

**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**  
**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2

วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2552

วิชา : 211-221 Fundamentals of Electrical Machines

ประจำปีการศึกษา 2551

เวลา : 9.00 - 12.00 น.

ห้อง : หัวหุ่นยนต์

**คำสั่ง**

1. ข้อสอบมี 7 ข้อ จำนวน 9 หน้ารวมปก ให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียดทุกข้อ
2. ไม่อนุญาตให้นำหนังสือหรือเอกสารใดๆเข้าห้องสอบ แต่นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
3. หากตรวจพบว่ามี การทุจริตไม่ว่ากรณีใดๆ โทษขั้นต่ำคือปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการศึกษา 1 ภาคการศึกษา

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	12	
3	15	
4	10	
5	15	
6	13	
7	15	
รวม	90	

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัสประจำตัว \_\_\_\_\_

- 1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด long shunt ขนาด 50 kW, 230 V มีความต้านทานอาร์เมเจอร์  $0.05 \Omega$ , ความต้านทานวงจรสนามอนุกรม  $0.05 \Omega$ , ความต้านทานวงจรสนามขนาน  $125 \Omega$  จงหาแรงดัน - อาร์เมเจอร์ในสภาวะแรงดันที่ขั้วและโหลดที่ค่าพิกัด

- 2) มอเตอร์ขนาด 20 hp, 250 V มีความต้านทานอาร์เมเจอร์  $0.25 \Omega$  มีความต้านทานสนาม  $200 \Omega$  เมื่อจ่ายแรงดันที่ค่าพิกัดพบว่าที่สภาวะไร้อโหลด มอเตอร์จะมีความเร็ว 1,200 rpm มีกระแสไหลเข้าสู่มอเตอร์ 4.5 A แต่เมื่อจ่ายแรงดันค่าพิกัดในสภาวะโหลดพิกัดพบว่าฟลักซ์จะมีค่าลดลง 6 % จากสภาวะไร้อโหลดและมีกระแสไหลเข้าสู่มอเตอร์ 65 A จงหาความเร็วของมอเตอร์ที่โหลดพิกัด

- 3) นำมอเตอร์ขนาด 50 hp, 250 V มีความต้านทานอาร์เมเจอร์  $0.2 \Omega$ , ความต้านทานวงจรสนามขานาน  $115 \Omega$  เมื่อนำมาต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 230 V เพื่อขับโหลดทางกลพบว่ามีการเสียดลเข้าสู่มอเตอร์ขนาด 200 A โดยมีความเร็ว 1,200 rpm จงหา
- ก) แรงดันอาร์เมเจอร์ที่สภาวะตอนขับโหลด
  - ข) แรงบิดที่เพลาถ้าการสูญเสียทางกลมีค่า 500 W
  - ค) ประสิทธิภาพของมอเตอร์

4) จากผลการทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ที่ต่อวงจรแบบ Y มีค่าดังนี้

การทดสอบ	แรงดัน line-to-line (V)	กระแส line (A)	Power (W)
no-load test	220	20	1,000
Blocked-rotor test	30	50	1,500
วัดค่าความต้านทานสเตเตอร์	0.1 โอห์มต่อเฟส		

จงหาค่าพารามิเตอร์พร้อมทั้งเขียนวงจรสมมูลของมอเตอร์โดยระบุค่าพารามิเตอร์ต่างๆในวงจรและหาค่าการสูญเสียเนื่องจากการหมุนจากการทดสอบไว้หลอด

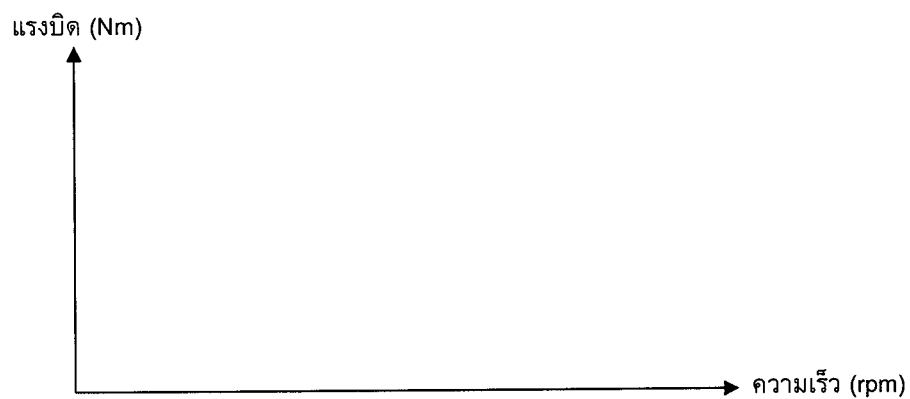
5) มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสมีขนาด 220 V, 10 hp, 60 Hz, 6 pole ต่อวงจรแบบ Y มีค่าพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้

$$R_s = 0.294 \Omega, R_r' = 0.144 \Omega, X_s = 0.503 \Omega, X_r' = 0.209 \Omega, X_m = 13.25 \Omega$$

กำหนดให้การสูญเสียเนื่องจากการหมุนมีค่า 403 W ถ้ามอเตอร์ทำงานที่แรงดันและความถี่ปกติโดยมีค่าสลลิป 2.00 % จงคำนวณหาความเร็วและแรงบิดที่เพลลาของมอเตอร์, กระแสเสตเตอร์, ตัวประกอบกำลังและประสิทธิภาพ

- 6.1) ถ้ากำลังไฟฟ้าที่ส่งผ่านทางช่องอากาศ ( $P_{ag}$ ) ของมอเตอร์ 2 pole, 60 Hz มีขนาด 24 kW กำลังไฟฟ้าที่ใช้สร้างแรงบิดภายในมีค่าเท่ากับ 22 kW และกำลังสูญเสียเนื่องจากการหมุนมีค่าเท่ากับ 400 W จงหาค่าสลิปและแรงบิดที่เพลลาของมอเตอร์

- 6.2) จงเขียนกราฟคุณลักษณะแรงบิดกับความเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำพร้อมทั้งระบุช่วงการทำงาน ขณะที่มอเตอร์ไร้โหลดจนถึงมอเตอร์รับโหลดพิกัดลงบนกราฟด้วย นอกจากนี้ใช้กราฟดังกล่าว อธิบายการทำงานของมอเตอร์ตั้งแต่เริ่มสตาร์ทจนเข้าสู่จุดทำงานที่โหลดค่าพิกัด



7) จงตอบคำถามต่อไปนี้

7.1) สนามแม่เหล็กของมอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสกับมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

7.2) การสตาร์ทมอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสกับมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

7.3) ให้อธิบายลักษณะและการทำงานของ Universal motor, Brushless DC motor และ Stepper motor



สูตรมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส

■ กระแสโรเตอร์

$$I'_R = \frac{V_1}{[R_s + (R'_r / s)] + j[X_s + X'_r]}$$

■ แรงบิดที่ใช้ขับโหลดทางกล

$$T_{out} = \frac{P_{mech} - P_{mech\_loss}}{\omega_{rotor}}$$

■ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ส่งผ่านช่องอากาศไปยังโรเตอร์

$$P_{ag} = 3 \cdot (I'_R)^2 \cdot \frac{R'_r}{s}$$

■ ค่ากระแสสตาร์ท

$$I'_{R(st)} = \frac{V_1}{\sqrt{(R_s + R'_r)^2 + (X_s + X'_r)^2}}$$

■ ค่าสลิปที่เกิดแรงบิดสูงสุด

$$s_{T_{max}} = \frac{R'_r}{\sqrt{R_s^2 + (X_s + X'_r)^2}}$$

■ ค่ากระแสที่เกิดแรงบิดสูงสุด

$$I'_{R(T_{max})} = \frac{V_1}{\sqrt{[R_s + (R'_r / s_{T_{max}})]^2 + [X_s + X'_r]^2}}$$