**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**
**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**การสอบกลางภาคการศึกษาที่** 2 **ประจำปีการศึกษา** 2553
**วันที่** 19 ธันวาคม 2553 **เวลา** 9.00-12.00 น.
**วิชา** 210-473 Power System Protection **ห้องสอบ** หัวหุ่นยนต์

---

**คำแนะนำ**

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 6 ข้อ รวม 8 หน้า ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. ควรทำข้อสอบด้วยความมีสติ ไม่ตื่นเต้นหรือประมาทจนเกินไป
3. การสอบเป็นแบบปิดตำรา แต่อนุญาตให้นำกระดาษขนาด A4 ซึ่งบันทึกข้อความอะไรก็ได้เข้าห้องสอบได้จำนวน 1 แผ่น
4. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณและเครื่องเขียนทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
5. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาสำหรับการเขียนคำตอบ

---

**ผู้ออกข้อสอบ** : ผศ. สุนทร ปิยรัตนวงศ์

| ข้อ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| คะแนนเต็ม | 50 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 110 |
| คะแนนที่ได้ | | | | | | | |

**ชื่อ** _____ **รหัสประจำตัว** _____

**ข้อ 1** จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมาย × หน้าข้อที่ผิด
**ตอบถูก** ได้คะแนนข้อละ 2 คะแนน
**ตอบผิด** เสียคะแนนข้อละ 1 คะแนน

..... 1.1 ส่วนประกอบของระบบป้องกันที่ทำหน้าที่วินิจฉัยสิ่งผิดปกติ คือ อุปกรณ์ที่มีรหัสหมายเลข 52 ตามมาตรฐาน IEEE

..... 1.2 ระบบป้องกันที่ทำหน้าที่ป้องกันเครื่องจักรกลจำนวนหลายตัว ย่อมมีความคุ้มค่ากว่าระบบป้องกันที่ทำหน้าที่ป้องกันเครื่องจักรกลจำนวน 1 ตัว

..... 1.3 การแบ่งเขตป้องกันให้มีพื้นที่เหลื่อมกัน จะทำให้ระบบป้องกันนั้นมีคุณสมบัติการแยกแยะดีขึ้น

..... 1.4 ระบบป้องกันที่ดี คือ ระบบป้องกันที่มีความไวในการขจัดสิ่งผิดปกติสูง

..... 1.5 ระบบป้องกันแต่ละระบบจะประกอบด้วยรีเลย์ป้องกันเพียง 1 ตัว เท่านั้น

..... 1.6 อุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาน คือ เบอร์เดนของ VT หรือ CT

..... 1.7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนของ VT และ CT

..... 1.8 ค่าพิกัดแรงดันเฟสด้านทุติยภูมิของ VT มีค่าเท่ากับ 69 V

..... 1.9 ค่าพิกัดกระแสปฐมภูมิของ CT ถูกกำหนดจากค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดที่ไหลทางด้านปฐมภูมิของ CT นั้น

..... 1.10 การต่อ VT แบบ V-V ก็คือ การต่อแบบ open $\Delta$ – open $\Delta$ นั่นเอง

..... 1.11 รีเลย์ป้องกันที่มีความเที่ยงตรงสูงมักมีโครงสร้างแบบไฟฟ้า-กล

..... 1.12 ส่วนประกอบบางชิ้นส่วนของรีเลย์ป้องกันแบบอิเลกทรอนิกส์ต้องมีการเคลื่อนไหวในขณะทำงาน

..... 1.13 ส่วนประกอบทางฮาร์ดแวร์ของรีเลย์ป้องกันแบบดิจิตอล ชนิดป้องกันกระแสเกิน และป้องกันแรงดันเกิน จะมีลักษณะเหมือนกัน

..... 1.14 รีเลย์ป้องกันแบบดิจิตอลมักมีความทนทานมากกว่ารีเลย์ป้องกันแบบไฟฟ้า-กล

..... 1.15 ตัวอย่างรีเลย์ที่วินิจฉัยสิ่งผิดปกติจากค่าอัตราส่วนของสัญญานอินพุท คือ รีเลย์ป้องกันกำลังไฟฟ้าไหลย้อนกลับ

..... 1.16 รีเลย์ป้องกันกระแสเกินหมายเลข 50V และ 51V มีความสามารถแยกแยะได้ว่าสภาวะกระแสเกินนั้นเกิดจากการโอเวอร์โหลด หรือการลัดวงจร

..... 1.17 รีเลย์ป้องกันกระแสเกินหมายเลข 50V และ 51V จะมีพื้นที่การทริปเป็นรูปวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับค่า CTS ของรีเลย์นั้น

..... 1.18 รีเลย์ป้องกันกระแสเกินหมายเลข 51 มักมีการหน่วงเวลาแบบผกผัน

..... 1.19 ผู้ใช้งานรีเลย์ป้องกันกระแสเกินหมายเลข 50 ต้องปรับตั้งค่า PS และ TMS ให้แก่รีเลย์ก่อนใช้งาน

..... 1.20 การต่อ CT แบบ Residual connection คือ การนำสาย a,b,c สอดในช่องของ CT

..... 1.21 การป้องกันสายป้อนในระบบจำหน่ายแบบเรเดียลซึ่งมีแหล่งจ่ายเดียว มักนิยมใช้รีเลย์หมายเลข 67

..... 1.22 สายป้อนในระบบจำหน่ายแบบเรเดียลซึ่งมีแหล่งจ่ายเดียว ที่ได้รับการป้องกันจากรีเลย์หมายเลข 51 ควรมีจำนวนไม่เกิน 5 สาย

..... 1.23 รีเลย์หมายเลข 51 ที่ป้องกันสายป้อนในระบบจำหน่ายแบบเรเดียลซึ่งมีแหล่งจ่ายเดียว ต้องทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ การป้องกันชั้นต้น และการป้องกันสำรอง

..... 1.24 ค่าอัตราส่วนของ CT ในระบบป้องกันสายป้อน ถูกกำหนดจากค่ากระแสลัดวงจร

..... 1.25 ในระบบป้องกันสายป้อน ค่า TMS ของรีเลย์ที่ไกลที่สุดต้องมีค่าต่ำสุด

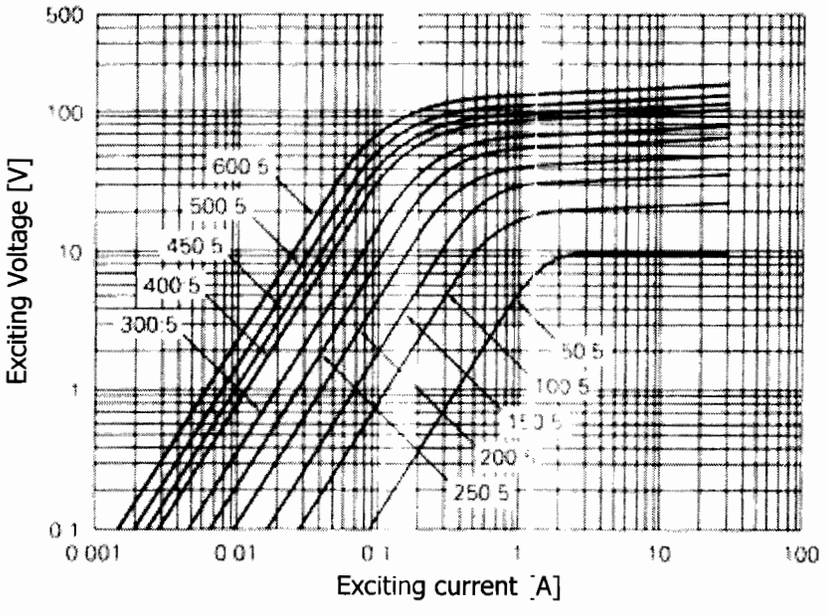
**ข้อ 2** เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส 5 MVA 10 kV มีการต่อจุดนิวตรอลลงดินผ่าน $Z_N$ เพื่อจำกัดให้ขนาดกระแสลัดวงจรลงดินน้อยกว่ากระแสพิกัด 50%

2.1 จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนของ VT และ CT ในระบบป้องกันกำลังไฟฟ้าไหลย้อนกลับของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ โดยกำหนดให้เลือกค่าอัตราส่วนของ VT และ CT จากจากค่าดังนี้
VT : 2400/120, 4800/120, 7200/120, 12000/120, 24000/120, 34500/120
CT : 1200/5, 1600/5, 2000/5, 2500/5, 3000/5, 3200/5, 4000/5

2.2 ถ้าต่อ CT ของระบบป้องกันการลัดวงจรลงดิน ในสายต่อลงดินผ่าน $Z_N$ จงวิเคราะห์หาอัตราส่วนของ CT และจงวาดแผนภาพการต่อวงจรของชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ CT และระบบป้องกันการลัดวงจรลงดิน

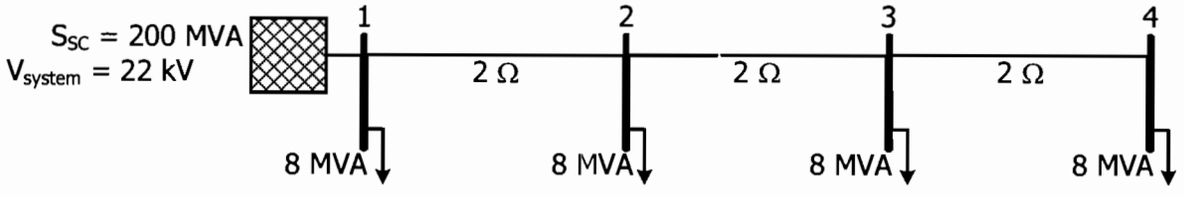
**ข้อ 3** ถ้าต่อรีเลย์ป้องกันกระแสเกินที่ถูกปรับตั้งค่า CTS ไว้เท่ากับ 8 A ทางด้านทุติยภูมิของ CT แบบบุชชิง C100 ที่มีอัตราส่วน 100/5 กำหนดให้ CT มีขนาดอิมพิแดนซ์สมมูลด้านทุติยภูมิ 0.082 Ω และมีเส้นกราฟการกระตุ้นดังรูปข้างล่าง

ถ้ากระแสที่ไหลทางด้านปฐมภูมิของ CT มีขนาด 200 A จงวิเคราะห์ว่ารีเลย์ป้องกันกระแสเกินจะสั่งทริปหรือไม่ ถ้ากำหนดขนาดอิมพิแดนซ์ของรีเลย์ให้เท่ากับ (ก) 0.8 Ω และ (ข) 3.0 Ω



**ข้อ 4** จงออกแบบระบบป้องกันสายป้อนของระบบจำหน่ายดังแสดงในรูปข้างล่าง โดยกำหนดข้อบังคับในการออกแบบดังนี้

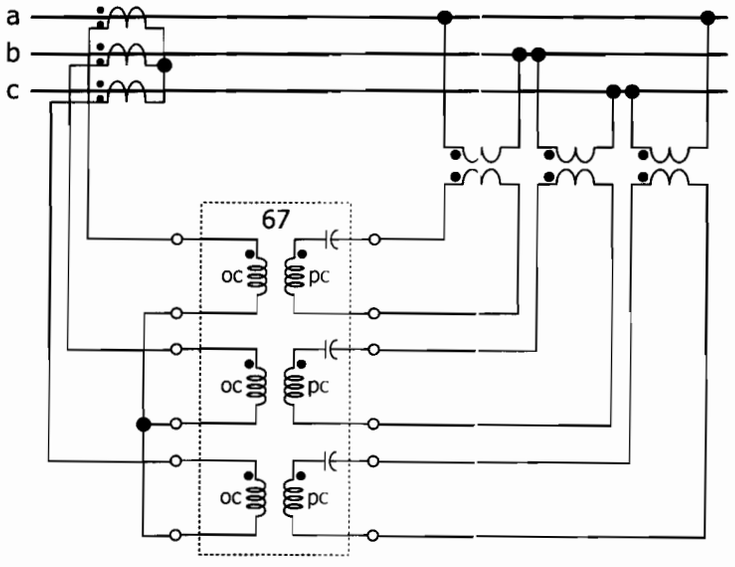
1. การเลือกอัตราส่วนของ CT ต้องใช้ Safety factor เท่ากับ 10% และต้องเลือกจากค่าอัตราส่วนเหล่านี้ : 150/5, 200/5, 250/5, 300/5, 400/5, 500/5, 600/5, 800/5, 900/5
2. ต้องใช้รีเลย์หมายเลข 51 ซึ่งมีการหน่วงเวลาตามสมการ : $t_{delay} = \frac{13.5}{PSM-1} \times TMS$ วินาที
3. การเลือกค่า PS ต้องใช้ Safety factor เท่ากับ 10% และต้องเลือกจากค่า PS เหล่านี้ : 2, 3, 4, 5, 6, 7 A
4. ค่า TMS ของรีเลย์ตัวที่ไกลที่สุดต้องมีค่าเท่ากับ 0.05 และต้องใช้ค่า Grading margin เท่ากับ 0.25 วินาที สำหรับเลือกค่า TMS



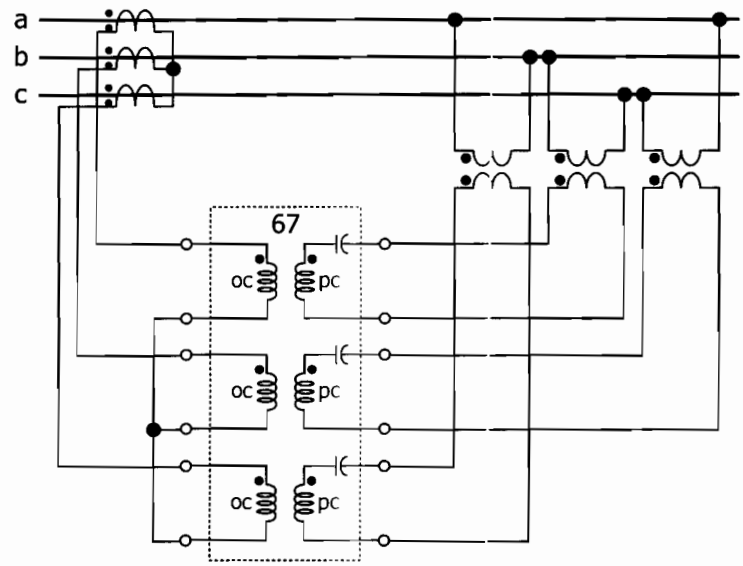
**<u>ข้อ 5</u>** (5.1) จงวาดแผนภาพเฟสเซอร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $I_{OC}$ และ $V_{OC}$ ของรีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบรู้ทิศทางในเฟส a ถ้าสมมุติว่าระบบมีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.866 ล้าหลัง และมีแผนภาพการต่อวงจรดังรูปข้างล่าง

(5.2) $I_{OC}$ ล้าหลัง หรือ นำหน้า $V_{OC}$ กี่องศา

(5.3) การต่อวงจรดังรูปข้างล่างควรเรียกว่าการต่อแบบกี่องศา



เตอร์ตงแสดงโนต เว ไงย ไงล ไง




| ขนาดของ Operating current | เพาเวอร์แฟกเตอร์ | ค่าเอาท์พุทของรีเลย์ |
|---|---|---|
| 4 A | 0.5 ล้าหลัง | |
| 8 A | 0.5 นำหน้า | |
| 8 A | 0.8 ล้าหลัง | |
| 4 A | 0.8 นำหน้า | |
| 10 A | 1.0 | |