PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Midterm Examination : Semester 2 **Academic Year : 2011**

Date : 26 December 2011 **Time : 9.00-12.00**

Subject : 210 - 221 Electromechanical Energy Conversion **Room : R200,S817**

ชื่อ-นามสกุล ..... รหัสนักศึกษา ..... ตอนเรียนที่ .....

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด **8** ข้อ ในกระดาษคำถาม **8** หน้า +สูตร **1** หน้า รวม **9** หน้า
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ **มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**
7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้

   ☐ ตำรา ☐ หนังสือ

   ☑ เครื่องคิดเลข ☐ กระดาษ A4 ..... แผ่น
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้

   ☑ ดินสอ ☑ ปากกา

	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ข้อ 1	8	
ข้อ 2	7	
ข้อ 3	6	
ข้อ 4	8	
ข้อ 5	6	
ข้อ 6	10	
ข้อ 7	8	
ข้อ 8	14	
รวม	67	

ผู้ออกข้อสอบ .....

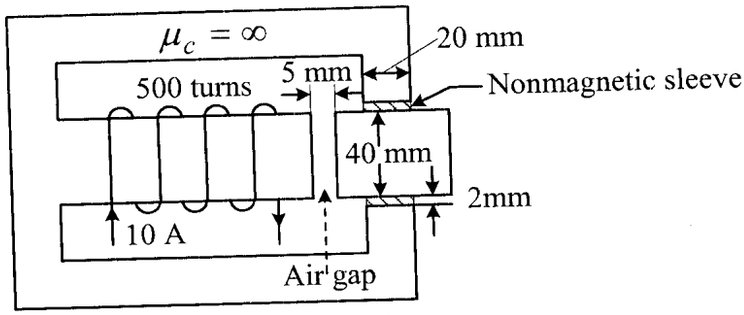
นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ .....

ข้อ 1 วงจรแม่เหล็กในรูปที่ 1 แกนเหล็กมีค่า $\mu_c = \infty$

ก.) เมื่อป้อนด้วยไฟฟ้า DC กระแส 10A ให้เขียนวงจรสมมูลและคำนวณความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กในช่องอากาศ โดยไม่ต้องคำนึงถึงเส้นแรงแม่เหล็กโป่ง

ข.) เมื่อป้อนด้วยไฟฟ้า AC ได้เส้นแรงแม่เหล็กในแกนกลาง เท่ากับ $\phi(t) = 0.08\sin 943t$ Weber อยากทราบว่า เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำ**สูงสุด** และค่า **rms** ในขดลวดมีค่าเท่าใด

(Nonmagnetic sleeve เป็นตัวรองรับส่วนที่เคลื่อนที่ มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กเหมือนอากาศ)



Core thickness into the paper = 20 mm

รูปที่ 1 วงจรแม่เหล็ก

ข้อ 2 หม้อแปลงตัวหนึ่งมีขดลวดปฐมภูมิ 900 รอบ เมื่อป้อนแรงดัน 220 V 50 Hz ในภาวะ no load วัดกำลังไฟฟ้าได้ 400 W และวัดกระแสกระตุ้นได้ 3 A ให้คำนวณหา

ก.) ตัวประกอบกำลังในภาวะ no load $(\cos\theta_o)$

ข.) เส้นแรงแม่เหล็กสูงสุด $(\phi_{\max})$

ค.) ความนำของแกนเหล็ก (G_c)

ง.) กระแสกำลังสูญเสีย (I_c)

จ.) กระแสสร้างแม่เหล็ก (I_m)

ฉ.) ซัสเซ็ปแตนซ์ของแกนเหล็ก (B_m)

ช.) Core loss มีค่าเท่าใด

ข้อ 3 สมมติหม้อแปลงในรูปที่ 2 เป็นหม้อแปลงอุดมคติ มี turn ratio = 270 : 90 ทางด้านขดลวดทุติยภูมิมีโหลดต่ออยู่เท่ากับ $18\angle 36.87^\circ\ \Omega$ โดยมี V_2 เป็นแรงดันอ้างอิง จงคำนวณหา

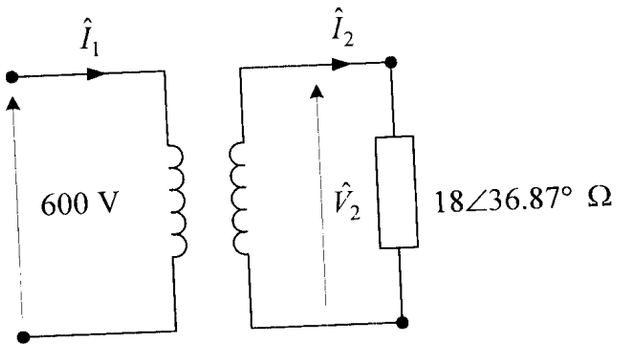
ก.) โหลดอิมพีแดนซ์ทางด้านปฐมภูมิ

ข.) แรงดันคร่อมโหลด V_2

ค.) กระแสทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ

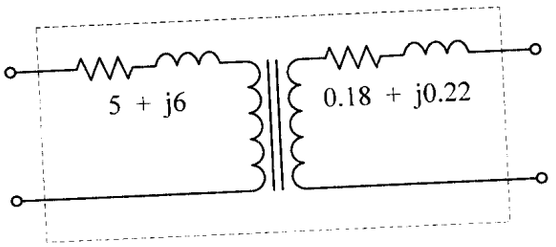
ง.) ตัวประกอบกำลังของโหลด

จ.) กำลังจริง(real power)ของโหลด



รูปที่ 2 หม้อแปลงอุดมคติ

ข้อ 4 หม้อแปลงในรูปที่ 3 จงหาค่าต่าง ๆ ที่กำหนดในข้อย่อย ก). และ ข).



รูปที่ 3 หม้อแปลง 1ϕ 6 kVA 50 Hz 1600V/400V

ก.) ในรูปที่ 1 จงหา R_{eq} และ X_{eq} ทางด้านแรงสูง และทางด้านแรงต่ำ

ข.) หม้อแปลงในรูปที่ 3 ได้ทำการทดสอบ open circuit test และ short circuit test มีข้อมูลดังนี้

	P(watt)	V(volt)	I(amp)
O/C Test	80	400	0.5
S/C Test	110.8	29.55	3.75

Core loss = ...จากวิธีการทดสอบ..... .....

Cu loss = ...จากวิธีการทดสอบ..... .....

O/C Test วัดค่าทางด้าน.....ค่าที่ใช้พิจารณาตัดสินใจคือ.....

S/C Test วัดค่าทางด้าน..... ค่าที่ใช้พิจารณาตัดสินใจคือ.....

ข้อ 5 หม้อแปลงตัวหนึ่งมี turn ratio = 8 มีพารามิเตอร์ทางด้านปฐมภูมิ ดังนี้ $R_1 = 2.56\ \Omega$ $X_1 = 9.6\,\Omega$ $R_c = 480\ \Omega$ $X_m = 800\ \Omega$ และมีพารามิเตอร์ด้านทุติยภูมิดังนี้ $R_2 = 0.06\ \Omega$ $X_2 = 0.25\ \Omega$ จงเขียนวงจรสมมูล cantilever ทางด้านทุติยภูมิ พร้อมระบุค่าพารามิเตอร์ในวงจรสมมูล (เป็นค่าที่รวมเข้าด้วยกันแล้ว)

ข้อ 6 หม้อแปลง 1 ϕ 50 Hz 2400/600 V 120 kVA มีอิมพีแดนซ์ของขดลวดอ้างอิงทางด้านแรงสูงดังนี้

$$Z_{eqH} = 1.5 + j2.4 \ \Omega$$

ทางด้านแรงต่ำจ่ายโหลดผ่านสายป้อนมีค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับ $0.03 + j0.09 \ \Omega$

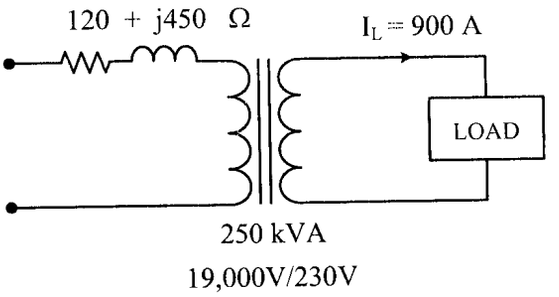
<u>เงื่อนไขโหลด</u> โหลดมีกระแสเท่ากับพิกัดหม้อแปลง ที่ 0.8 pf lagging และแรงดันคร่อมโหลดเท่ากับ 600 V

ก.) หาแรงดันที่ขั้วหม้อแปลงด้านไฟจ่ายเข้า (primary) [**ให้หาค่าทางด้านแรงต่ำ <u>ผิดคำสั่งไม่ได้คะแนน</u>**]

ข.) Voltage regulation ของหม้อแปลง ในข้อ ก.

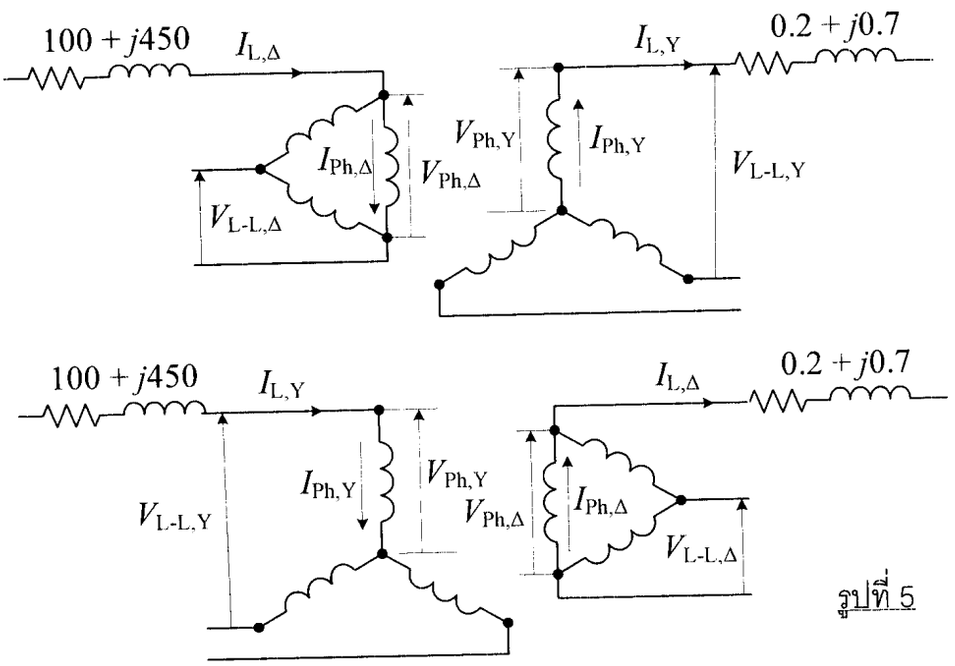
ค.) หา efficiency ของหม้อแปลง เมื่อทำงาน 70% ของพิกัดหม้อแปลง ที่ 0.9 power factor lagging ที่พิกัดแรงดัน กำหนด Cu loss = 3600 W และ Core loss = 1440 W

ข้อ 7 จากข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้าในรูปที่ 4 จงกำหนด V_B I_B และ Z_B ทางด้านแรงต่ำและแรงสูงของหม้อแปลง และหาค่า pu ของกระแส และอิมพีแดนซ์ที่ปรากฏในวงจร



รูปที่ 4

ข้อ 8 นำหม้อแปลง 1 ϕ 50 Hz 10,000 / 250 V 100 kVA มาต่อเป็นแบบ 3 เฟส แบบ Δ - Y, และ Y - Δ ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5

ให้หาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก.) เมื่อต่อแบบ Δ - Y

กำลังหม้อแปลง 3 ϕ = ...kVA

$I_{L,\Delta}$ = ... A $I_{Ph,\Delta}$ = ... A $I_{L,Y}$ = ... A $I_{Ph,Y}$ = ...A

$V_{L-L,\Delta}$ = ... V $V_{Ph,\Delta}$ = ... V $V_{L-L,Y}$ = ... V $V_{Ph,Y}$ = ... V

100 + j450 Ω ย้ายค่าไปด้าน secondary = ... Ω

0.2 + j0.7 Ω ย้ายค่าไปด้าน primary = ... Ω

ข.) เมื่อต่อแบบ Y - Δ

กำลังหม้อแปลง 3 ϕ = ... kVA

$I_{L,Y}$ = ... A $I_{Ph,Y}$ = ... A $I_{L,\Delta}$ = ... A $I_{Ph,\Delta}$ = ... A

$V_{L-L,Y}$ = ... V $V_{Ph,Y}$ = ... V $V_{L-L,\Delta}$ = ... V $V_{Ph,\Delta}$ = ...V

100 + j450 Ω ย้ายค่าไปด้าน secondary = ... Ω

0.2 + j0.7 Ω ย้ายค่าไปด้าน primary = ... Ω

สูตรที่มีประโยชน์ต่อการคำนวณบางส่วน

$\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ H/m

$Hl = Ni = F = \phi R$ At

$\Re = \frac{l}{\mu A}$ At/Wb

$P = VI\cos\theta$ W

$V = \sqrt{2}\pi f N \phi_{\max}$ V

$Z_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2 = a^2 Z_2$

$Z_{eq} = Z_{sc} = \frac{\hat{V}_{sc}}{\hat{I}_{sc}}$

$R_{eq} = R_{sc} = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2}$

$B_m = \frac{I_m}{V}$

$Y_\varphi = Y_{oc} = \frac{\hat{I}_o}{\hat{V}_{oc}}$

$G_c = G_{oc} = \frac{P_{oc}}{V_{oc}^2}$

$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{out}} + P_{\text{c}} + P_{\text{cu}}}$

$I_L = \frac{VA_{3\phi}}{\sqrt{3}V_{L-L}}$

$Z_Y = \frac{1}{3} Z_\Delta$

$P_B, Q_B, VA_B = V_B I_B$

$R_B, X_B, Z_B = \frac{V_B}{I_B}$