักงานที่รับผิดชอบดูแลมอเตอร์นั้นด้วย

..... 1.02 รีเลย์ป้องกันที่ใช้สำหรับการป้องกันความเสียหายของมอเตอร์ ซึ่งอาจเกิดจากสภาวะแรงดันตกชั่วขณะ คือ รีเลย์หมายเลข 47

..... 1.03 ระบบป้องกันที่ดีที่สุดสำหรับการป้องกันการลัดวงจรภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ คือ ระบบป้องกันแบบวัดผลต่าง

..... 1.04 ตัวตรวจวัดอุณหภูมิที่นิยมใช้กันในระบบป้องกันสภาวะอุณหภูมิภายในมอเตอร์มีค่าสูงเกินไป คือ RTD

..... 1.05 รีเลย์หมายเลข 40 นิยมนำมาใช้ในระบบป้องกันมอเตอร์เหนี่ยวนำขนาดใหญ่

..... 1.06 ความเสียหายอย่างรุนแรงของหม้อแปลงประมาณ 70-80 % เริ่มต้นมาจากการเกิด Inter-turn fault ในชุดขดลวดของหม้อแปลง

..... 1.07 การตรวจสอบสภาวะ Over fluxing ภายในหม้อแปลง ทำได้โดยการตรวจสอบจากค่าอัตราส่วน E/f

..... 1.08 เมื่อความดันน้ำมันของหม้อแปลงมีค่าสูงเกินปกติ ระบบป้องกันต้องสั่งให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปทันที

..... 1.09 หลักการต่อ CT ในระบบป้องกันหม้อแปลงที่ต่อแบบ Y- $\Delta$ คือ ต้องต่อ CT ให้เหมือนกับการต่อของชุดขดลวดด้านที่ CT นั้น ติดตั้งอยู่

..... 1.10 Interposing CT ต้องติดตั้งทางด้าน Y ของหม้อแปลง $\Delta$ - Y เท่านั้น

..... 1.11 การต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าลงดินโดยต่อ Earthing transformer เข้ากับเทอร์มินอลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการลดโอกาสของการเกิดฮาร์มอนิกที่ 3

..... 1.12 การป้องกันการลัดวงจรลงดินภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้รีเลย์หมายเลข 50G นั้นไม่สามารถป้องกันการเกิดลัดวงจรในชุดขดลวดได้ทุกๆจุด

..... 1.13 จุดเด่นของการนำรีเลย์หมายเลข 64 มาใช้ในระบบป้องกันการลัดวงจรลงดินภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ มีความสามารถแยกแยะบริเวณที่เกิดลัดวงจรได้ดี

..... 1.14 การป้องกันการลัดวงจรลงดินของชุดขดลวดสนามของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ถือว่าวิธี Potentiometer method จะดีกว่าวิธี AC injection method

..... 1.15 ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสทำงานในสภาวะสูญเสียการกระตุ้น จะทำให้ระดับความร้อนภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นเพิ่มมากขึ้น

..... 1.16 การลัดวงจรที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งที่สุดในระบบบัสบาร์ คือ การลัดวงจรแบบ 2 เฟส

..... 1.17 รีเลย์ป้องกันที่เหมาะสมสำหรับใช้ป้องกันบัสบาร์ คือ รีเลย์ป้องกันแบบวัดผลต่าง

..... 1.18 การใช้ Air core reactor ทำหน้าที่ตรวจวัดกระแสในระบบป้องกันบัสบาร์ เป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบป้องกันนั้น

..... 1.19 รีเลย์ป้องกันกระแสเกินชนิดสั่งทริปทันที สามารถนำมาใช้ในระบบป้องกันบัสบาร์ได้เช่นกัน

..... 1.20 ระบบป้องกันบัสบาร์ที่วินิจฉัยฟอลต์โดยใช้เทคนิค Directional comparison นั้น สามารถป้องกันได้ทั้ง Internal fault และ External fault

**ข้อ 2** มอเตอร์เหนี่ยวนำซึ่งมีค่าพิกัด 1000-hp, 2.4-kV, ประสิทธิภาพ 90% และเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.95 ล้าหลัง ได้รับการป้องกันความเสียหายจากสภาวะกระแสเกินซึ่งเกิดจากการลัดวงจรระหว่างเฟสและการขับโหลดเกินพิกัด โดยรีเลย์หมายเลข 50/51 ส่วนการลัดวงจรลงดิน ได้รับการป้องกันโดยใช้รีเลย์หมายเลข 51N

(ก) จงวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนของ CT ที่ใช้ในระบบป้องกันทั้งหมด กำหนดให้เลือกจากค่าต่อไปนี้
50/5, 100/5, 150/5, 250/5, 300/5, 400/5, 500/5, 600/5

(ข) จงวิเคราะห์หาค่า PS ของรีเลย์ป้องกันที่ใช้ในระบบป้องกันทั้งหมด ถ้ารีเลย์สามารถปรับตั้งค่า PS ได้ดังนี้ หมายเลข 50 : 5, 10, 15, 20 และ 30 A
หมายเลข 51 : 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 A
หมายเลข 51N : 0.25, 0.5, 0.75, 1 และ 1.5 A

(ค) จงวาดแผนภาพแสดงการต่อของ CT และรีเลย์ที่ใช้ในระบบป้องกันทั้งหมด ถ้าการต่อวงจรของระบบป้องกันการลัดวงจรลงดินเป็นแบบ Residual connection

| 210-473 | ชื่อ ..... รหัสประจำตัว ..... |
|---|---|

| 210-473 | ชื่อ ..... รหัสประจำตัว ..... |
|---|---|

**ข้อ 3** ถ้าทำการป้องกันการลัดวงจรภายในหม้อแปลง 3 เฟส ที่มีค่าพิกัด 50-MVA, 34.5-kV Δ/500-kV Y โดยใช้รีเลย์แบบวัดเปอร์เซ็นต์ผลต่าง

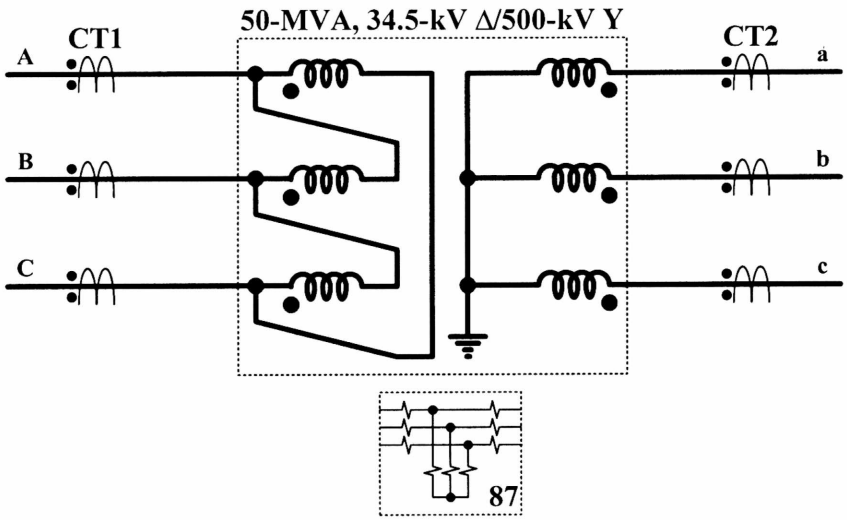
(ก) จงวาดแผนภาพแสดงการต่อหม้อแปลง, CT และรีเลย์ป้องกัน (วาดตอบในรูป)

(ข) จงเลือกอัตราส่วนกระแสของ CT ทั้งสองด้านของหม้อแปลง กำหนดให้เลือกจากค่าต่อไปนี้

100/5, 200/5, 400/5, 500/5, 600/5, 800/5, 1000/5 และ 1200/5

(ค) จงวิเคราะห์หาค่าพิกอัพเปอร์เซ็นต์ผลต่างของรีเลย์ ถ้ารีเลย์ที่ใช้นี้สามารถปรับตั้งค่าได้ดังนี้

10%, 15%, 20%, 25% และ 30%



| 210-473 | ชื่อ ..... รหัสประจำตัว ..... |
|---|---|

| 210-473 | ชื่อ ..... รหัสประจำตัว ..... |
|---|---|

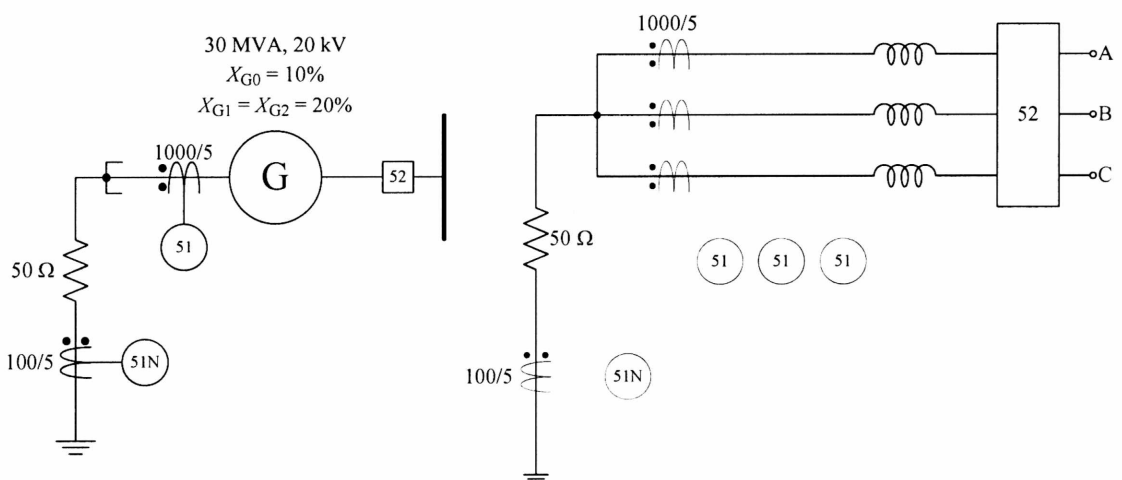
**ข้อ 4** ถ้าทำการออกแบบระบบป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟสและการลัดวงจรลงดิน ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรูปข้างล่างโดยใช้รีเลย์หมายเลข 51 และ 51N ตามลำดับ

(ก) จงวาดเส้นแสดงการต่อ CT และรีเลย์ทั้งหมด ในวงจรสมมูล 3 เฟส ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (วาดตอบในรูป)

(ข) ตัวต้านทานที่ต่อลงดิน 50 Ω นี้สามารถจำกัดค่ากระแสลัดวงจรลงดินได้สูงสุดเท่าไร

(ค) จงวิเคราะห์หาค่า PS ของรีเลย์หมายเลข 51 ซึ่งค่า PS นี้ ต้องมีค่ามากกว่าค่ากระแสพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประมาณ 15% รีเลย์สามารถปรับตั้งค่า PS ได้ดังนี้ 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5 และ 6 A

(ง) ถ้าปรับตั้งค่า PS ของรีเลย์หมายเลข 51N ให้เท่ากับ 0.35 A รีเลย์นี้สามารถป้องกันการลัดวงจรภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ได้กี่เปอร์เซ็นต์ของชุดขดลวด

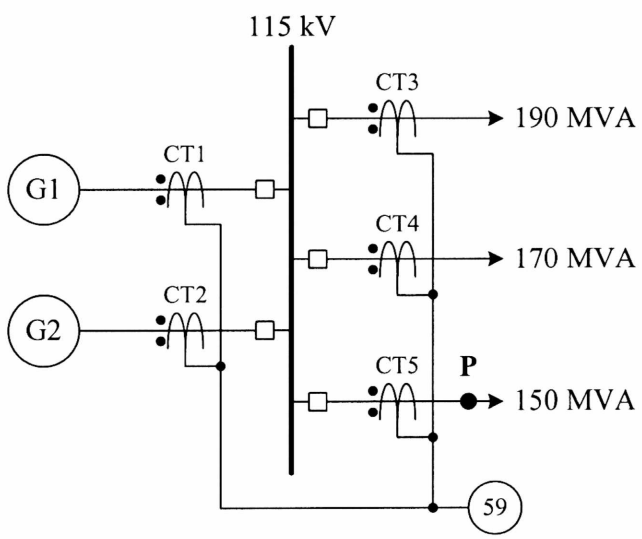


**ข้อ 5** จงออกแบบระบบป้องกันบัสบาร์ 115 kV ในรูปข้างล่างโดยใช้รีเลย์หมายเลข 59 ในการออกแบบต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

(ก) เลือกค่าอัตราส่วนของ CT1, CT2, CT3, CT4 และ CT5 กำหนดให้เลือกจากค่าต่อไปนี้
100/5, 200/5, 300/5, 400/5, 500/5, 600/5, 800/5, 1000/5

(ข) วาดวงจรสมมูล 1 เฟส ของระบบป้องกัน พร้อมทั้งแสดงทิศทางการไหลของกระแสทั้งหมด ในสภาวะที่เกิดลัดวงจรภายนอกเขตป้องกัน ณ จุด P ดังแสดงตำแหน่งในรูป กระแสลัดวงจรสูงสุดจะมีขนาด 100 kA ซึ่งจะทำให้ CT5 เกิดการอิ่มตัว

(ค) วิเคราะห์หาค่าแรงดันพิกอัพของรีเลย์หมายเลข 59 ซึ่งต้องมีค่ามากกว่าแรงดันที่ตกคร่อมรีเลย์ในกรณีที่เกิดลัดวงจรภายนอกเขตป้องกัน ณ จุด P ดังแสดงตำแหน่งในรูป กระแสลัดวงจรสูงสุดจะมีขนาด 100 kA แล้วทำให้ CT5 เกิดการอิ่มตัว เท่ากับ 1.5 เท่า กำหนดให้ค่าความต้านทานด้านทุติยภูมิของ CT ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.5 Ω



| 210-473 | ชื่อ ..... รหัสประจำตัว ..... |
|---|---|