

	ใบความรู้ที่ 6	หน่วยที่ 2
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 6
	ชื่อหน่วย : ชิงโครนัสมอเตอร์	จำนวนคาบรวม 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : โครงสร้างและการทำงานของชิงโครนัสมอเตอร์		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของ ชิงโครนัสมอเตอร์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ 1. บอกโครงสร้างของชิงโครนัสมอเตอร์ได้ 2. อธิบายวิธีการเริ่มหมุนชิงโครนัส-มอเตอร์ได้ 3. มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 3.1 ตรงต่อเวลา 3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย 3.3 มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ 3.4 มีความสนใจใฝ่รู้ 3.5 มนุษยสัมพันธ์		1. โครงสร้างและการทำงานของชิงโครนัสมอเตอร์ 2. การเริ่มหมุนชิงโครนัสมอเตอร์

ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous Motor)

2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบ (Construction and Operation)

ซิงโครนัสมอเตอร์มีโครงสร้างและส่วนประกอบเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน ถ้าทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดก็หาต้นกำลังมาจุดแล้วเครื่องก็จ่ายพลังงานไฟฟ้าออกมา ถ้าทำหน้าที่เป็นมอเตอร์ก็จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องแล้วเครื่องจะทำงานจ่ายพลังงานกลออกมา

ซิงโครนัสมอเตอร์มีคุณสมบัติข้อดีคือ

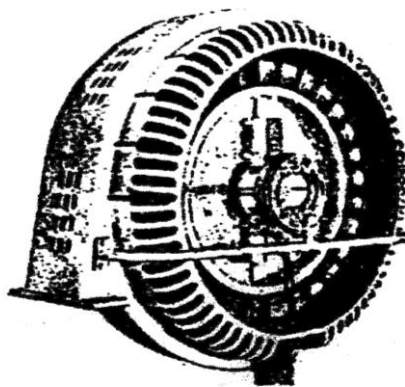
1. ความเร็วรอบของมอเตอร์หมุนเท่ากับความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนหรือความเร็วซิงโครนัส (Synchronous Speed ; N_s)

$$N_s = \frac{120f}{P} \quad \text{rpm.}$$

2. ความเร็วรอบคงที่ตลอดตั้งแต่มอเตอร์ทำงาน ไม่มีภาระจนถึงมอเตอร์ทำงานที่ภาระเต็มๆ

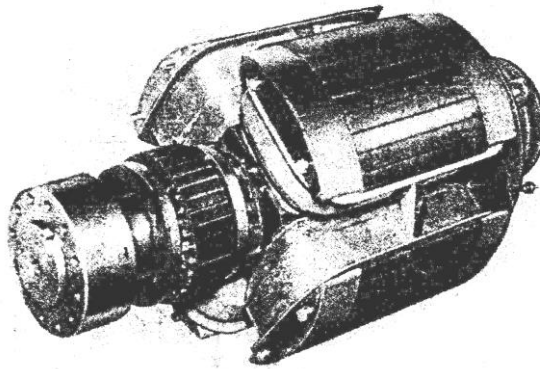
3. สามารถนำซิงโครนัสมอเตอร์ปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้าแล้วนำไปปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์ในระบบได้

2.1.1 สเตเตอร์ (Stator) จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ อัดซ้อนกันแล้วทำเป็นร่องสล็อตสำหรับพันขดลวด อัดยัดติดแน่นอยู่กับเปลือกของมอเตอร์ที่ทำด้วยเหล็กหล่อ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สเตเตอร์ของซิงโครนัสมอเตอร์
(ทิมา ; ปราโมทย์ สันติโรจนกุล ม.ป.ป. : 112)

2.1.2 โรเตอร์ (Rotor) เป็นแบบขั้วแม่เหล็กยื่น (Salient-pole) ทำด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ อัดซ้อนกันแล้ว พันขดลวดสนามแม่เหล็กรอบๆ แกนขั้วแม่เหล็กทุกขั้ว แล้วต่ออนุกรมกัน แล้วนำปลายไปต่อเข้าสลิปริง (Slip Ring) เพื่อรอการกระตุ้นจากไฟฟ้ากระแสตรง ด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กจะฝังขดลวดแดมเปอร์ (Damper Winding) วางขนานกับเพลลา ใช้สำหรับเริ่มเดินมอเตอร์ และแก้อาการสั่นของโรเตอร์ ดังรูปที่ 2.2



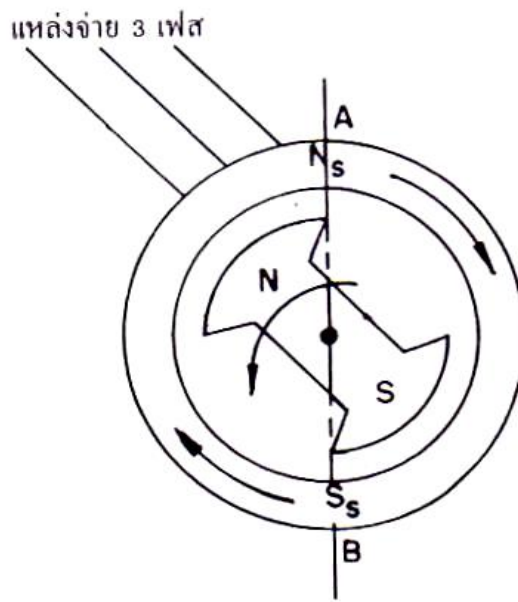
รูปที่ 2.2 โรเตอร์แบบเซเลี่ยนโพลและขดลวดแดมเปอร์
(ทีมา ; ปราโมทย์ สันติโรจนกุล ม.ป.ป. : 113)

2.1.3 ตัวกระตุ้น (Exciter) เป็นตัวจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดสนามแม่เหล็ก เพื่อสร้างขั้วแม่เหล็ก ส่วนใหญ่ตัวกระตุ้นจะยึดติดอยู่บนเพลลาเดียวกับโรเตอร์ของเครื่องกำเนิด

2.2 หลักการทำงาน (Principle of Operation)

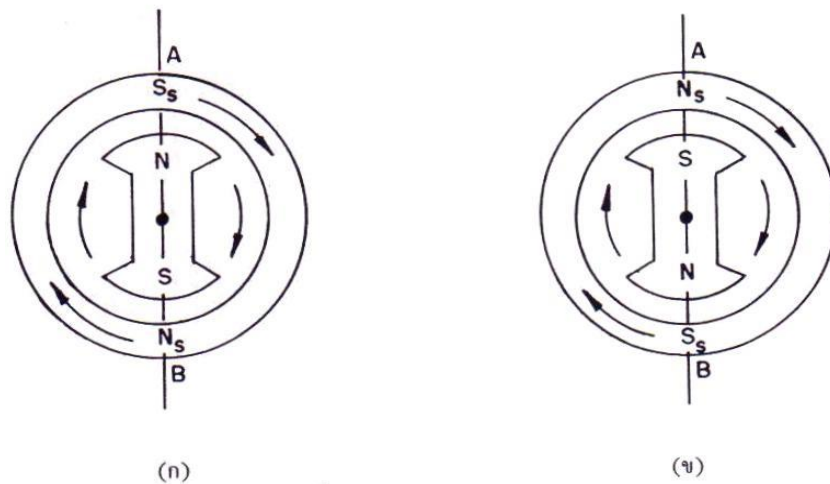
เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ให้กับขดลวดที่สเตเตอร์ของซิงโครนสมอเตอร์ (สมมติให้เป็นมอเตอร์ชนิด 2 ขั้ว) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่สเตเตอร์เป็น 2 ขั้ว คือเหนือและใต้ ซึ่งแทนด้วย N_s และ S_s และสนามแม่เหล็กนี้จะเกิดการหมุนที่ความเร็วซิงโครนัส โดยให้ทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกาและมีตำแหน่งของขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และถ้าสมมติให้ตำแหน่งขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นชั่วขณะนั้นอยู่ที่ตำแหน่ง A และตำแหน่ง B โดยให้ N_s อยู่ที่ตำแหน่ง A และ S_s อยู่ที่ตำแหน่ง B จะเห็นได้ว่ามีขั้วที่เหมือนกันอยู่ 2 คู่ขั้ว คือขั้ว N ของโรเตอร์กับ N_s ของสเตเตอร์ และขั้ว S ของโรเตอร์กับ S_s ของสเตเตอร์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากขั้วแม่เหล็กทั้ง 4 นี้ คือการเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน โดยแรงผลักนี้จะทำให้โรเตอร์เริ่มเคลื่อนที่ไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในช่วงครึ่งไซเคิลแรกของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับสเตเตอร์ แต่ว่าในช่วงครึ่งไซเคิลหลังของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับสเตเตอร์นั้น จะเห็นขั้วแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ จะหมุนเคลื่อนที่ไป 180 องศาไฟฟ้า

นั่นคือตำแหน่ง A บนสเตเตอร์จะกลายเป็นขั้ว S_s ส่วนตำแหน่ง B จะกลายเป็นขั้ว S_s เมื่อเป็นเช่นนี้ก็จะเกิดแรงดูดกันขึ้นระหว่างขั้วแม่เหล็ก N_s กับขั้ว S ของโรเตอร์ และขั้วแม่เหล็ก S_s จะดูดกับขั้ว N ของโรเตอร์ ดังนั้นจึงทำให้โรเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (ซึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกับครั้งแรก) ดังนั้นจากเหตุผลดังที่กล่าวมาจึงทำให้โรเตอร์ไม่สามารถรับการเปลี่ยนแปลงของขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ ซึ่งหมุนไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะว่าตัวโรเตอร์เองมีความเฉื่อยจึงไม่อาจทำให้โรเตอร์หมุนไปในทางใดทางหนึ่งได้ นั่นคือโรเตอร์จะหยุดอยู่กับที่



รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งของขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์และโรเตอร์
(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 95)

ในขณะเดียวกันถ้าพิจารณาในสถานะของรูปที่ 2.4 (ก) ขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์และโรเตอร์ จะเกิดการดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยสมมติให้โรเตอร์ไม่หยุดอยู่กับที่ แต่มีการหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา คือหมุนผ่านไประยะหนึ่งขั้วแม่เหล็ก (Pole-pitch) โดยในเวลาเดียวกันนี้ ขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์จะเปลี่ยนจากขั้ว N_s ไปเป็นขั้ว S_s ดังแสดงในรูปที่ 2.4 (ข) ที่ตำแหน่งนี้จะเห็นได้ว่าขั้วแม่เหล็กระหว่างสเตเตอร์กับโรเตอร์จะเกิดการดูดซึ่งกันและกันอีก ซึ่งก็หมายความว่า ขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์เปลี่ยนตำแหน่งไปตามตำแหน่งของขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ ดังนั้นจึงมีผลทำให้โรเตอร์หมุนไปในทิศทางเดียวกันกับขั้วแม่เหล็กที่หมุนที่สเตเตอร์ และเป็นอย่างต่อเนื่อง นั่นคือโรเตอร์ก็จะหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์และโรเตอร์
(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 95)

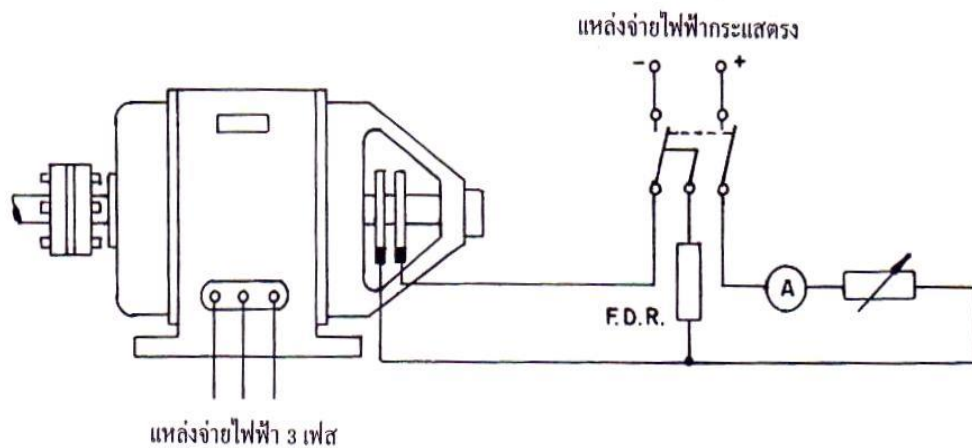
2.3 วิธีการเริ่มหมุน (Method of Starting)

หลังจากที่โรเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ หรือความเร็วใกล้เคียงกับความเร็วของสนามแม่เหล็กที่หมุนที่สเตเตอร์อันเนื่องจากการที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดที่ขั้วแม่เหล็ก ทำให้ขั้วแม่เหล็กหมุนเกาะติดกับความเร็วของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ นั่นคือโรเตอร์ซึ่งเป็นขั้วแม่เหล็กนั้นจะหมุนด้วยความเร็วรอบที่คงที่ตลอดไป ซึ่งความเร็วของสนามแม่เหล็กที่หมุนนั้นหาได้จากสมการความสัมพันธ์ดังนี้คือ $N_s =$ (ไชยชาญ หินเกิด, 2542 : 95)

เนื่องจากชิงโครนสมอเตอร์ไม่สามารถเริ่มหมุนได้ด้วยตัวเอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการที่จะทำให้ชิงโครนสมอเตอร์เริ่มหมุนได้ ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

2.3.1 ใช้หลักการเหนี่ยวนำให้เริ่มหมุน (Induction Start)

การเริ่มหมุนของชิงโครนสมอเตอร์โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำนี้ จะใช้หลักการเช่นเดียวกันกับการเริ่มหมุนของมอเตอร์เหนี่ยวนำ ซึ่งโดยปกติแล้วที่โรเตอร์มักจะมีขดลวดกรงกระรอก หรือขดลวดแคมเปอร์ฟองอยู่ที่ผิวหน้าของขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์ทุก ๆ ขั้ว ทั้งนี้เพื่อให้เกิดแรงบิดตามต้องการ โดยก่อนที่จะจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ให้กับมอเตอร์นั้น ที่โรเตอร์จะต้องต่อเข้ากับตัวความต้านทานซึ่งเรียกว่าฟิลด์ดีสชาร์จจิสเตอร์ (Field Discharge Resistor ; F.D.R) ไว้ก่อนดังแสดงในรูปที่ 2.5 และเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้กับมอเตอร์แล้วจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ และจะเกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่โรเตอร์ และจะมีกระแสไหลในขดลวดแคมเปอร์นั้น ทำให้โรเตอร์เกิดการหมุนขึ้นได้ ซึ่งทิศทางการหมุนของโรเตอร์จะมีทิศทางเดียวกันกับสนามแม่เหล็กที่หมุนอยู่ที่บนสเตเตอร์ (ไชยชาญ หินเกิด, 2542 : 96)

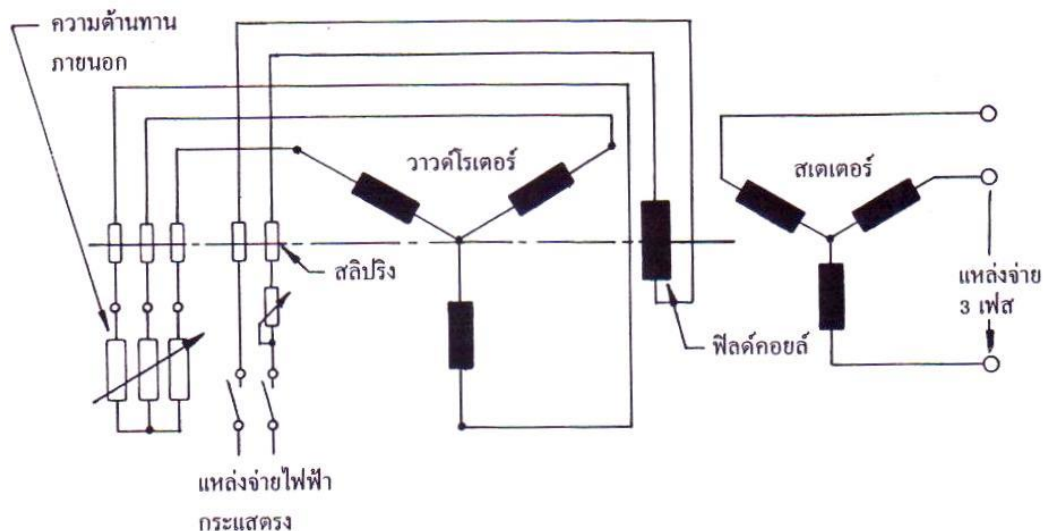


รูปที่ 2.5 แสดงการต่อฟิวด์คิซาร์จิสเตอร์
(ที่มา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 96)

เมื่อโรเตอร์หมุนมีความเร็วประมาณ 95% ของความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน จึงจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดที่โรเตอร์ ทำให้โรเตอร์เกิดขั้วแม่เหล็กที่คงที่ ซึ่งขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์จะเกาะติดกับขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ และโรเตอร์ก็จะหมุนด้วยความเร็วเดียวกันกับสนามแม่เหล็กที่หมุนอยู่ที่สเตเตอร์ หรือที่ความเร็วซิงโครนัส และการที่จะต้องต่อความต้านทานเข้ากับโรเตอร์ก่อนการเริ่มหมุนนั้น เพราะเนื่องจากขณะเริ่มหมุนนั้นจะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่มีค่าสูงขึ้นในขดลวดที่โรเตอร์ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นนี้อาจสูงถึง 1500 โวลต์ ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่จะทำให้จำนวนของขดลวดที่โรเตอร์ได้รับความเสียหาย ตัวความต้านทานที่ต่อเข้ากับโรเตอร์จะต้องมีความต้านทานสูงมาก และต่อक्रमเข้ากับขดลวดที่โรเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ตัวความต้านทานนี้จะจำกัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรฟิวด์ของโรเตอร์นั้นให้มีค่าต่ำลง ซึ่งจะเป็นการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับขดลวดที่โรเตอร์ และบุคคลที่จะเข้าไปทำงานกับซิงโครนสมอเตอร์นั้น

ซิงโครนสมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่มีแรงบิดค่อนข้างต่ำ เพราะความต้านทานของขดลวดแฉกเพอร์มีค่าต่ำมาก ซึ่งแรงบิดของซิงโครนสมอเตอร์สามารถทำให้มีค่าสูงขึ้นได้ โดยการใช้ขดลวดพันแทนการใช้แฉกเพอร์ ซึ่งเรียกขดลวดนี้ว่าวาวด์โรเตอร์ ที่เพลลาของโรเตอร์นั้นจะมีสปริงอยู่ทั้งหมด 5 วง โดยสปริง 3 วง จะใช้ต่อปลายสายของขดลวดวาวด์โรเตอร์ 3 เฟส ส่วนอีก 2 วงใช้สำหรับป้อนไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดฟิวด์ค้อยล์ของโรเตอร์ โรเตอร์แบบนี้เรียกว่าซิม-เพล็กซ์โรเตอร์ (Simplex Rotor) การเริ่มเดินของซิงโครนสมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกันกับการเริ่มเดินของ 3 เฟสมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ มอเตอร์จะเริ่มเดินได้โดยการนำความต้านทานจากภายนอกชนิด 3 เฟส ต่ออนุกรมเข้ากับขดลวดวาวด์โรเตอร์

ส่วนวงจรฟิลต์คอยล์นั้นจะถูกตัดวงจรไว้ด้วย F.D.R เมื่อมอเตอร์มีความเร็วใกล้เคียงกับความเร็วซิงโครนัสแล้วจึงค่อย ๆ ลดความต้านทานที่ต่ออยู่วาวด์โรเตอร์ แล้วในขณะเดียวกันก็จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้แก่ฟิลต์คอยล์มอเตอร์ก็จะหมุนเข้าสู่ความเร็วซิงโครนัส การเริ่มเดินซิงโครนสมอเตอร์ด้วยวิธีนี้จะได้แรงบิดขณะเริ่มหมุนสูงประมาณ 3 เท่าของแรงบิดเมื่อมีโหลดเต็มที่วงจรการต่อแสดงได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรการเริ่มเดินของซิงโครนสมอเตอร์
(ที่มา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 97)

2.3.2 ใช้ต้นกำลังขับ (Prime Mover)

ซึ่งอาจจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อโดยตรงเข้ากับเพลลาของซิงโครนสมอเตอร์ ขณะที่เริ่มเดินมอเตอร์จะต้องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดฟิลต์คอยล์ของซิงโครนสมอเตอร์แล้วทำการขับซิงโครนสมอเตอร์ให้มีความเร็วเท่ากับความเร็วซิงโครนัส และมีแรงดันไฟฟ้าออกจากซิงโครนสมอเตอร์เท่ากับพิกัดของซิงโครนสมอเตอร์นั้น ต้องตรวจสอบลำดับเฟสให้ถูกต้องด้วยโดยใช้หลอดไฟซิงโครไนซ์ แล้วทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ให้กับ สเตเตอร์ของซิงโครนสมอเตอร์ หลังจากนั้นทำการปลดแหล่งจ่ายไฟฟ้าของต้นกำลังขับออก มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะกลายเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งจะกลับเป็นโหลดของซิงโครนสมอเตอร์ (ไชยชาญ หินเกิด, 2542 : 97)

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 2

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 2 ชิงโครนสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของชิงโครนสมอเตอร์

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงบอกโครงสร้างและส่วนประกอบหลักๆของชิงโครนสมอเตอร์ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

2. จงบอกหน้าที่ของตัวกระตุ้นมาพอเข้าใจ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จงอธิบายวิธีการเริ่มเดินชิงโครนสมอเตอร์ ที่โรเตอร์มีขดลวดแคมเปอร์อยู่ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ชิงโครนสมอเตอร์ 5 HP 3 phase 380 V 32 pole 50 Hz จะหมุนด้วยความเร็วรอบเท่าใด (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของชิงโครนัสมอเตอร์ คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของโรเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กยื่น

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| ก. จำนวนขั้วแม่เหล็กมีจำนวนมาก | ข. โรเตอร์มีความยาว |
| ค. เส้นผ่าศูนย์กลางมีขนาดโต | ง. ลักษณะโพลเป็นแบบยื่น |
| จ. ใช้ความเร็วรอบของต้นกำลังต่ำ | |

2. การเริ่มเดินของชิงโครนัสมอเตอร์ที่มีขดลวดแอมเพอร์อยู่ที่ปลายโพลทำได้อย่างไร

- | | |
|-------------------------------------|----|
| ก. ใช้ต้นกำลังจุดโรเตอร์ให้หมุนก่อน | ข. |
|-------------------------------------|----|

ใช้การปรับกระแสที่จ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็ก

- | |
|--|
| ค. ใช้วิธีเหมือนมอเตอร์เหนี่ยวนำ |
| ง. ใช้วิธีการเปลี่ยนเส้นแรงแม่เหล็กที่ขั้ว |
| จ. ใช้วิธีการปรับแรงดันที่ขดลวดแอมเพอร์ |

3. ชิงโครนัสมอเตอร์ 48 ขั้ว 50 Hz จะหมุนด้วยความเร็วรอบเท่าไร

- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 125 rpm. | ข. 675 rpm. |
| ค. 225 rpm. | ง. 240 rpm. |
| จ. 485 rpm. | |

4. ชิงโครนัสมอเตอร์ 60 ขั้ว 50 Hz จะหมุนด้วยความเร็วรอบเท่าไร

- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 120 rpm. | ข. 125 rpm. |
| ค. 225 rpm. | ง. 180 rpm. |
| จ. 100 rpm. | |

5. F.D.R. ในวงจรขดลวดสนามแม่เหล็กมีหน้าที่อะไร

- | |
|--|
| ก. ลดกระแสที่ไหลในวงจรขดลวดฟิลด์ขณะเริ่มเดิน |
| ข. ช่วยสร้างเส้นแรงแม่เหล็กขณะเริ่มเดิน |
| ค. ลดแรงดันที่เกิดขึ้นในวงจรขดลวดฟิลด์ขณะเริ่มเดิน |
| ง. เพิ่มแรงบิดในโรเตอร์ขณะเริ่มเดิน |
| จ. ช่วยในการลดความสูญเสียจากแกนเหล็ก |

6. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงซิงโครนัสมอเตอร์ได้ถูกต้อง

- ก. แรงบิดสูงกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ
- ข. กำลังไฟฟ้าสูญเสีย มีค่าต่ำกว่าหม้อแปลงไฟฟ้า
- ค. กระแสที่ใช้ในการเริ่มเกิดจากการป้อนกระแสให้ขดลวดสนามแม่เหล็ก
- ง. ความเร็วรอบเท่ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำ
- จ. ความเร็วรอบเท่ากับสนามแม่เหล็กหมุน

7. เมื่อซิงโครนัสมอเตอร์เริ่มหมุนถ้าไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กจะเกิดอะไรขึ้น

- ก. มอเตอร์จะหยุดหมุน
- ข. กำลังของมอเตอร์จะลดลง
- ค. แรงบิดในการขับโหลดลดลง
- ง. ความเร็วรอบเท่ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำ
- จ. ความเร็วรอบเท่ากับสนามแม่เหล็กหมุน

8. ซิงโครนัสมอเตอร์ 60 Hz หมุนด้วยความเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที จะมีขั้วแม่เหล็กเท่าไร

- ก. 10 pole
- ข. 12 pole
- ค. 14 pole
- ง. 16 pole
- จ. 18 pole

9. ซิงโครนัสมอเตอร์ 60 Hz หมุนด้วยความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที จะมีขั้วแม่เหล็กเท่าไร

- ก. 12 pole
- ข. 10 pole
- ค. 8 pole
- ง. 6 pole
- จ. 4 pole

10. ซิงโครนัสมอเตอร์ 12 ขั้ว 50 Hz จะหมุนด้วยความเร็วรอบเท่าไร

- ก. 600 rpm.
- ข. 900 rpm.
- ค. 750 rpm.
- ง. 725 rpm.
- จ. 500 rpm.

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 2 ซิงโครนัสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์ คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดต่อไปนีกล่าวถึงซิงโครนัสมอเตอร์ได้ถูกต้อง

- ก. แรงบิดสูงกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ
- ข. กำลังไฟฟ้าสูญเสีย มีค่าต่ำกว่าหม้อแปลงไฟฟ้า
- ค. กระแสที่ใช้ในการเริ่มเกิดจากการป้อนกระแสให้ขดลวดสนามแม่เหล็ก
- ง. ความเร็วรอบเท่ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำ
- จ. ความเร็วรอบเท่ากับสนามแม่เหล็กหมุน

2. เมื่อซิงโครนัสมอเตอร์เริ่มหมุนถ้าไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กจะเกิดอะไรขึ้น

- ก. มอเตอร์จะหยุดหมุน
- ข. กำลังของมอเตอร์จะลดลง
- ค. แรงบิดในการขับโหลดลดลง
- ง. ความเร็วรอบเท่ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำ
- จ. ความเร็วรอบเท่ากับสนามแม่เหล็กหมุน

3. ซิงโครนัสมอเตอร์ 60 Hz หมุนด้วยความเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที จะมีขั้วแม่เหล็กเท่าไร

- ก. 10 pole
- ข. 12 pole
- ค. 14 pole
- ง. 16 pole
- จ. 18 pole

4. ซิงโครนัสมอเตอร์ 60 Hz หมุนด้วยความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที จะมีขั้วแม่เหล็กเท่าไร

- ก. 12 pole
- ข. 10 pole
- ค. 8 pole
- ง. 6 pole
- จ. 4 pole

5. ซิงโครนัสมอเตอร์ 12 ขั้ว 50 Hz จะหมุนด้วยความเร็วรอบเท่าไร

- ก. 600 rpm.
- ข. 900 rpm.
- ค. 750 rpm.
- ง. 725 rpm.
- จ. 500 rpm.

6. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของโรเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กยื่น
- ก. จำนวนขั้วแม่เหล็กมีจำนวนมาก
 - ข. โรเตอร์มีความยาว
 - ค. เส้นผ่าศูนย์กลางมีขนาดโต
 - ง. ลักษณะโพลเป็นแบบยื่น
 - จ. ใช้ความเร็วรอบของต้นกำลังต่ำ
7. การเริ่มเดินของซิงโครนสมอเตอร์ที่มีขดลวดแอมเพอร์อยู่ที่ปลายโพลทำได้อย่างไร
- ก. ใช้ต้นกำลังจุดโรเตอร์ให้หมุนก่อน
 - ข. ใช้การปรับกระแสที่จ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็ก
 - ค. ใช้วิธีเหมือนมอเตอร์เหนี่ยวนำ
 - ง. ใช้วิธีการเปลี่ยนเส้นแรงแม่เหล็กที่ขั้ว
 - จ. ใช้วิธีการปรับแรงดันที่ขดลวดแอมเพอร์
8. ซิงโครนสมอเตอร์ 48 ขั้ว 50 Hz จะหมุนด้วยความเร็วรอบเท่าไร
- ก. 125 rpm.
 - ข. 675 rpm.
 - ค. 225 rpm.
 - ง. 240 rpm.
 - จ. 485 rpm.
9. ซิงโครนสมอเตอร์ 60 ขั้ว 50 Hz จะหมุนด้วยความเร็วรอบเท่าไร
- ก. 120 rpm.
 - ข. 125 rpm.
 - ค. 225 rpm.
 - ง. 180 rpm.
 - จ. 100 rpm.
10. F.D.R. ในวงจรขดลวดสนามแม่เหล็กมีหน้าที่อะไร
- ก. ลดกระแสที่ไหลในวงจรขดลวดฟิลด์ขณะเริ่มเดิน
 - ข. ช่วยสร้างเส้นแรงแม่เหล็กขณะเริ่มเดิน
 - ค. ลดแรงดันที่เกิดขึ้นในวงจรขดลวดฟิลด์ขณะเริ่มเดิน
 - ง. เพิ่มแรงบิดในโรเตอร์ขณะเริ่มเดิน
 - จ. ช่วยในการลดความสูญเสียจากแกนเหล็ก

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 6

หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

จำนวน 12 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของชิงโครนัสมอเตอร์

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

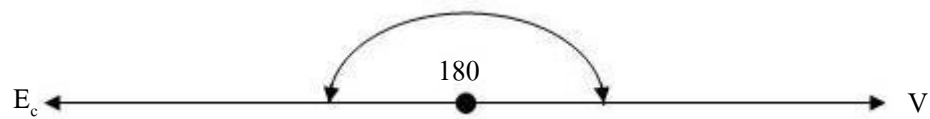
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 7	หน่วยที่ 2
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 7
	ชื่อหน่วย : ชิงโครนัสมอเตอร์	จำนวนคาบรวม 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : เวกเตอร์ไดอะแกรมของชิงโครนัสมอเตอร์ในสภาวะจ่ายโหลด		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่องเวกเตอร์ไดอะแกรมของ ชิงโครนัสมอเตอร์ในสภาวะจ่ายโหลด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ - อธิบายเวกเตอร์ไดอะแกรมของชิงโครนัสมอเตอร์ในสภาวะจ่ายโหลดได้ - มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรงต่อเวลา - แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย - มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ - มีความสนใจใฝ่รู้ - มนุษยสัมพันธ์		เวกเตอร์ไดอะแกรมของชิงโครนัสมอเตอร์ในสภาวะจ่ายโหลด

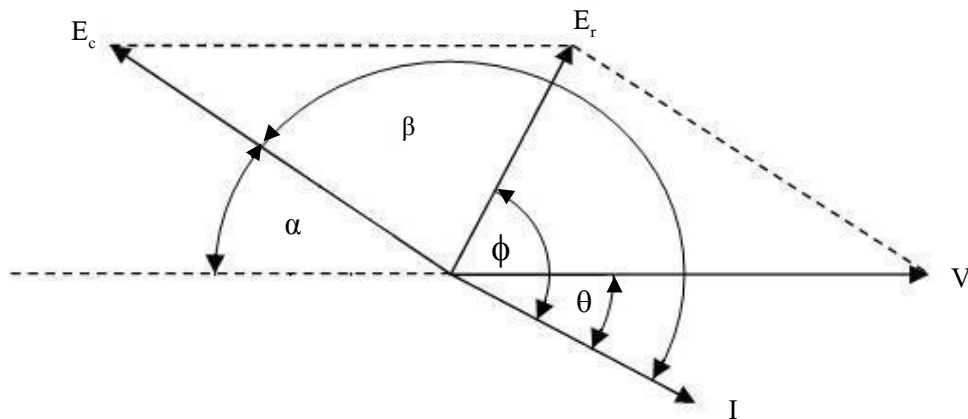
ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous Motor)

2.4 การป้อนโหลดให้ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous on Load)

หลังจากที่ขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์และโรเตอร์ของซิงโครนัสมอเตอร์ ดึงดูดกันได้และเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กัน ทำให้ความเร็วรอบของซิงโครนัสมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน ในขณะที่มอเตอร์ทำงานไม่จ่ายโหลดและไม่คิดค่าสูญเสีย แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับ (Counter E.M.F ; E_c) และแรงดันที่ป้อน (V) จะมีค่าเท่ากัน $E_c = V$ เวกเตอร์ไดอะแกรมดังรูปที่ 2.7 แต่เมื่อป้อนโหลดให้กับมอเตอร์ โรเตอร์จะเลื่อนถอยหลังเป็นมุม ๆ หนึ่ง ขณะนี้ความเร็วรอบของมอเตอร์ยังคงที่ มุมของโรเตอร์ที่เลื่อนถอยหลังนี้เรียกว่า มุมของโหลด (Load Angle) หรือมุมของแรงบิด (Torque Angle) แทนด้วย α ซึ่งความบิดจะมากขึ้นแค่นิดหนึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของโหลดและแรงบิดที่มอเตอร์สร้างขึ้น ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 เวกเตอร์ไดอะแกรมขณะมอเตอร์ไม่จ่ายโหลด



รูปที่ 2.8 เวกเตอร์ไดอะแกรมขณะมอเตอร์จ่ายโหลดเพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าช้า

จากรูปที่ 2.8 ในขณะที่มีโหลด E_c จะเลื่อนถอยหลังไปมากขึ้น มีผลให้มุม α โตขึ้น แรงดันไฟฟ้า E_c เพิ่มขึ้น กระแสที่จ่ายให้มอเตอร์สูงขึ้น ถ้าป้อนโหลดให้มอเตอร์มากเกินไป มอเตอร์จะหยุดหมุน คือจุด Pull Out ของมอเตอร์ ค่า Pull Out Torque จะมีค่าประมาณ 2-3 เท่าของแรงบิดเต็มพิกัด กระแสมอเตอร์หาได้จาก

$$I = \frac{E_r}{Z_r} \quad A$$

กำหนดให้

I	แทนค่า กระแสของมอเตอร์	มีหน่วยเป็น	A
E_r	แทนค่า แรงดันรวมของ E_c และ V	มีหน่วยเป็น	V
Z_s	แทนค่า ซิงโครไนส์อิมพีแดนซ์	มีหน่วยเป็น	Ω
ϕ	แทนค่า มุมระหว่าง I ถัดหลัง E_r	มีหน่วยเป็น	องศา
ϕ	แทนค่า $\tan^{-1}$		
θ	แทนค่า มุมระหว่างกระแส I และแรงดัน V	มีหน่วยเป็น	องศา
α	แทนค่า มุมของโหลดหรือมุมของแรงบิด	มีหน่วยเป็น	องศา
β	แทนค่า มุมระหว่างกระแส I และแรงดัน E_c	มีหน่วยเป็น	องศา

2.5 กำลังกลของซิงโครไนส์มอเตอร์ (Mechanical Power of Synchronous Motor)

กำลังที่จ่ายให้ซิงโครไนส์มอเตอร์

ต่อเฟส P_{in}	=	$V_p I_p \cos\theta$	W
3 เฟส P_{in}	=	$\sqrt{3} V_L I_L \cos\theta$	W
P_{in}	=	$3 V_p I_p \cos\theta$	W

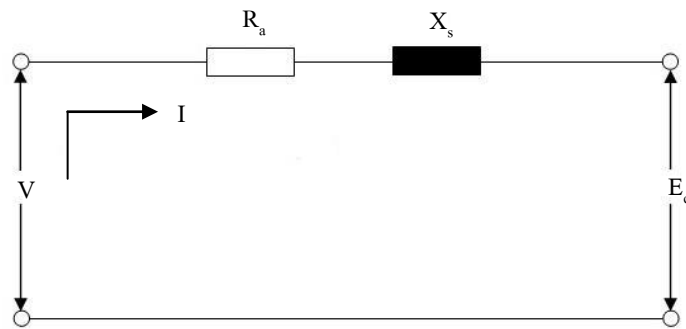
กำลังทางกลของซิงโครไนส์มอเตอร์

ต่อเฟส P_m	=	$E_c I_p \cos\beta$	W
3 เฟส P_m	=	$3 E_c I_p \cos\beta$	W

กำลังอินพุตต่อเฟส = กำลังทางกล + กำลังสูญเสียในขดลวด

P_{in}	=	$P_m + I^2 R_a$	W
P_m	=	$P_{in} - I^2 R_a$	W
3 เฟส P_m	=	$\sqrt{3} V_L I_L \cos\theta - 3 I^2 R_a$	W

2.6 วงจรสมมูลและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับ (Equivalent Circuit and Counter E.M.F.)



รูปที่ 2.9 วงจรสมมูลของซิงโครนัสมอเตอร์

จากรูปที่ 2.9 วงจรสมมูลของซิงโครนัสมอเตอร์เราสามารถหาแรงดันไฟฟ้าได้จากสมการ
ดังนี้

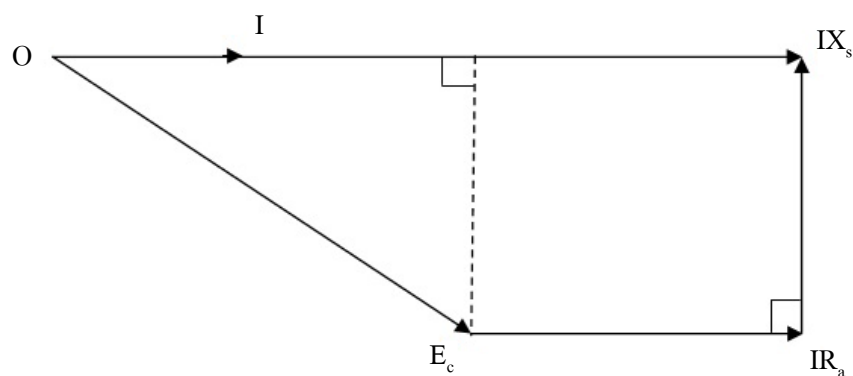
$$V = E_c + I(R_a + jX_s) \quad V \quad (\text{เวกเตอร์})$$

$$E_c = V - I(R_a + jX_s) \quad V \quad (\text{เวกเตอร์})$$

การหาค่า E_c สามารถหาได้จากกรณิเพาเวอร์แฟกเตอร์ 3 กรณีด้วยกัน

2.6.1 เพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับหนึ่ง (Unity Power Factor)

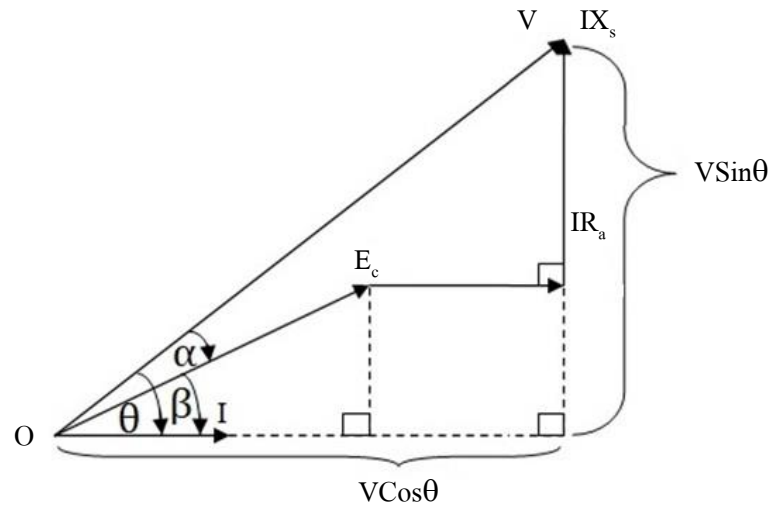
$$E_c = \sqrt{(V - IR_a)^2 + (IX_s)^2} \quad V$$



รูปที่ 2.10 เวกเตอร์ไดอะแกรมเพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับหนึ่ง

2.6.2 เพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าช้า (Lagging Power Factor)

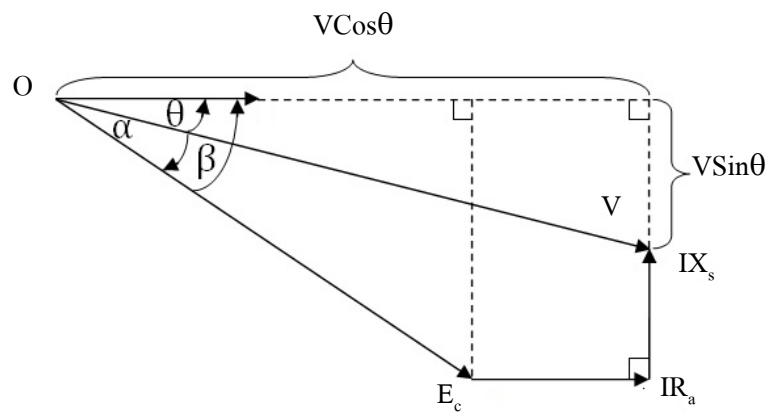
$$E_c = \sqrt{V\cos\theta - IR_a)^2 + (V\sin\theta - IX_s)^2} \quad V$$



รูปที่ 2.11 เวกเตอร์ไดอะแกรมเพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าช้า

2.6.3 เพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้า (Leading Power Factor)

$$E_c = \sqrt{V\cos\theta - IR_a)^2 + (V\sin\theta - IX_s)^2} \quad V$$



รูปที่ 2.12 เวกเตอร์ไดอะแกรมเพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้า

ตัวอย่างที่ 2.1 ชิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส 1200 V ต่อแบบสตาร์และมีความต้านทางต่อเฟส 0.1Ω ชิงโครนัสรีแอกแตนซ์ต่อเฟส 1.5Ω เมื่อมอเตอร์มีโหลดที่ 0.8 เพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้าโดยมีกระแสไหลที่สาย 120 A แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับที่เกิดขึ้นในชิงโครนัสมอเตอร์ต่อเฟส มีค่าเท่าไร

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 E_c &= \sqrt{V \cos \theta - I R_a)^2 + (V \sin \theta - I X_s)^2} & V \\
 V &= \frac{1200}{\sqrt{3}} \\
 &= 693 & V \\
 I R_a &= 120 \times 0.1 \\
 &= 12 & V \\
 I X_s &= 120 \times 1.5 \\
 &= 180 & V \\
 \cos \theta &= 0.8 \\
 \theta &= \cos^{-1}(0.8) \\
 &= 36.86^\circ \\
 \sin 36.86^\circ &= 0.6 \\
 E_c &= \sqrt{[(693 \times 0.8) - 12]^2 + [(693 \times 0.6) + 180]^2} & V \\
 &= \sqrt{294,197.76 + 354,977.64} \\
 &= \sqrt{649,175.4} \\
 E_c &= 805 & V \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 2

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 2 ชิงโครนสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง เวกเตอร์ไดอะแกรมของชิงโครนสมอเตอร์ในสภาวะจ่ายโหลด

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงบอกคุณลักษณะของชิงโครนสมอเตอร์ ว่ามีอะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2. ชิงโครนสมอเตอร์ 3 เฟส 1200 V ต่อแบบสตาร์และมีความต้านทานต่อเฟส 0.1Ω ชิงโครนส-รีแอคแตนซ์ต่อเฟส 2Ω เมื่อมอเตอร์มีโหลดที่ 0.8 เพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าช้า โดยที่มีกระแส-ไหลที่สาย 180 A แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับที่เกิดขึ้นในชิงโครนสมอเตอร์ต่อเฟสมีค่าเท่าไร (15 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง เวกเตอร์ไดอะแกรมของชิงโครนัสมอเตอร์ในสภาวะจ่ายโหลด คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดต่อไปนี้จะไม่เกิดขึ้น เมื่อเราต่อโหลดเข้าที่เพลลาของชิงโครนัสมอเตอร์

ก. ความเร็วรอบคงที่	ข. มีค่ามุมแรงบิด (α) เกิดขึ้น
ค. กระแสที่สเตเตอร์เพิ่มขึ้น	ง. แรงดันที่สเตเตอร์เพิ่มขึ้น
จ. กำลังอินพุตคงที่	
2. ข้อใดไม่ใช่พาวเวอร์แฟกเตอร์ที่เกิดขึ้นในชิงโครนัสมอเตอร์

ก. Over Load	ข. Unity
ค. Lagging	ง. Leading
จ. 100%	
3. ข้อใดคือคุณลักษณะของชิงโครนัสมอเตอร์

ก. เส้นแรงแม่เหล็กคงที่เมื่อเพิ่มโหลด	ข. กระแสคงที่เมื่อเพิ่มโหลด
ค. ความเร็วรอบคงที่เมื่อเพิ่มโหลด	ง. แรงบิดคงที่เมื่อเพิ่มโหลด
จ. แรงดันคงที่เมื่อเพิ่มโหลด	
4. ถ้าเราเพิ่มโหลดมากเกินไปจนกระทั่งโรเตอร์ถูกดึงออกจากความเร็วชิงโครนัสเราเรียกว่าอะไร

ก. Pull Out Torque	ข. Pull In Torque
ค. Total Torque	ง. Running Torque
จ. Starting Torque	
5. ข้อใดคือสมการกำลังการกลต่อเฟสของชิงโครนัสมอเตอร์

ก. $P_m = V I \cos \theta$	ข. $P_m = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta$
ค. $P_m = E_c I \cos \beta$	ง. $P_m = \sqrt{3} V_L I_L \cos \beta$
จ. $P_m = 3 E_c I \cos \beta$	

6. ข้อใดคือสมการเวกเตอร์ของการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับของซิงโครนัสมอเตอร์

ก. $V = E_c + I(R_a + jX_s)$

ข. $V = E_c - I(R_a + jX_s)$

ค. $E_c = V + I(R_a + jX_s)$

ง. $E_c = V - I(R_a + jX_s)$

จ. $E_c = V + IZ_s$

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7 ถึงข้อ 10 ซิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส 380 V ต่อแบบเดลตา และมีความต้านทานต่อเฟส 0.1Ω ซิงโครนัสรีแอกแตนซ์ต่อเฟส 1.2Ω มีกระแสไหลในสาย 100 A เมื่อทำงานมีเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 นำหน้า

7. แรงดันตกคร่อมในซิงโครนัสอิมพีแดนซ์มีค่าเท่าไร

ก. 39.8 V

ข. 49.9 V

ค. 58.9 V

ง. 59.5 V

จ. 69.5 V

8. แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ต่อเฟสมีค่าเท่าไร

ก. 220 V

ข. 380 V

ค. 400 V

ง. 500 V

จ. 550 V

9. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อเฟสมีค่าเท่าไร

ก. 721 V

ข. 641 V

ค. 621 V

ง. 521 V

จ. 421 V

10. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่สายมีค่าเท่าไร

ก. 721 V

ข. 641 V

ค. 621 V

ง. 521 V

จ. 421 V

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง เวกเตอร์ไดอะแกรมของชิงโครนัสมอเตอร์ในสภาวะจ่ายโหลด คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในการตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดคือสมการเวกเตอร์ของการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับของชิงโครนัสมอเตอร์

ก. $V = E_c + I(R_a + jX_s)$

ข. $V = E_c - I(R_a + jX_s)$

ค. $E_c = V + I(R_a + jX_s)$

ง. $E_c = V - I(R_a + jX_s)$

จ. $E_c = V + IZ_s$

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7 ถึงข้อ 10 ชิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส 380 V ต่อแบบเดลตา และมีความต้านทานต่อเฟส 0.1Ω ชิงโครนัสรีแอกแตนซ์ต่อเฟส 1.2Ω มีกระแสไหลในสาย 100 A เมื่อทำงานมีเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 นำหน้า

2. แรงดันตกคร่อมในชิงโครนัสรีแอกแตนซ์มีค่าเท่าไร

ก. 39.8 V

ข. 49.9 V

ค. 58.9 V

ง. 59.5 V

จ. 69.5 V

3. แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ต่อเฟสมีค่าเท่าไร

ก. 220 V

ข. 380 V

ค. 400 V

ง. 500 V

จ. 600 V

4. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อเฟสมีค่าเท่าไร

ก. 721 V

ข. 621 V

ค. 621 V

ง. 521 V

จ. 421 V

5. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่สายมีค่าเท่าไร

ก. 721 V

ข. 621 V

ค. 621 V

ง. 521 V

จ. 421 V

6. ข้อใดต่อไปนี้จะไม่เกิดขึ้น เมื่อเราต่อโหลดเข้าที่เพลลาของซิงโครนัสมอเตอร์
- | | |
|------------------------------|---|
| ก. ความเร็วรอบคงที่ | ข. มีค่ามุมแรงบิด (α) เกิดขึ้น |
| ค. กระแสที่สเตเตอร์เพิ่มขึ้น | ง. แรงดันที่สเตเตอร์เพิ่มขึ้น |
| จ. กำลังอินพุตคงที่ | |
7. ข้อใดไม่ใช่พาวเวอร์แฟกเตอร์ที่เกิดขึ้นในซิงโครนัสมอเตอร์
- | | |
|--------------|------------|
| ก. Over Load | ข. Unity |
| ค. Lagging | ง. Leading |
| จ. 100% | |
8. ข้อใดคือคุณลักษณะของซิงโครนัสมอเตอร์
- | |
|---------------------------------------|
| ก. เส้นแรงแม่เหล็กคงที่เมื่อเพิ่มโหลด |
| ข. กระแสคงที่เมื่อเพิ่มโหลด |
| ค. ความเร็วรอบคงที่เมื่อเพิ่มโหลด |
| ง. แรงบิดคงที่เมื่อเพิ่มโหลด |
| จ. แรงดันคงที่เมื่อเพิ่มโหลด |
9. ถ้าเราเพิ่มโหลดมากเกินไปจนกระทั่งโรเตอร์ถูกดึงออกจากความเร็วซิงโครนัสเราเรียกว่าอะไร
- | | |
|--------------------|-------------------|
| ก. Pull Out Torque | ข. Pull In Torque |
| ค. Total Torque | ง. Running Torque |
| จ. Starting Torque | |
10. ข้อใดคือสมการกำลังการกลต่อเพลลาของซิงโครนัสมอเตอร์
- | |
|--|
| ก. $P_m = V I \cos\theta$ |
| ข. $P_m = \sqrt{3} V_L I_L \cos\theta$ |
| ค. $P_m = E_c I \cos\beta$ |
| ง. $P_m = \sqrt{3} V_L I_L \cos\beta$ |
| จ. $P_m = 3 E_c I \cos\beta$ |

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 7

หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

จำนวน 12 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง เวกเตอร์ไดอะแกรมของชิงโครนัสมอเตอร์ในสภาวะจ่ายโหลด

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 8	หน่วยที่ 2
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 8
	ชื่อหน่วย : ชิงโครนัสมอเตอร์	จำนวนคาบรวม 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : การปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่องการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ - อธิบายวิธีการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์ได้ - มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรงต่อเวลา - แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย - มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ - มีความสนใจใฝ่รู้ - มนุษยสัมพันธ์		การปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์

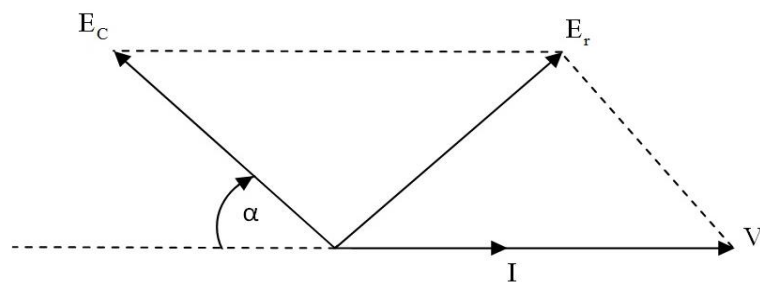
ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous Motor)

2.7 การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ของซิงโครนัสมอเตอร์ (Adjusting Power Factor of Synchronous Motor)

การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ของซิงโครนัสมอเตอร์ เราสามารถปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ ได้ โดยการปรับกระแสกระตุ้นขดลวดสนามแม่เหล็ก ซึ่งเราสามารถปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ 3 กรณี

2.7.1 เพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับหนึ่ง (Unity Power Factor)

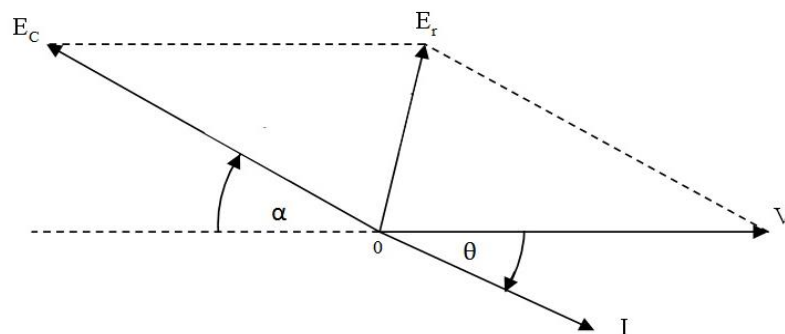
การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ของซิงโครนัสมอเตอร์ให้มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับหนึ่ง ทำได้โดยการปรับกระแสที่จ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กเท่ากับกระแสที่จ่ายปกติ (Normal Field Excitation)



รูปที่ 2.13 เวกเตอร์ไดอะแกรมเพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับหนึ่ง

2.7.2 เพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าช้า (Lagging Power Factor)

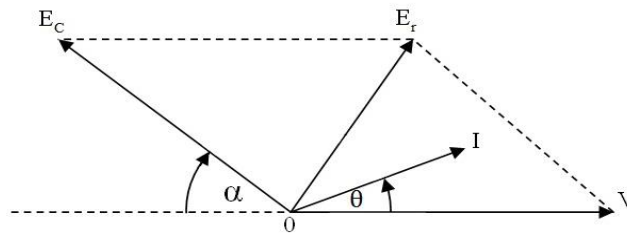
การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ของซิงโครนัสมอเตอร์ให้มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าช้า ทำได้โดยการปรับกระแสที่จ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กลดลงต่ำกว่ากระแสที่จ่ายปกติ (Under Field Excitation)



รูปที่ 2.14 เวกเตอร์ไดอะแกรมเพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าช้า

2.7.3 เพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้า (Leading Power Factor)

การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ของซิงโครนัสมอเตอร์ให้มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้า ทำได้โดยการปรับกระแสที่จ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กมากกว่ากระแสที่จ่ายปกติ (Over Field Excitation) การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้า ซิงโครนัสมอเตอร์ก็จะอยู่ในสถานะซิงโครนัสคอนเดนเซอร์สามารถนำไปแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ในระบบได้

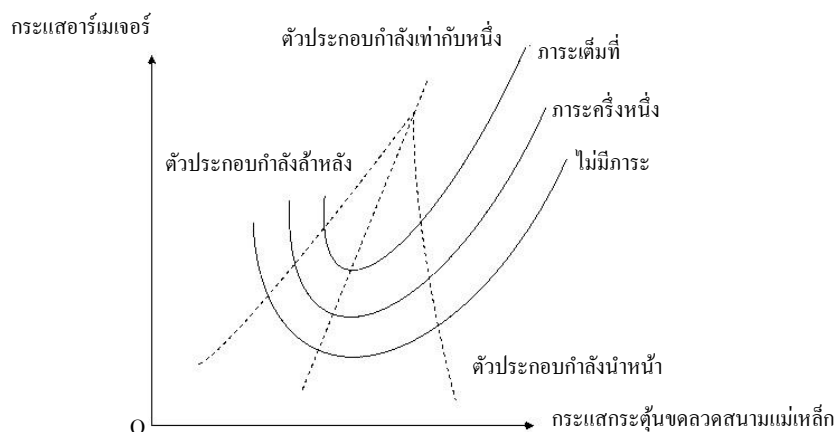


รูปที่ 2.15 เวกเตอร์ไดอะแกรมเพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้า

2.8 หลักการของการกระตุ้นขดลวดสนามแม่เหล็ก

2.8.1 ขนาดกระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์จะแปรผกผันกับการกระตุ้นที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์จะสูงเมื่อกระตุ้นน้อยและกระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ จะต่ำเมื่อกระตุ้นมาก (จะเกิดล้าหลังเมื่อกระตุ้นน้อยและจะเกิดนำหน้าเมื่อกระตุ้นมาก) ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงการกระตุ้นจะสามารถนำมาเขียนเส้นโค้งได้ดังแสดงในรูปที่ 2.16 เส้นโค้งนี้เรียกว่าเส้นโค้งวี (V-Curve)

2.8.2 ที่อินพุตเดียวกันกระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงย่านกว้างและเป็นเหตุให้ตัวประกอบกำลังเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งตัวประกอบกำลังเท่ากับหนึ่ง กระแสไฟฟ้า ที่อาร์เมเจอร์จะมีค่าต่ำที่สุด



รูปที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์และกระแสกระตุ้นขดลวดสนามแม่เหล็ก

ตัวอย่างที่ 2.2 ชิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส 1200 V ต่อแบบเดลตาและมีความต้านทานต่อเฟส 0.2Ω ชิงโครนัสรีแอ็กแตนซ์ต่อเฟส 3Ω เมื่อมอเตอร์มีโหลดที่ 0.75 เพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าหลัง โดยมีกระแสไหลที่สาย 150 A จงคำนวณหาค่าของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับที่เกิดขึ้นใน ชิงโครนัสมอเตอร์ต่อเฟส

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 E_c &= \sqrt{V \cos \theta - I R_a)^2 + (V \sin \theta - I X_s)^2} & V \\
 V &= 1200 & V \\
 I &= \frac{150}{\sqrt{3}} \\
 &= 86.6 & A \\
 I R_a &= 86.6 \times 0.2 \\
 &= 17.32 & V \\
 I X_s &= 86.6 \times 3 \\
 &= 259.8 & V \\
 \cos \theta &= 0.75 \\
 \theta &= \cos^{-1}(0.75) \\
 &= 41.4^\circ \\
 \sin 41.4^\circ &= 0.66 \\
 E_c &= \sqrt{[(1200 \times 0.75) - 17.32]^2 + [(1200 \times 0.66) + 259.8]^2} & V \\
 &= \sqrt{779124 + 1106283.24} \\
 &= \sqrt{1885407.24} \\
 E_c &= 1,373 & V \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 2

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง การปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงบอกวิธีการปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์ มาพอเข้าใจ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ชิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส 2,200 V ต่อแบบสตาร์ และมีความต้านทางต่อเฟส 0.3Ω ชิงโครนัส รีแอคแตนซ์ต่อเฟส 3.2Ω เมื่อมอเตอร์มีโหลดที่ 0.8 เพาเวอร์แฟกเตอร์นำหน้าโดยมีกระแส-ไหลที่สาย 180 A แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในชิงโครนัสมอเตอร์ต่อเฟสมีค่าเท่าไร (15 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง การปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้านหลังของชิงโครนัสมอเตอร์ทำได้อย่างไร

ก. ปรับกระแสฟิลด์ต่ำกว่าพิกัด	ข. ปรับกระแสฟิลด์สูงกว่าพิกัด
ค. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับพิกัด	ง. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับสเตเตอร์
จ. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับโรเตอร์	
2. การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์หน้าของชิงโครนัสมอเตอร์ทำได้อย่างไร

ก. ปรับกระแสฟิลด์ต่ำกว่าพิกัด	ข. ปรับกระแสฟิลด์สูงกว่าพิกัด
ค. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับพิกัด	ง. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับสเตเตอร์
จ. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับโรเตอร์	
3. การที่จะให้ชิงโครนัสมอเตอร์ทำหน้าที่แก้เพาเวอร์แฟกเตอร์จะอย่างไร

ก. ปรับกระแสฟิลด์ต่ำกว่าพิกัด	ข. ปรับกระแสฟิลด์สูงกว่าพิกัด
ค. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับพิกัด	ง. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับสเตเตอร์
จ. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับโรเตอร์	
4. ข้อใดคือคุณสมบัติของชิงโครนัสมอเตอร์ที่ดีกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ

ก. จ่ายโหลดได้มากกว่าในขณะที่พิกัดเท่ากัน	ข. จ่ายกระแสให้สเตเตอร์น้อยกว่าเมื่อโหลดเท่ากัน
ค. ต้องการแรงบิดน้อยกว่าเมื่อโหลดเท่ากัน	ง. ความเร็วรอบมอเตอร์เท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็ก
จ. การเริ่มหมุนทำได้ง่ายกว่า	
5. ข้อใดคือข้อแตกต่างของโครงสร้างระหว่างชิงโครนัสมอเตอร์กับมอเตอร์เหนี่ยวนำ

ก. ขดลวดที่สเตเตอร์	ข. ขดลวดที่ขั้วแม่เหล็ก
ค. โครงของมอเตอร์	ง. เฟลาของมอเตอร์
จ. ฝาปิดหัวท้าย	

6. การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับหนึ่งของซิงโครนสมอเตอร์ทำได้อย่างไร

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| ก. ปรับกระแสฟลักซ์ต่ำกว่าพิกัด | ข. ปรับกระแสฟลักซ์สูงกว่าพิกัด |
| ค. ปรับกระแสฟลักซ์เท่ากับพิกัด | ง. ปรับกระแสฟลักซ์เท่ากับสเตเตอร์ |
| จ. ปรับกระแสฟลักซ์เท่ากับโรเตอร์ | |

7. ซิงโครนสมอเตอร์ที่ใช้แก้เพาเวอร์แฟกเตอร์เรียกว่าอะไร

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| ก. ซิงโครนสตินดักชัน | ข. ซิงโครนสตินดักเตอร์ |
| ค. ซิงโครนสคอนเดนเซอร์ | ง. ซิงโครนสตีเตอร์ |
| จ. ซิงโครนสทรานสฟอร์เมอร์ | |

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 8 ถึงข้อ 10 ซิงโครนสมอเตอร์ 3 เฟส 380 V 50 HP ต่อแบบสตาร์มีความต้านทานต่อเฟส 0.2Ω และซิงโครนสรีแอกแตนซ์ต่อเฟส 2.5Ω มีกระแสไหลในสาย 76 A ทำงานที่โหลดเต็มทีเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 นำหน้า

8. กำลังเอาต์พุตของมอเตอร์มีค่าเท่าไร

- | | |
|------------|------------|
| ก. 40 kW | ข. 39.3 kW |
| ค. 37.3 kW | ง. 36.3 kW |
| จ. 38.3 kW | |

9. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อเฟสมีค่าเท่าไร

- | | |
|----------|----------|
| ก. 753 V | ข. 365 V |
| ค. 397 V | ง. 375 V |
| จ. 357 V | |

10. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่สายมีค่าเท่าไร

- | | |
|----------|----------|
| ก. 681 V | ข. 619 V |
| ค. 618 V | ง. 628 V |
| จ. 620 V | |

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

ชื่อเรื่อง การปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับหนึ่งของชิงโครนัสมอเตอร์ทำได้อย่างไร

ก. ปรับกระแสฟิลด์ต่ำกว่าปกติ

ข. ปรับกระแสฟิลด์สูงกว่าปกติ

ค. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับปกติ

ง. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับสเตเตอร์

จ. ปรับกระแสฟิลด์เท่ากับโรเตอร์

2. ชิงโครนัสมอเตอร์ที่ใช้แก้เพาเวอร์แฟกเตอร์เรียกว่าอะไร

ก. ชิงโครนัสอินดักชัน

ข. ชิงโครนัสอินดักเตอร์

ค. ชิงโครนัสคอนเดนเซอร์

ง. ชิงโครนัสฮีตเตอร์

จ. ชิงโครนัสทรานส์ฟอร์เมอร์

โจทย์ข้อต่อไปนี้นำไปใช้ตอบคำถามข้อ 3 ถึงข้อ 5 ชิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส 380 V 50 HP ต่อแบบสตาร์มีความต้านทานต่อเฟส 0.2Ω และชิงโครนัสรีแอคแตนซ์ต่อเฟส 2.5Ω มีกระแสไหลในสาย 76 A ทำงานที่โหลดเต็มทีเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 นำหน้า

3. กำลังเอาต์พุตของมอเตอร์มีค่าเท่าไร

ก. 40 kW

ข. 39.3 kW

ค. 37.3 kW

ง. 36.3 kW

จ. 38.3 kW

4. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อเฟสมีค่าเท่าไร

ก. 753 V

ข. 365 V

ค. 397 V

ง. 375 V

จ. 357 V

5. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่สายมีค่าเท่าไร

ก. 681 V

ข. 619 V

ค. 618 V

ง. 628 V

จ. 620 V

6. การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้านหลังของชิงโครนสมอเตอร์ทำได้อย่างไร
- ก. ปรับกระแสฟิลต์ต่ำกว่าพิกัด ข. ปรับกระแสฟิลต์สูงกว่าพิกัด
ค. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับพิกัด ง. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับสเตเตอร์
จ. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับโรเตอร์
7. การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์หน้าหน้าของชิงโครนสมอเตอร์ทำได้อย่างไร
- ก. ปรับกระแสฟิลต์ต่ำกว่าพิกัด ข. ปรับกระแสฟิลต์สูงกว่าพิกัด
ค. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับพิกัด ง. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับสเตเตอร์
จ. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับโรเตอร์
8. การที่จะให้ชิงโครนสมอเตอร์ทำหน้าที่แก้เพาเวอร์แฟกเตอร์จะทำอย่างไร
- ก. ปรับกระแสฟิลต์ต่ำกว่าพิกัด ข. ปรับกระแสฟิลต์สูงกว่าพิกัด
ค. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับพิกัด ง. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับสเตเตอร์
จ. ปรับกระแสฟิลต์เท่ากับโรเตอร์
9. ข้อใดคือคุณสมบัติของชิงโครนสมอเตอร์ที่ดีกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ
- ก. จ่ายโหลดได้มากกว่าในขณะที่พิกัดเท่ากัน
ข. จ่ายกระแสให้สเตเตอร์น้อยกว่าเมื่อโหลดเท่ากัน
ค. ต้องการแรงบิดน้อยกว่าเมื่อโหลดเท่ากัน
ง. ความเร็วรอบมอเตอร์เท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็ก
จ. การเริ่มหมุนทำได้ง่ายกว่า
10. ข้อใดคือข้อแตกต่างของโครงสร้างระหว่างชิงโครนสมอเตอร์กับมอเตอร์เหนี่ยวนำ
- ก. ขดลวดที่สเตเตอร์
ข. ขดลวดที่ขั้วแม่เหล็ก
ค. โครงของมอเตอร์
ง. เฟลาของมอเตอร์
จ. ฝาปิดหัวท้าย

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 8

หน่วยที่ 2 ชิงโครนัสมอเตอร์

จำนวน 12 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง การปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของชิงโครนัสมอเตอร์

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 3
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 9
	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส	จำนวนคาบรวม 28 ชม.
ชื่อเรื่อง : หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่องหลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ - อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสได้ - บอกโครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสได้ - คำนวณหาค่าสลิป ความถี่โรเตอร์ และความเร็วรอบโรเตอร์ได้ - มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรงต่อเวลา - แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย - มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ - มีความสนใจใฝ่รู้ - มนุษยสัมพันธ์		- หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส - โครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส - ค่าสลิปความถี่โรเตอร์ และความเร็วรอบโรเตอร์

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

(Three-phase Induction Motor)

3.1 โครงสร้างและส่วนประกอบ

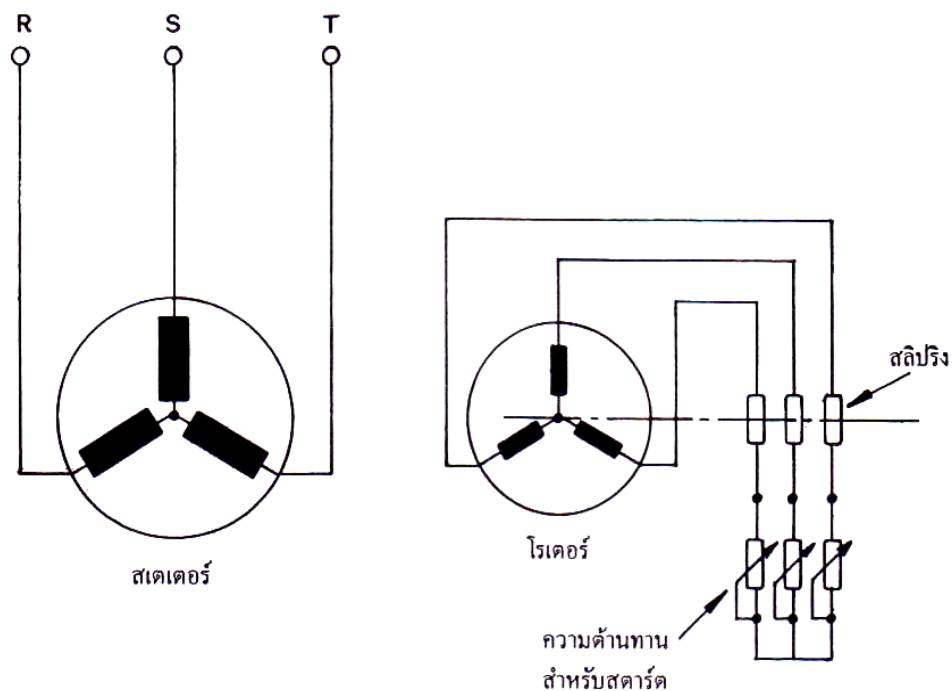
มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันทั่วไปโดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรม มีข้อดีคือ ไม่มีแปรงถ่าน ทำให้การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานลดลง สร้างง่าย ราคาถูก การเริ่มหมุนทำได้ง่าย การดูแลบำรุงรักษาค่า มีข้อเสียคือ มีแรงบิดเริ่มหมุนต่ำ การควบคุมความเร็วรอบทำได้ยาก โครงสร้างแบ่งออกได้เป็น

3.1.1 สเตเตอร์หรือส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) สเตเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส โดยทำมาจากแผ่นเหล็กบาง ๆ อัดซ้อนเข้าด้วยกันและทำเป็นช่องสล็อตไว้บรรจุขดลวด และจำนวนขั้วแม่เหล็กและความถี่จะเป็นตัวกำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์เมื่อเราจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งหมุนด้วยความเร็วเชิงโคโรนา ($N_s = \frac{120f}{p}$) สนามแม่เหล็กที่หมุนจะเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้นในโรเตอร์ ซึ่งเป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำ

3.1.2 โรเตอร์หรือส่วนที่หมุน (Rotor) โรเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) มอเตอร์ที่ใช้โรเตอร์ชนิดนี้เรียกว่า มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก มีประมาณ 90% ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ ทั้งนี้เนื่องจากทำได้ง่ายและทนทาน โดยประกอบด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ อัดซ้อนกันเป็นรูปทรงกระบอก และถูกทำให้เป็นช่องสล็อตขนานกันเพื่อบรรจุตัวนำของโรเตอร์ลงในช่องสล็อตนั้น ตัวนำที่ฝังจะเป็นแท่งทองแดงอะลูมิเนียม หรืออัลลอย โดยในหนึ่งสล็อตจะบรรจุตัวนำเพียง 1 แท่งเท่านั้น ปลายสุดของแท่งตัวนำทั้ง 2 ด้าน จะถูกลัดวงจรเข้าด้วยกันโดยการบัดกรี หรือเชื่อมด้วยไฟอย่างถาวร จึงไม่สามารถที่จะนำความต้านทานจากภายนอกมาต่ออนุกรมเข้ากับวงจรโรเตอร์เพื่อช่วยในการเริ่มหมุนได้ สล็อตของโรเตอร์จะวางให้มีลักษณะที่ไม่ขนานกับเพลลา โดยเฉียงเล็กน้อยเพื่อช่วยให้มอเตอร์หมุนได้เร็ว ด้วยการลดการสั่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Hum) และช่วยในการลดการเกิดการลื่นของโรเตอร์ อันเนื่องมาจากสนามแม่เหล็กตกค้างอยู่ที่ฟัน (Teeth) ของสเตเตอร์กับโรเตอร์ ส่วนโรเตอร์แบบอื่น ๆ ก็มีลักษณะคล้ายกันกับโรเตอร์แบบกรงกระรอก โดยประกอบด้วยแท่งเหล็กทรงกระบอกตัน มอเตอร์จะหมุนได้ขึ้นอยู่กับผลของการเกิดกระแสไหลวนในแท่งเหล็กของโรเตอร์

2. โรเตอร์แบบพันขดลวดหรือเฟสวางค์โรเตอร์ (Wound Rotor or Phase Wound Rotor) มอเตอร์ที่ใช้โรเตอร์ชนิดนี้เรียกว่า มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบโรเตอร์พันขดลวด หรือเฟสวางค์มอเตอร์ หรือสลีปรिंगมอเตอร์ (Wound Rotor Motor or Phase Wound Motor or Slipring Motor) โรเตอร์ชนิดนี้จะพบมากในมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสและมีการพันแบบขดลวดสองชั้นเหมือนกับขดลวดที่ใช้ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ในโรเตอร์ชนิดนี้ภายในจะต่อแบบสตาร์ และมีปลายสายออกมา 3 ปลายต่อเข้ากับสลีปรिंगที่ติดกับเพลลาของโรเตอร์นั้นและโรเตอร์แบบโรเตอร์พันขดลวดสามารถที่จะนำความต้านทานที่ต่อแบบสตาร์ต่อเข้ากับสลีปรिंगของโรเตอร์ เพื่อช่วยในการเริ่มหมุนของมอเตอร์ เป็นการเพิ่มแรงบิดขณะเริ่มหมุนของมอเตอร์ ความต้านทานที่นำมาต่อเข้าไปนี้มีลักษณะการต่อดังแสดงในรูปที่ 3.1 แต่เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนไปแล้วสลีปรึงจะถูกลัดวงจรกลายเป็นโรเตอร์แบบกรงกระรอก (ไชยชาญ หินเกิด, 2542 : 136)



รูปที่ 3.1 แสดงการต่อความต้านทานจากภายนอกเข้ากับโรเตอร์แบบพันขดลวด

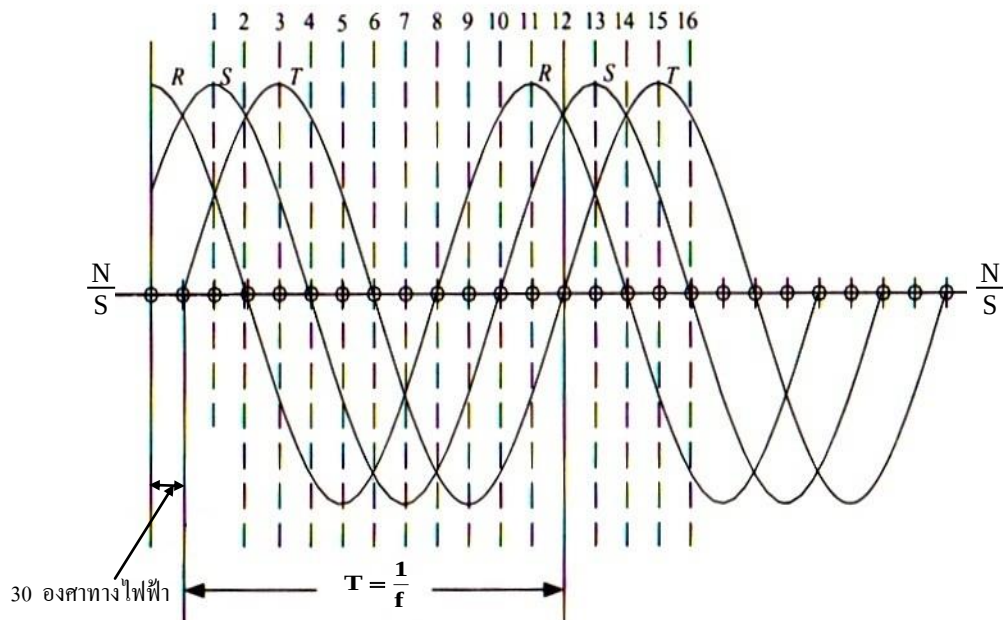
(ที่มา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 137)

3.2 สนามแม่เหล็กของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส (Rotating Field of Three phase Induction Motor)

เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ให้กับชุดขดลวดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในมอเตอร์ โดยจะหมุนติดกับตัวนำในตัวหมุนทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในตัวนำที่ฝังอยู่ในตัวหมุนและเกิดสนามแม่เหล็กในตัวหมุน เพราะที่ตัวหมุนมีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำอยู่ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเป็นขั้วเหนือและขั้วใต้เช่นเดียวกับที่ส่วนที่อยู่กับที่ สนามแม่เหล็กหมุนที่ส่วนที่อยู่กับที่จะเกิดการผลักและดูดกับขั้วแม่เหล็กที่เกิดที่ตัวหมุนทำให้เกิดแรงบิดขึ้น พิจารณารูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 เป็นการแสดงถึงการเกิดสนามแม่เหล็กหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส ชนิด 2 ขั้ว

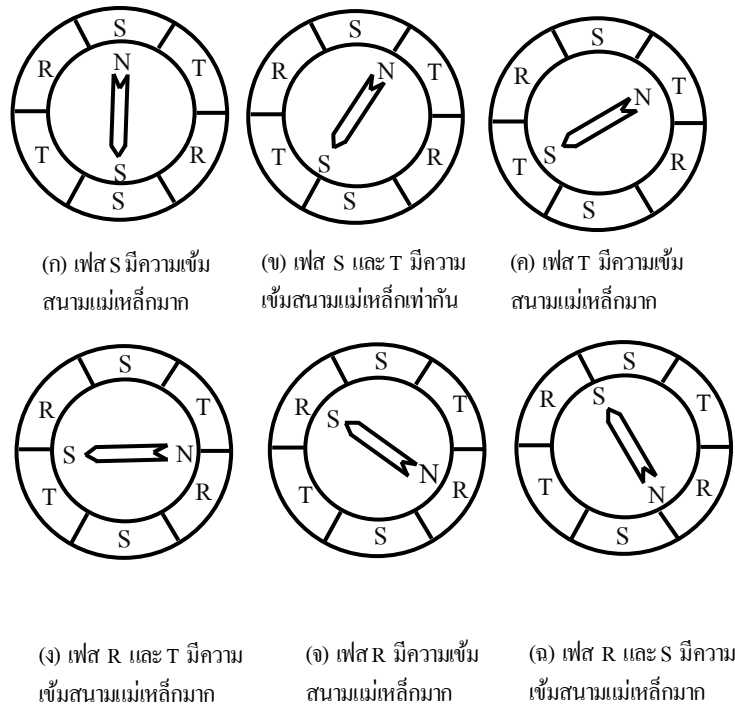
จุดที่ 1 บนรูปคลื่นไซน์ พบว่าเฟส S อยู่ที่ตำแหน่งความเข้มสนามแม่เหล็กขั้วเหนือสูงสุด เฟส R ก็เป็นขั้วเหนือเช่นกันแต่อยู่ในช่วงความเข้มสนามแม่เหล็กลดลง ส่วนเฟส T เป็นขั้วเหนืออยู่ในช่วงความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3 (ก) ส่วนที่อยู่กับที่คือเฟส S เป็นขั้วเหนือมาก เฟส R และเฟส T เป็นขั้วเหนือน้อย

พิจารณาจุดที่ 2 บนรูปคลื่นไซน์ เฟส R เป็น 0 เฟส S เป็นขั้วเหนืออยู่ในช่วงความเข้มสนามแม่เหล็กลดลง ส่วนเฟส T เป็นขั้วเหนือแต่อยู่ในช่วงความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3 (ข) ส่วนที่อยู่กับที่ เฟส R เป็น 0 เฟส S และเฟส T เป็นขั้วเหนือและมีความเข้มสนามแม่เหล็กเท่ากัน โดยจะเกิดขึ้นในระหว่าง 2 เฟส คือเฟส S กับเฟส T ดังนั้นจากจุดที่ 1 ไปจุดที่ 2 ขั้วเหนือจะเคลื่อนที่ไป 30° ไฟฟ้า ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา



รูปที่ 3.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้า 3 เฟส รูปคลื่นไซน์

(ที่มา ; ปัญญา ยอดโอวาท 2547 : 201)



รูปที่ 3.3 สนามแม่เหล็กหมุนในมอเตอร์ 3 เฟส 2 ขั้ว

(ที่มา ; ปัญญา ยอดโอวาท 2547 : 201)

พิจารณาจุดที่ 3 บนรูปคลื่นไซน์ เฟส T จะมีความเข้มสนามแม่เหล็กของขั้วเหนือสูง เฟส S ความเข้มสนามแม่เหล็กลดลงจากสูงสุดและเฟส R เป็นขั้วได้ ความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3 (ค) ส่วนที่อยู่กับที่เฟส T จะเป็นขั้วเหนือและมีความเข้มสนามแม่เหล็กมาก ส่วนเฟส S มีความเข้มสนามแม่เหล็กของขั้วเหนือต่ำ เฟส R เป็นขั้วได้น้อย ดังนั้นจากจุดที่ 2 ไปจุดที่ 3 ขั้วเหนือจะเคลื่อนที่ไป 30° ไฟฟ้า ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ที่จุดต่าง ๆ บนรูปคลื่นไซน์ มีคาบเกิดหมุนเวียนกันไป

3.2.1 ความเร็วโรเตอร์และสลลิป (Rotor Speed and Slip)

สลลิปหรือไกล คือความแตกต่างระหว่างความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนหรือความเร็วซิงโครนัส (N_s) และความเร็วรอบของโรเตอร์หรือมอเตอร์ (N_r) ความเร็วรอบของโรเตอร์จะหมุนช้ากว่าความเร็วซิงโครนัสซึ่งขึ้นอยู่กับโหลดที่ต่อกับมอเตอร์ ค่าสลลิปนี้นิยมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากสมการดังนี้

$$S = \left(\frac{N_s - N_r}{N_s} \right)$$

$$\%S = \left(\frac{N_s - N_r}{N_s} \right) \times 100$$

$$N_L = N_s - N_r \quad \text{rpm.}$$

$$N_r = N_s (1-S) \quad \text{rpm.}$$

กำหนดให้

$$\begin{aligned}
 N_s &= \text{ความเร็วซิงโครนัส (} N_s = 120f/P \text{)} && \text{rpm.} \\
 N_r &= \text{ความเร็วโรเตอร์} && \text{rpm.} \\
 N_L &= \text{ความเร็วสลิป} && \text{rpm.} \\
 S &= \text{สลิป}
 \end{aligned}$$

3.2.2 แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและความถี่ของโรเตอร์ (Induced E.M.F. and Rotor Frequency)

แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในโรเตอร์ จะขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์และจำนวน

รอบขดลวดที่โรเตอร์ต่อสเตเตอร์หาได้จากสมการ

$$E_2 = V \times \frac{N_2}{N_1} \quad V$$

เมื่อโรเตอร์หมุน $E_r = SE_2 \quad V$

ความถี่โรเตอร์หาได้จากสมการ

$$N_s - N_r = \frac{120f_r}{P} \quad (1)$$

$$N_s = \frac{120f}{P} \quad (2)$$

เอาสมการที่ (1) ตั้งหารด้วยสมการที่ (2) จะได้

$$\begin{aligned}
 \frac{N_s - N_r}{N_s} &= \frac{f_r}{f} \\
 f_r &= Sf \quad \text{Hz}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ตัวหนึ่งมี 6 ขั้ว ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายที่มีความถี่ 50 Hz

จงคำนวณหา

- ก. ความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์
- ข. ความเร็วรอบของโรเตอร์ เมื่อมีสลิป 3 เปอร์เซ็นต์
- ค. ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์ เมื่อสลิป 3 เปอร์เซ็นต์
- ง. ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์ขณะเริ่มหมุน (Standstill)

วิธีทำ

ก. ความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์

$$\begin{aligned} \text{จาก } N_s &= \frac{120f}{P} \\ N_s &= \frac{120 \times 50}{6} \\ N_s &= 1000 \end{aligned} \quad \begin{array}{ll} \text{รอบต่อนาที} & \text{ตอบ} \end{array}$$

ข. ความเร็วรอบของโรเตอร์ (หรือมอเตอร์)

$$\begin{aligned} \text{จาก } N_r &= N_s (1 - S) && \text{rpm.} \\ &= 1000 (1 - 0.03) && \text{rpm.} \\ \text{ดังนั้น } N_r &= 1440 && \text{rpm.} \end{aligned} \quad \begin{array}{ll} & \text{ตอบ} \end{array}$$

ค. ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์

$$\begin{aligned} \text{จาก } f_r &= S f && \text{Hz} \\ &= 0.03 \times 50 && \text{Hz} \\ f_r &= 1.5 && \text{Hz} \end{aligned} \quad \begin{array}{ll} & \text{ตอบ} \end{array}$$

ง. ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์ขณะเริ่มหมุน

ตำแหน่งที่โรเตอร์ขณะเริ่มหมุน ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์จะมีค่าเท่ากับความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับสเตเตอร์ = 50 Hz หรือตำแหน่งที่โรเตอร์พร้อมจะหมุนนี้ $S = 1$

$$\begin{aligned} \text{จาก } f_r &= S f && \text{Hz} \\ &= 1 \times 50 && \text{Hz} \\ f_r &= 50 && \text{Hz} \end{aligned} \quad \begin{array}{ll} & \text{ตอบ} \end{array}$$

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 3

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กหมุนในมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส มาพอเข้าใจ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงบอกส่วนประกอบและหน้าที่ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส มาพอเข้าใจ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส 4 ขั้ว 50 Hz ความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนและความเร็วรอบของมอเตอร์มีค่าเท่าไร เมื่อมีค่าสลิปเท่ากับ 0.04 (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

- | | |
|-------------|------------|
| ก. สเตเตอร์ | ข. โรเตอร์ |
| ค. แปรงถ่าน | ง. โครง |
| จ. เฟลา | |

2. ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ในแต่ละเฟสมีองศาต่างกันเท่าไร

- | | |
|--------|--------|
| ก. 45 | ข. 90 |
| ค. 120 | ง. 180 |
| จ. 270 | |

3. มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส 6 ขั้ว 50 Hz จะมีความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กเท่าไร

- | | |
|---------------|---------------|
| ก. 600 rpm. | ข. 800 rpm. |
| ค. 750 rpm. | ง. 1,000 rpm. |
| จ. 1,200 rpm. | |

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 4 ถึงข้อ 5 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส 8 ขั้ว 50 Hz

ความเร็วรอบของมอเตอร์ 720 รอบต่อนาที

4. สลิปมีค่าเท่าไร

- | | |
|---------|---------|
| ก. 0.04 | ข. 0.08 |
| ค. 0.12 | ง. 0.15 |
| จ. 0.19 | |

5. ความถี่ในโรเตอร์มีค่าเท่าไร

- | | |
|-----------|---------|
| ก. 7.5 Hz | ข. 6 Hz |
| ค. 4 Hz | ง. 2 Hz |
| จ. 1 Hz | |

6. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

- ก. ความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำเท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็ก
- ข. ความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำขึ้นอยู่กับกระแสที่จ่ายให้โรเตอร์
- ค. แรงบิดของมอเตอร์เหนี่ยวนำสูงกว่าซิงโครมอเตอร์
- ง. การทำงานของมอเตอร์ใช้การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก
- จ. มอเตอร์เหนี่ยวนำมีประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์ชนิดอื่น ๆ

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7 ถึงข้อ 10 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส มี 10 ขั้ว ต่อกับแหล่งจ่ายมีความถี่ 50 Hz

7. ความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์มีค่าเท่าไร

- ก. 750 rpm.
- ข. 850 rpm.
- ค. 650 rpm.
- ง. 750 rpm.
- จ. 600 rpm.

8. เมื่อมอเตอร์ทำงานที่สลิป 4 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วรอบของมอเตอร์มีค่าเท่าไร

- ก. 576 rpm.
- ข. 600 rpm.
- ค. 675 rpm.
- ง. 765 rpm.
- จ. 948 rpm.

9. เมื่อมอเตอร์ทำงานที่สลิป 4 เปอร์เซ็นต์ ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์มีค่าเท่าไร

- ก. 5 Hz
- ข. 4 Hz
- ค. 3 Hz
- ง. 2 Hz
- จ. 1 Hz

10. จงหาค่าความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์มีค่าเท่าไร เมื่อโรเตอร์อยู่ที่ตำแหน่งพร้อมที่จะหมุน

- ก. 5 Hz
- ข. 4 Hz
- ค. 3 Hz
- ง. 2 Hz
- จ. 1 Hz

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

ก. ความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำเท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็ก

ข. ความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำขึ้นอยู่กับกระแสที่จ่ายให้โรเตอร์

ค. แรงบิดของมอเตอร์เหนี่ยวนำสูงกว่าซิริสมอเตอร์

ง. การทำงานของมอเตอร์ใช้การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก

จ. มอเตอร์เหนี่ยวนำมีประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์ชนิดอื่น ๆ

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 2 ถึงข้อ 5 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส มี 10 ขั้ว ต่อกับแหล่งจ่ายมี

ความถี่ 50 Hz

2. ความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์มีค่าเท่าไร

ก. 750 rpm.

ข. 850 rpm.

ค. 650 rpm.

ง. 750 rpm.

จ. 600 rpm.

3. เมื่อมอเตอร์ทำงานที่สลิป 4 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วรอบของมอเตอร์มีค่าเท่าไร

ก. 576 rpm.

ข. 600 rpm.

ค. 675 rpm.

ง. 765 rpm.

จ. 948 rpm.

4. เมื่อมอเตอร์ทำงานที่สลิป 4 เปอร์เซ็นต์ ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์มีค่าเท่าไร

ก. 5 Hz

ข. 4 Hz

ค. 3 Hz

ง. 2 Hz

จ. 1 Hz

5. จงหาค่าความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์มีค่าเท่าไร เมื่อโรเตอร์อยู่ที่ตำแหน่งพร้อมที่จะหมุน

- | | |
|---------|---------|
| ก. 5 Hz | ข. 4 Hz |
| ค. 3 Hz | ง. 2 Hz |
| จ. 1 Hz | |

6. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

- | | |
|-------------|------------|
| ก. สเตเตอร์ | ข. โรเตอร์ |
| ค. แปรงถ่าน | ง. โครง |
| จ. เฟลา | |

7. ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ในแต่ละเฟสมีองศาต่างกันเท่าไร

- | | |
|--------|--------|
| ก. 45 | ข. 90 |
| ค. 120 | ง. 180 |
| จ. 270 | |

8. มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส 6 ขั้ว 50 Hz จะมีความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กเท่าไร

- | | |
|---------------|---------------|
| ก. 600 rpm. | ข. 800 rpm. |
| ค. 750 rpm. | ง. 1,000 rpm. |
| จ. 1,200 rpm. | |

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 9 ถึงข้อ 10 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส 8 ขั้ว 50 Hz

ความเร็วรอบของมอเตอร์ 720 รอบต่อนาที

9. สลิปมีค่าเท่าไร

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. 0.04 rpm. | ข. 0.08 rpm. |
| ค. 0.12 rpm. | ง. 0.15 rpm. |
| จ. 0.19 rpm. | |

10. ความถี่ในโรเตอร์มีค่าเท่าไร

- | | |
|-----------|---------|
| ก. 7.5 Hz | ข. 6 Hz |
| ค. 4 Hz | ง. 2 Hz |
| จ. 1 Hz | |

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 9

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

จำนวน 28 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....