212-472	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา** 2558

วันที่ 3 พฤษภาคม 2559 **เวลา** 13.30-16.30 น.

วิชา 212-472 Power System Protection **ห้องสอบ** หัวหุ่น

<u>คำแนะนำ</u>

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 6 ข้อ รวม 13 หน้า ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. ควรทำข้อสอบด้วยความมีสติ ไม่ตื่นเต้นหรือประมาทจนเกินไป
3. การสอบเป็นแบบปิดตำรา แต่อนุญาตให้นำกระดาษขนาด A4 ซึ่งบันทึกข้อความอะไรก็ได้ เข้าห้องสอบได้จำนวน 1 แผ่น
4. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณ(อนุญาตให้นักศึกษาบันทึกข้อมูลได้) และเครื่องเขียนทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
5. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาสำหรับการเขียนคำตอบ

ผู้ออกข้อสอบ : ผศ. สุนทร ปิยรัตนวงศ์

ข้อ	1	2	3	4	5	6	รวม
คะแนนเต็ม	40	20	15	25	20	15	135
คะแนนที่ได้							

ชื่อ _____ **รหัสประจำตัว** _____

212-472	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

ข้อ 1 จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิด

ตอบถูก ได้คะแนนข้อละ 2 คะแนน

ตอบผิด เสียคะแนนข้อละ 2 คะแนน

..... 1.01 เทคนิคการสตาร์ทมอเตอร์ ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบระบบป้องกันมอเตอร์

..... 1.02 Phase reversing นับว่าเป็นอาการผิดปกติที่เกิดจากระบบจ่ายไฟของมอเตอร์

..... 1.03 Harmonic restraint differential relay เหมาะสำหรับนำมาใช้ป้องกันการลัดวงจรระหว่างรอบในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์

..... 1.04 Overloading นับว่าเป็นอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในมอเตอร์

..... 1.05 RTD มักนิยมนำมาใช้เป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิในระบบป้องกันของมอเตอร์มากกว่าตัวตรวจวัดชนิดอื่นๆ

..... 1.06 ถ้าวัดแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงที่มีพิกัด 100 kV/10 kV , 50 Hz ได้ขนาด 9.8 kV ความถี่ 49 Hz แสดงว่าไม่เกิด Over fluxing ในหม้อแปลงนี้

..... 1.07 หม้อแปลงขนาดใหญ่มักจะไม่นิยมต่อตัวถังซึ่งเป็นโครงโลหะลงดิน

..... 1.08 Buchholz relay เหมาะสำหรับนำมาใช้ป้องกันหม้อแปลงแบบ Dry type

..... 1.09 กระแสฮาร์มอนิกที่ 3 จะถูกนำมาใช้ต้านการสั่งทริปของรีเลย์ป้องกันแบบวัดผลต่างซึ่งใช้กันในระบบป้องกันของหม้อแปลง

..... 1.10 Interposing CT ถูกนำมาใช้เพื่อปรับค่ากระแสผลต่างในสภาวะที่หม้อแปลงทำงานอย่างปกติให้เป็นศูนย์

..... 1.11 การใช้ Earthing transformer ต่อเข้ากับขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถือว่าเป็นวิธีกำจัดฮาร์-มอนิกที่ 3

..... 1.12 การลัดวงจรทางด้านโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามักจะเป็นแบบการลัดวงจรระหว่างเฟส

..... 1.13 การป้องกันการลัดวงจรภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องใช้รีเลย์หมายเลข 87 เท่านั้น

..... 1.14 การใช้ De-sensitive 3^{rd} harmonic overvoltage relay จะทำให้สามารถป้องกันการลัดวงจรภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ 100%

..... 1.15 ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานในสภาวะสูญเสียการกระตุ้นจะทำให้มีอุณหภูมิสูงเพิ่มขึ้น

..... 1.16 การลัดวงจรภายในบัสบาร์มักจะเป็นแบบการลัดวงจรลงดิน

..... 1.17 รีเลย์ที่ใช้ป้องกันการลัดวงจรภายในบัสบาร์มักจะเป็นแบบ Low impedance differential relay

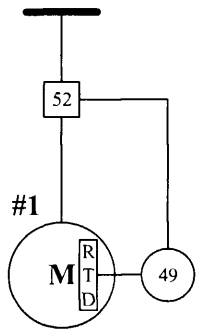
..... 1.18 Air core mutual reactor ก็คือหม้อแปลงกระแสชนิดไร้แกน

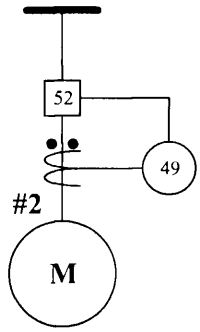
..... 1.19 การจัดวางบัสบาร์แบบระบบ 2 บัส จะทำให้ระบบจำหน่ายมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการจัดวางแบบระบบบัสเดียว

..... 1.20 การป้องกันบัสบาร์โดยใช้หลักการ Directional comparison จะมีหลักการคล้ายคลึงกับแบบ Phase comparison

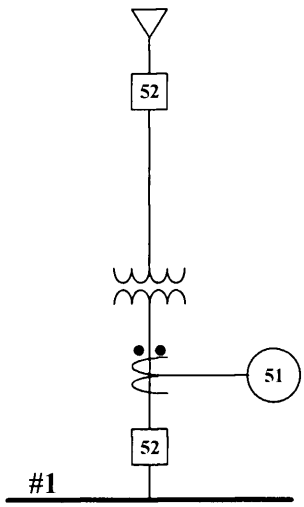
ข้อ 2 จงเปรียบเทียบ จุดเด่น-จุดด้อย ของระบบป้องกันที่แสดงในรูปข้างล่าง ห้ามเปรียบเทียบในเรื่องงบลงทุนของแต่ละระบบ

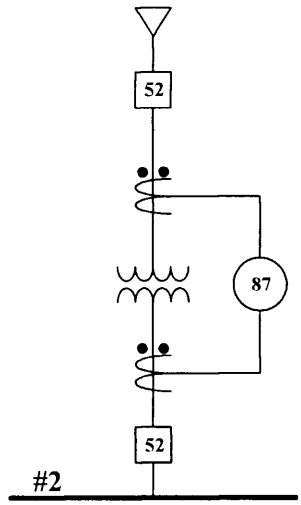
2.1



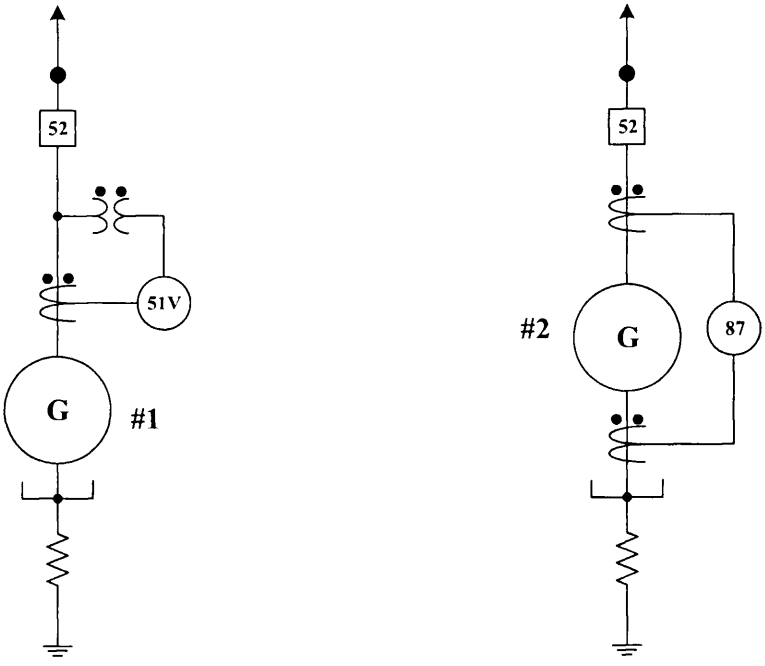


2.2

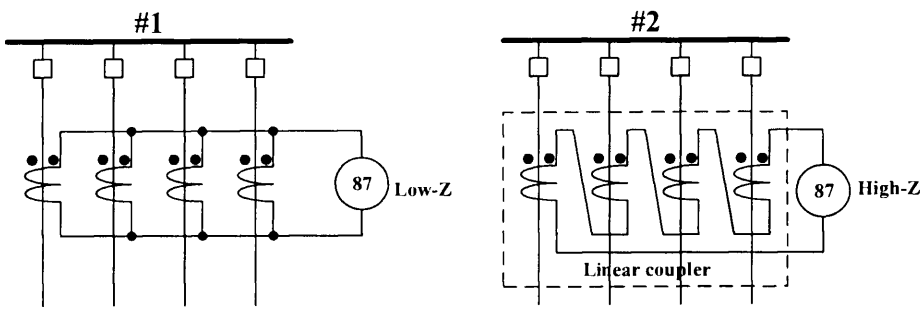




2.3



2.4



ข้อ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำมีค่าพิกัด 1500 hp, 2.4 kV ประสิทธิภาพ 85% เพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับ 0.9 ล้าหลัง ได้รับการป้องกันสภาวะกระแสเกินจากรีเลย์หมายเลข 50, 51 และ 51N ถ้าระบบป้องกันนี้มีการต่อแบบ Residual connection

3.1 จงวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนของ CT ที่ใช้ในระบบป้องกัน โดยต้องเลือกค่าอัตราส่วนจากตารางข้างล่างนี้

50/5	100/5	150/5	200/5	250/5	300/5
400/5	450/5	500/5	600/5	800/5	900/5

3.2 จงวิเคราะห์หาค่ากระแสพิกอัพของรีเลย์หมายเลข 50, 51 และ 51N โดยใช้กฎกติกาดังนี้

หมายเลข 50 : ปรับตั้งเท่ากับ 250% ของกระแสพิกัด

ปรับตั้งได้จากค่าดังต่อไปนี้ 5, 7, 9, 11, 13, 15 A

หมายเลข 51 : ปรับตั้งมากกว่าค่ากระแสพิกัด 15%

ปรับตั้งได้จากค่าดังต่อไปนี้ 2, 3, 4, 5, 6, 7 A

หมายเลข 51N : ปรับตั้งเท่ากับ 4.5% ของกระแสพิกัด

ปรับตั้งได้จากค่าดังต่อไปนี้ 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 A

3.3 จงวาดแผนภาพแสดงการต่อวงจรของระบบป้องกันนี้

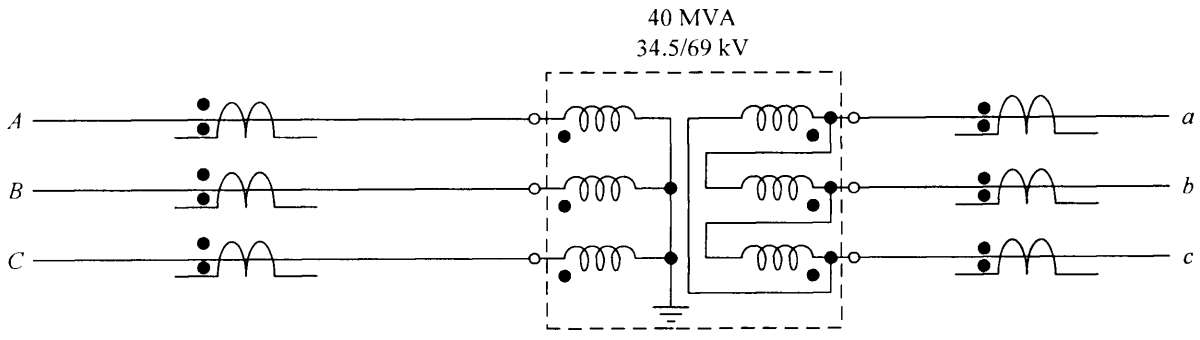
212-472	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

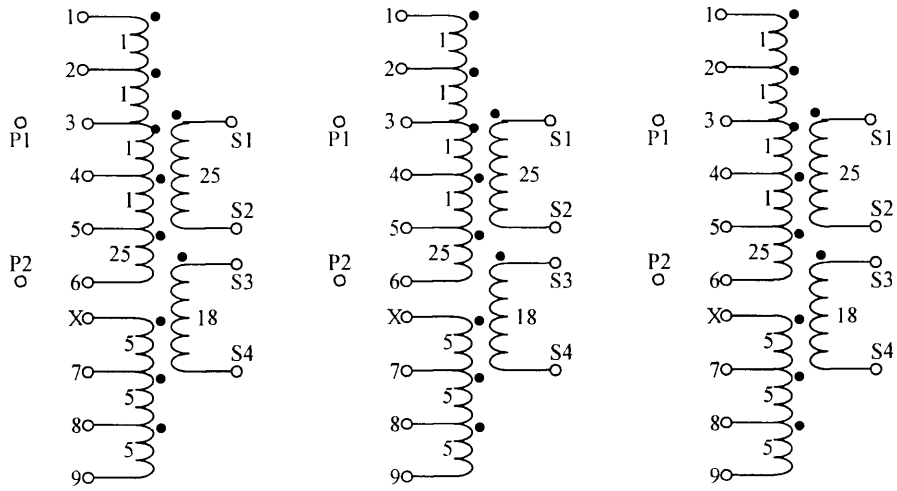
ข้อ 4 หม้อแปลง 3 เฟส มีค่าพิกัด 40 MVA, 34.5Y/69Δ kV ได้รับการป้องกันการลัดวงจรภายในโดยใช้รีเลย์หมายเลข 87T

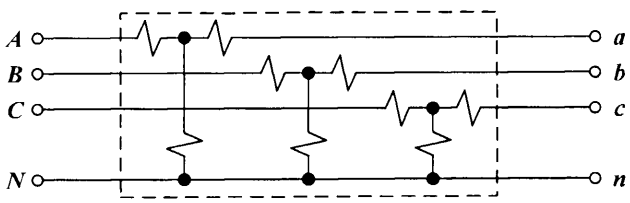
4.1 จงวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนของ CT ที่ใช้ในระบบป้องกัน โดยต้องเลือกค่าอัตราส่วนจากตารางข้างล่างนี้เท่านั้น

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

4.2 วาดแผนภาพแสดงการต่อ (วาดตอบในรูปที่กำหนดให้) ของ CTs, Interposing CTs (จำนวนรอบของแต่ละขดได้แสดงไว้ในรูป) และ รีเลย์ เพื่อทำให้กระแสทางด้านปฐมภูมิถูกปรับให้มีขนาดเท่ากับกระแสทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง 3 เฟส


40 MVA
34.5/69 kV
A
B
C
a
b
c


1
2
3
4
5
6
X
7
8
9
P1
P2
S1
S2
S3
S4
1
1
1
1
25
1
25
18
5
5
5


A
B
C
N
a
b
c
n

ข้อ 5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสที่มีค่าพิกัด 50 MVA 30 kV ได้รับการป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟสและการลัดวงจรลงดินภายในชุดขดลวดอาร์เมเจอร์โดยใช้รีเลย์หมายเลข 51 และ 51N ตามลำดับ รีเลย์หมายเลข 51N มีการต่อแบบ Ground return connection

5.1 ถ้าต่อจุดนิวตรอลของชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ลงดินผ่านตัวต้านทาน 50 Ω จงวิเคราะห์หาค่าสูงสุดของค่ากระแสลัดวงจรลงดิน

5.2 จงเลือกค่าอัตราส่วนของ CT ที่ใช้สำหรับวงจรป้องกันการลัดวงจรลงดิน

5.3 จงเลือกค่า PS ของรีเลย์หมายเลข 51N ถ้ารีเลย์นี้มีขอบเขตการป้องกันได้ถึง 95% ของชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ และการเลือกค่า PS นี้ให้คิดเผื่อ Safety factor 15% รีเลย์สามารถปรับค่า PS ได้ดังนี้ 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4 A

5.4 จงเลือกค่าอัตราส่วนของ CT ที่ใช้สำหรับวงจรป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟส

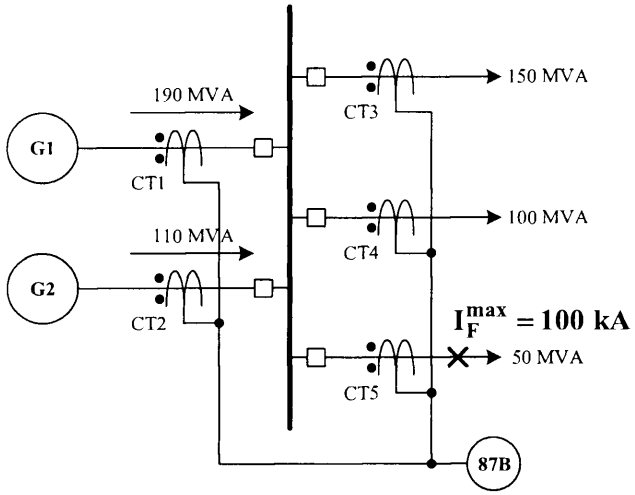
5.5 จงวาดแผนภาพแสดงการต่อวงจรของระบบป้องกันทั้งแบบลัดวงจรระหว่างเฟสและแบบลัดวงจรลงดิน

หมายเหตุ ค่าอัตราส่วนของ CT ที่ใช้ในระบบป้องกัน ต้องเลือกตารางข้างล่างนี้เท่านั้น

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

212-472	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....

ข้อ 6 ระบบป้องกันบัสบาร์ 230 kV ในรูปข้างล่าง ใช้รีเลย์ป้องกันแบบวัดผลต่างชนิดอิมพิแดนซ์สูง



$R_{CT1} = R_{CT2} = R_{CT3} = R_{CT4} = R_{CT5} = 0.2\ \Omega$

6.1 จงเลือกค่าอัตราส่วนของหม้อแปลงกระแสทั้งหมดในระบบป้องกัน โดยต้องเลือกค่าอัตราส่วนจากตารางข้างล่างนี้เท่านั้น

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

6.2 ถ้าทำการปรับค่าแรงดันพิกอัพของรีเลย์ 87B ให้มีค่ามากกว่าแรงดันที่ตกคร่อมรีเลย์ในขณะที่เกิดเกิดลัดวงจรภายนอกเขตป้องกัน แล้วทำให้ CT5 เกิดการอิ่มตัว 2.5 เท่า จงวิเคราะห์หาค่าแรงดันพิกอัพ ของรีเลย์หมายเลข 87B นี้

212-472	ชื่อ ..... รหัสประจำตัว .....