

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่ 2 นี้ผู้วิจัยได้กำหนดเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องสำหรับศึกษาวิจัยไว้ดังนี้คือ

- 2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า
- 2.2 หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์เหนี่ยวนำ
- 2.3 มอเตอร์คาปาซิเตอร์ (Capacitor motor)
- 2.4 สนามแม่เหล็กหมุน (The rotating field)
- 2.5 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของมอเตอร์
- 2.6 มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและมอเตอร์มาตรฐาน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล เมื่อแบ่งตามประเภทของพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ มี 2 ชนิด คือ

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor)
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท คือ

- มอเตอร์เหนี่ยวนำ
- มอเตอร์แบบซิงโครนัส
- มอเตอร์แบบคอมมิวเตเตอร์

2.1.2 มอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor)

มอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) คือ มอเตอร์ซึ่งตัวหมุนหรือโรเตอร์ของมันไม่ได้รับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยตรง แต่ได้รับพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) จากตัวอยู่กับที่หรือสเตเตอร์ มอเตอร์เหนี่ยวนำแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส แบ่งตามลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์ได้ 2 แบบ คือ
 - แบบโรเตอร์กรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor)
 - แบบโรเตอร์พันขดลวด (Wound Rotor)

2. มอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟส แบ่งตามวิธีการที่ทำให้โรเตอร์เริ่มหมุนได้ 3 แบบ คือ

- แบบสปลิตเฟส หรือ แบบแยกเฟส (Split Phase Motor)
- แบบคาปาซิเตอร์ (Capacitor Motor)
- แบบเซดเคโพล (Shaded Pole Motor)

2.1.3 มอเตอร์แบบซิงโครนัส (Synchronous Motor) จะมีความเร็วคงที่ ความเร็วรอบจะหมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส (Synchronous Speed) แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

- มอเตอร์ซิงโครนัสสามเฟส
- มอเตอร์ซิงโครนัสหนึ่งเฟส

2.1.4 มอเตอร์แบบคอมมิวเตเตอร์ (Commutator Type Motor) มอเตอร์แบบนี้จะมีขดลวดพันอยู่ในร่องของแกนอาร์มเจอร์ปลายของขดลวดทั้งหมดจะต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์ แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

- มอเตอร์แบบรีพัลชัน (Repulsion Type Motor)
- มอเตอร์แบบยูนิเวอร์แซล (Universal Motor)

2.2 หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์เหนี่ยวนำค้นพบโดย นิโคลาส เทสลา (Nikola Tesla) ในปีค.ศ. 1888 หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์เหนี่ยวนำ คือ เมื่อเกิดสนามแม่เหล็กหมุน เส้นแรงแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำตัวหมุนหรือโรเตอร์ ทำให้มีแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลในโรเตอร์สร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้นที่โรเตอร์ ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองแห่ง ทำให้โรเตอร์หมุนไปในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กหมุน ด้วยความเร็วต่ำกว่าความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนเล็กน้อย

2.3 มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ (Capacitor type motor) [2]

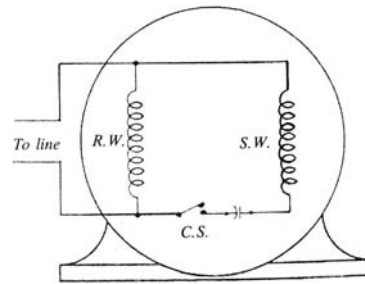
เนื่องจากมอเตอร์แบบสปลิตเฟส เป็นมอเตอร์ที่มีแรงบิดเริ่มหมุนค่อนข้างต่ำเพราะว่ากระแสในขดสตาร์ทกับกระแสในขดรันต่างเฟสกันประมาณ 25 องศาทางไฟฟ้าเท่านั้น ดังนั้นถ้าต้องการให้มอเตอร์มีแรงบิดเริ่มหมุนสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้คาปาซิเตอร์ต่ออนุกรมกับวงจรของขดสตาร์ทดังจะกล่าวต่อไป มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ แบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

- มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท
- มอเตอร์แบบเปอร์มานนท์-สปลิต คาปาซิเตอร์
- มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า

มอเตอร์คาปาซิเตอร์แต่ละแบบต่างก็มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ส่วนที่เหมือนกันก็คือ มีขดลวดสเตเตอร์ 2 ชุด คือ ขดรีนและขดสตาร์ทพันเรียงห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้าและขดสตาร์ทจะต้องต่ออนุกรมกับคาปาซิเตอร์เสมอ

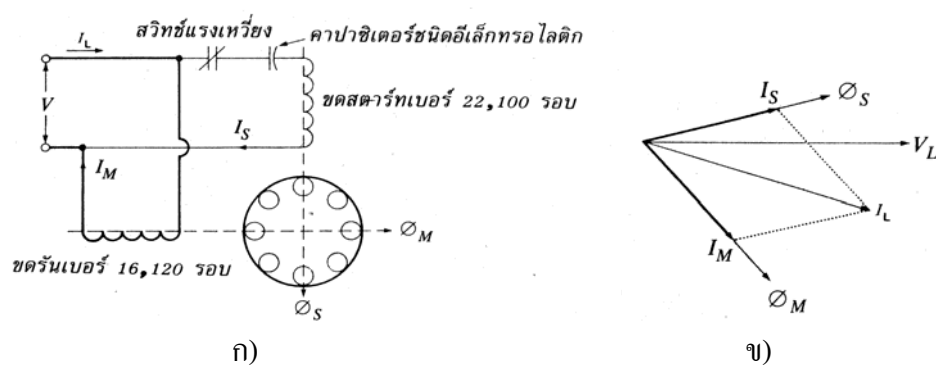
2.3.1 มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท (Capacitor start motor)

มอเตอร์แบบนี้มีส่วนประกอบเหมือนกับมอเตอร์แบบสปลิตเฟสทุกอย่าง แต่เพิ่ม คาปาซิเตอร์อีก 1 ตัว เพื่อต่ออนุกรมกับขดสตาร์ท คาปาซิเตอร์ดังกล่าวติดตั้งไว้บน โครงของมอเตอร์

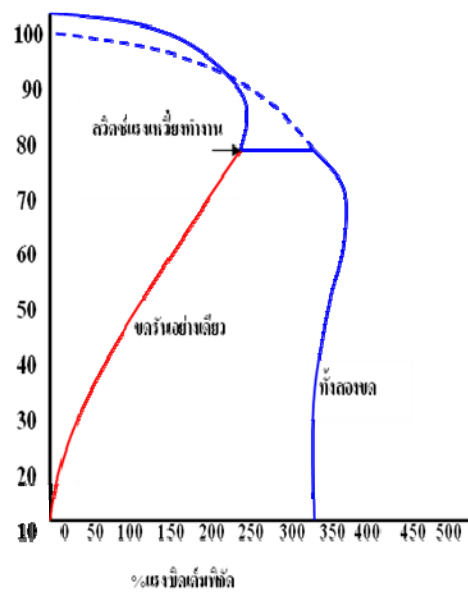


รูปที่ 2.1 วงจรของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท

หลักการทำงานของมอเตอร์แบบนี้เหมือนกับมอเตอร์แบบสปลิตเฟส การต่อคาปาซิเตอร์อนุกรมกับขดสตาร์ทจะทำให้กระแสที่ไหลผ่านขดสตาร์ทมีหน้าแรงดันป้อนและทำให้กระแสของขดสตาร์ท (I_S) นำหน้ากระแสของขดรีน (I_M) เป็นมุมประมาณ 80 องศาทางไฟฟ้า จึงเป็นเหตุทำให้มอเตอร์แบบนี้มีแรงบิดเริ่มหมุนสูงกว่ามอเตอร์แบบสปลิตเฟส



รูปที่ 2.2 วงจรต่อคาปาซิเตอร์อนุกรมกับขดสตาร์ท ก) ลักษณะการต่อ ข) เฟสเซอร์ไดอะแกรม



รูปที่ 2.3 แสดงคุณลักษณะแรงบิดกับเปอร์เซ็นต์ความเร็วของคาปาซิเตอร์มอเตอร์ชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ท

คุณลักษณะและการนำไปใช้งานของการต่อคาปาซิเตอร์อนุกรมกับวงจรขดสตาร์ท ทำให้มอเตอร์แบบนี้มีแรงบิดเริ่มหมุนสูงมาก ประมาณ 350% ของแรงบิดเต็มพิกัด ให้แรงบิดสูงสุดประมาณ 250% ของแรงบิดเต็มพิกัด มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์และประสิทธิภาพเมื่อโหลดเต็มพิกัด คุณลักษณะแรงบิดความเร็วของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท

คาปาซิเตอร์ที่ใช้ช่วยสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้ เป็นคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กโทรไลติก (Electrolytic capacitor) ผลิตขึ้นโดยใช้แผ่นอลูมิเนียมบาง ๆ สองแผ่น คั่นกลางด้วยวัสดุ ฉนวนซึ่งทำจากผ้าก๊อชชุบด้วยสารละลายเคมีที่เรียกว่าอิเล็กโทรไลต์จนอึดตัวซึ่งอิเล็กโทรไลต์จะทำให้เกิดไขมันมาคั่นกลางระหว่างแผ่นอลูมิเนียมทั้งสอง



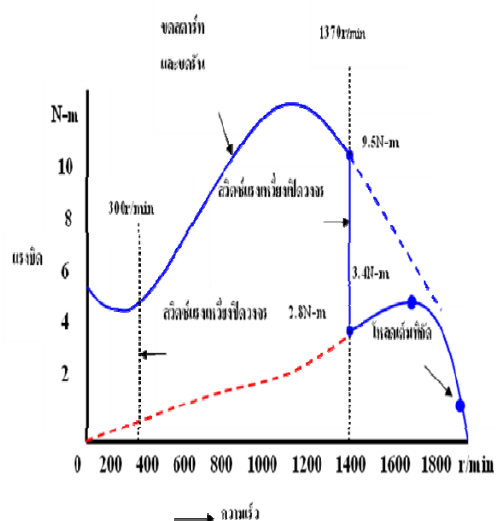
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะภายนอกของคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กโทรไลติก ซึ่งเป็นคาปาซิเตอร์ที่มีค่าความจุสูงต่อใช้งานได้ในช่วงระยะเวลาดสั้น ๆ

คุณสมบัติของคาปาซิเตอร์ที่ควรทราบมีดังนี้

- ขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage rating) ควรเลือกใช้คาปาซิเตอร์ให้สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้เท่ากับแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์เป็นอย่างต่ำ
- ขนาดความจุของคาปาซิเตอร์ (Capacitance rating) ควรเลือกใช้คาปาซิเตอร์ที่มีขนาดความจุเหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์ อย่าลืมนำขนาดความจุที่สูง ราคาแพง
- อุณหภูมิขณะใช้งาน (Ambient temperature) ขนาดความจุของคาปาซิเตอร์ตามปกติวัด ณ อุณหภูมิ 25 °C แต่สามารถใช้งานจนกระทั่งอุณหภูมิของห้องเพิ่มขึ้นถึง 80 °C อุณหภูมิยิ่งสูงอายุการใช้งานของคาปาซิเตอร์ยิ่งสั้นลง ณ อุณหภูมิ 95 °C ก็ยังพอใช้งานได้ แต่ต้องใช้งานแบบเดิน ๆ หยุด ๆ
- พิกัดการใช้งาน (Duty cycle) ตามปกติคาปาซิเตอร์ที่ใช้งานในสตาร์ทมอเตอร์ มักมีข้อกำหนดหรือข้อห้ามไว้ว่าจะสตาร์ทมอเตอร์ได้ไม่เกิน 20 ครั้ง ในหนึ่งชั่วโมง และช่วงเวลาในการสตาร์ทแต่ละครั้งต้องไม่เกิน 3 วินาที

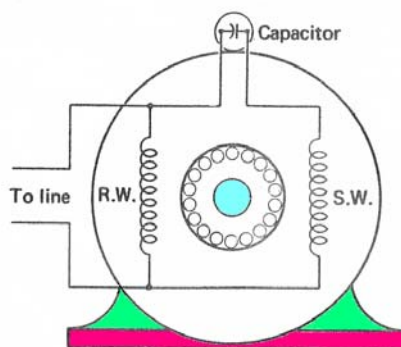
2.3.2 มอเตอร์แบบเพอร์มาเนนท์-สปลิต คาปาซิเตอร์ (Permanent-split capacitor motor)

มอเตอร์แบบนี้มีลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไปเหมือนกับมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท แต่ไม่มีสวิตช์แรงเหวี่ยง ดังนั้นทั้งคาปาซิเตอร์และขดสตาร์ทจึงต้องอยู่ในวงจรตลอดเวลา ทั้งในขณะเริ่มหมุนและขณะหมุนขับโหลด วงจรของมอเตอร์แบบนี้แสดงไว้ในรูปที่ 2.6



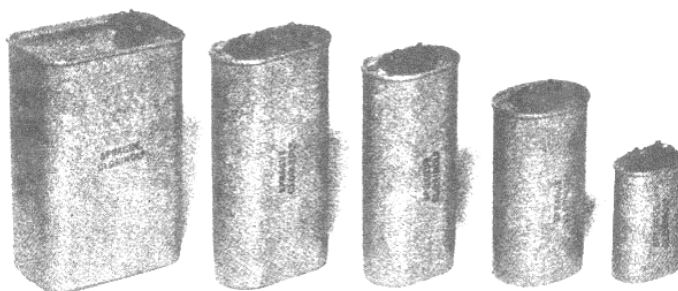
รูปที่ 2.5 แสดงคุณลักษณะแรงบิดกับเปอร์เซ็นต์ความเร็วของคาปาซิเตอร์มอเตอร์ชนิดคาปาซิเตอร์

สตาร์ทขนาดพิกัด 1/3 แรงม้า 1760 รอบ ต่อ นาที 115 โวลท์ 60 เฮิร์ตซ์



รูปที่ 2.6 วงจรของมอเตอร์แบบเปอร์มาเนนท์-สปลิต คาปาซิเตอร์

คาปาซิเตอร์ที่ต่อใช้งานในมอเตอร์แบบนี้ เป็นคาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมัน (Oil filled capacitor) ฉนวนคั่นกลางระหว่างแผ่นอะลูมิเนียมทำด้วยกระดาษแผ่นบางๆ อบด้วยน้ำมันฉนวนแล้วม้วนเป็นรูปทรงกระบอกหรือพับเป็นรูปสี่เหลี่ยม แล้วบรรจุลงในกล่องอะลูมิเนียมหรือกล่องพลาสติก คุณสมบัติของคาปาซิเตอร์ ชนิดบรรจุน้ำมันคือมีค่าความจุต่ำและสามารถต่อใช้งานในวงจรได้เป็นระยะเวลานาน ๆ (Continuous duty)



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะภายนอกของคาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมัน ซึ่งเป็นคาปาซิเตอร์ที่มีค่าความจุต่ำ ต่อใช้งานในวงจรได้เป็นระยะเวลานานๆ

คุณลักษณะและการนำไปใช้งานมอเตอร์แบบเปอร์มาเนนท์-สปลิต คาปาซิเตอร์ มีการออกแบบไว้เป็นสองลักษณะคือ

- แบบแรงบิดเริ่มหมุนต่ำ (Low starting torque) มีขนาดพิกัดกำลังตั้งแต่ 1/20 ถึง 3/4 แรงม้า มีแรงบิดเริ่มหมุนประมาณ 60-75% ของแรงบิดเต็มพิกัด

- แบบแรงบิดเริ่มหมุนปกติ (Normal starting torque) มีขนาดพิกัดกำลังตั้งแต่ 1/6 ถึง 3/4 แรงม้า มีแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดสูงสุดประมาณ 200% ของแรงบิดเต็มพิกัด มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์และประสิทธิภาพเมื่อโหลดเต็มพิกัดประมาณ 80-95% และ 55-65% ตามลำดับเหมาะกับการใช้งานขับ

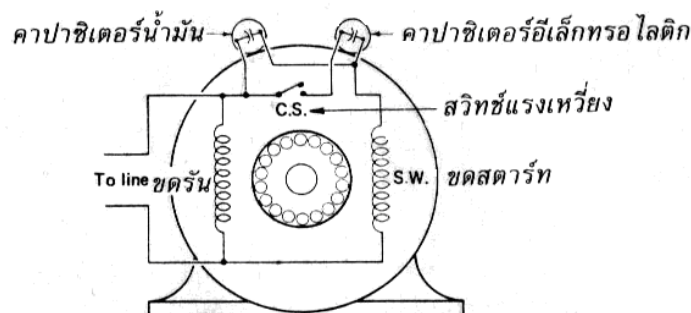
โหลดด้วยสายพานและโหลดที่ยึดติดกับแกนเพลลาของมอเตอร์โดยตรง เช่นมอเตอร์ พัดลมของเครื่องปรับอากาศ พัดลมเพดาน พัดลมดูดอากาศและเตียงพยาบาล เป็นต้น

2.3.3 มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า (Two-value capacitor motor)

มอเตอร์แบบนี้ใช้คาปาซิเตอร์สองตัวหรือสองค่า คาปาซิเตอร์ตัวแรกเป็นชนิดอิเล็กโทรไลติกทำหน้าที่เป็นคาปาซิเตอร์สตาร์ท อีกตัวหนึ่งเป็นคาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมันทำหน้าที่เป็นคาปาซิเตอร์รันคาปาซิเตอร์ทั้งสองตัวดังกล่าวติดตั้งไว้บนโครงกรงของมอเตอร์

คาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมัน ขณะเริ่มสตาร์ทมอเตอร์คาปาซิเตอร์ทั้งสองตัวจะต่อขนานกันซึ่งทำให้ค่าความจุความสูงขึ้น ทำให้มอเตอร์มีแรงบิดเริ่มหมุนสูง

คุณลักษณะและการนำไปใช้งานของมอเตอร์แบบนี้ มีขนาดพิกัดกำลังเอาต์พุต ตั้งแต่ $1/8$ ถึง $3/4$ แรงม้า มีแรงบิดเริ่มหมุนประมาณ 350% ของแรงบิดเต็มพิกัด ให้แรงบิดสูงสุดประมาณ 250% ของแรงบิดเต็มพิกัด คุณลักษณะแรงบิด-ความเร็วของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า



รูปที่ 2.8 แสดงวงจรของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิด 2 ค่า

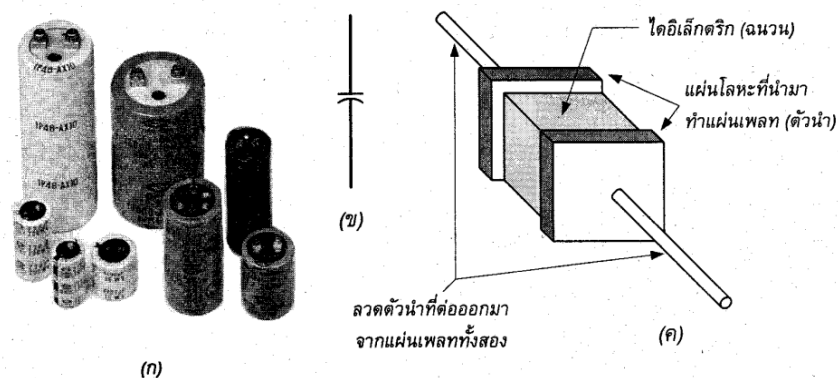
มอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะมีข้อดีแตกต่างจากสปริตเฟลมอเตอร์ คือ

- เป็นการปรับหรือช่วยให้มอเตอร์ทำงานเกินกว่าโหลดปกติ
- ให้เพาเวอร์แฟคเตอร์ที่สูงกว่า
- เกิดประสิทธิภาพที่สูงกว่า
- ในขณะที่มอเตอร์หมุนอยู่จะไม่กำเนิดเสียงที่ดังมาก

2.3.4 โครงสร้างของตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุสามารถที่จะเก็บประจุไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับถังเก็บน้ำที่ใช้เก็บน้ำ โดยตัวเก็บประจุขนาดใหญ่ว่าจะเก็บประจุได้มาก และใช้เวลานานในการที่จะเก็บประจุให้เต็ม ถังเก็บน้ำก็เช่นเดียวกันสามารถ

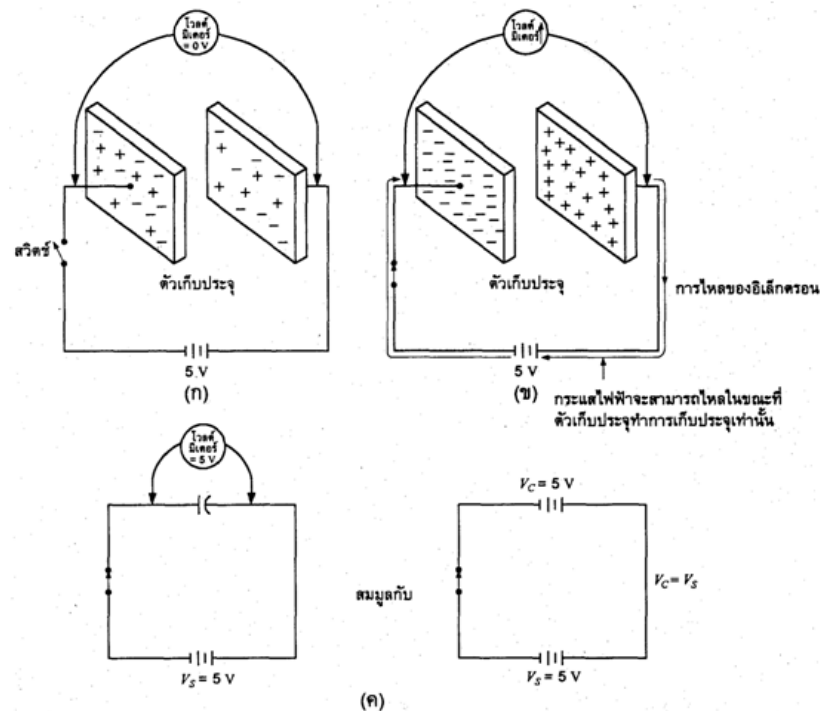
กักเก็บน้ำได้ในปริมาณมาก และต้องใช้เวลาในการเติมน้ำให้เต็มถัง ในอดีตที่ผ่านมาตัวเก็บประจุเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ คอนเดนเซอร์ (Condensers) แต่ในปัจจุบันชื่อเรียกนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมมากนัก ตัวเก็บประจุประกอบด้วย ลวดตัวนำ 2 เส้น ต่อยื่นออกมาจากแผ่นเพลต 2 แผ่นที่ขนานกัน และคั่นด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่เรียกว่า ไดอิเล็กตริก (Dielectric) สำหรับแผ่นเพลตปกติทำมาจากโลหะ แผ่น ส่วนไดอิเล็กตริกจะเป็น ไม้ก้ำ กระดาษ อากาศ แก้ว เซรามิก หรือวัสดุใดๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวน ดังแสดงในรูปที่ 2.9



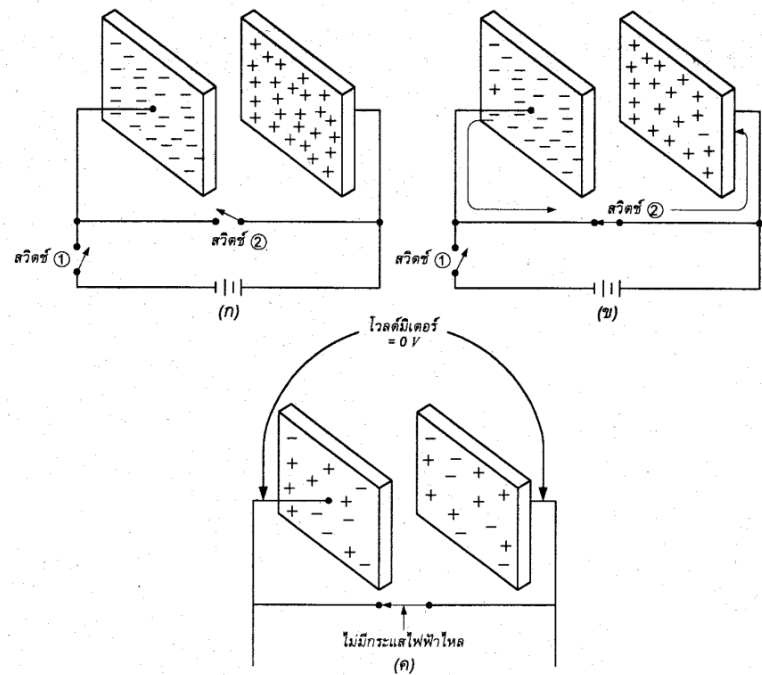
รูปที่ 2.9 แสดงรูปลักษณะ (ก) สัญลักษณ์ (ข) และส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ (ค) การเก็บและคายประจุของตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุเป็นเสมือนกับแบตเตอรี่สำรอง โดยสามารถเก็บประจุไฟฟ้า (Charge) และคายประจุไฟฟ้า (Discharge) ได้ เมื่ออยู่ในสภาวะคายประจุตัวเก็บประจุจะถ่ายเทพลังงานที่เก็บสะสมไว้ทั้งหมดออกมา การเก็บประจุ ความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้าเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของตัวเก็บประจุ ดังรูปที่ 2.9 แสดงวิธีการเก็บประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุชนิดที่ใช้อากาศเป็นไดอิเล็กตริก เมื่อเปิดสวิตช์ ดังวงจรที่แสดงในรูปที่ 2.10 (ก) จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรส่งผลให้อิเล็กตรอนบริเวณแผ่นเพลตทั้งสองข้างมีจำนวนเท่ากัน โดยสามารถทดสอบได้ด้วยการต่อโวลต์มิเตอร์คร่อมระหว่างแผ่นเพลตทั้งสอง ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จะต้องเป็น 0 V ซึ่งแสดงว่าไม่เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้น เมื่อปิดสวิตช์ ดังแสดงในรูปที่ 2.10 (ข) จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแผ่นเพลตทางด้านขวาไปยังขั้วบวกของแบตเตอรี่ ส่งผลให้แผ่นเพลตทางด้านขวามีเหลือแต่ประจุบวก ซึ่งจะดึงอิเล็กตรอนอิสระจากขั้วลบของแบตเตอรี่ให้เคลื่อนที่ไปทางแผ่นเพลตทางด้านซ้าย ตามความเป็นจริงทุกครั้งที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ออกจากทางด้านขวาของแผ่นเพลต และถูกดึงไปยังขั้วบวกของแบตเตอรี่ก็จะมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ออกจากขั้วลบของแบตเตอรี่ไปยังแผ่นเพลตด้านซ้ายเสมอ จากการไหลของอิเล็กตรอนดังกล่าวก็จะเสมือนมีกระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวกของแบตเตอรี่โดยผ่านตัว

เก็บประจุ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วอิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านฉนวนหรือไดอิเล็กตริกที่ใช้ทำตัวเก็บประจุไปได้ ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจึงเป็นการไหลของกระแสไฟฟ้าสองส่วน คือ ส่วนแรกไหลจากแบตเตอรี่ไปยังตัวเก็บประจุ และอีกส่วนหนึ่งไหลจากตัวเก็บประจุไปยังแบตเตอรี่ โวลต์มิเตอร์ที่ต่อคร่อมตัวเก็บประจุจะแสดงการเพิ่มของค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นเพลต ซึ่งเรียกสถานะของตัวเก็บประจุขณะนี้ว่าเป็น การเก็บประจุ (Charging) โดยความต่างศักย์ (แรงดันไฟฟ้า) จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ดังวงจรที่แสดงในรูปที่ 2.10 (ก) เมื่อตัวเก็บประจุมีความต่างศักย์ถึงระดับ 5 V ก็จะไม่เกิดความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างแบตเตอรี่ และตัวเก็บประจุ จึงทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรการคายประจุ เมื่อตัดตัวเก็บประจุออกจากวงจรโดยการเปิดสวิตช์หมายเลข 1 ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ก) ซึ่งตัวเก็บประจุยังอยู่ในสถานะของการเก็บประจุ หลังจากนั้นให้ปิดสวิตช์หมายเลข 2 เพื่อให้เกิดทางเดินของกระแสไฟฟ้าคร่อมตัวเก็บประจุ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ข) ส่งผลให้อิเล็กตรอนที่มีจำนวนมากทางแผ่นเพลตลบด้านซ้ายไหลไปยังแผ่นเพลตบวกด้านขวาผ่านทางเดินนี้ ซึ่งจะเรียกสถานะของตัวเก็บประจุขณะนี้ว่าเป็น การคายประจุ (Discharging) และเมื่ออิเล็กตรอนของแผ่นเพลตทั้งสองด้านมีจำนวนเท่ากัน จะทำให้ความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าคร่อมตัวเก็บประจุนี้มีค่าเป็น 0V ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ค)

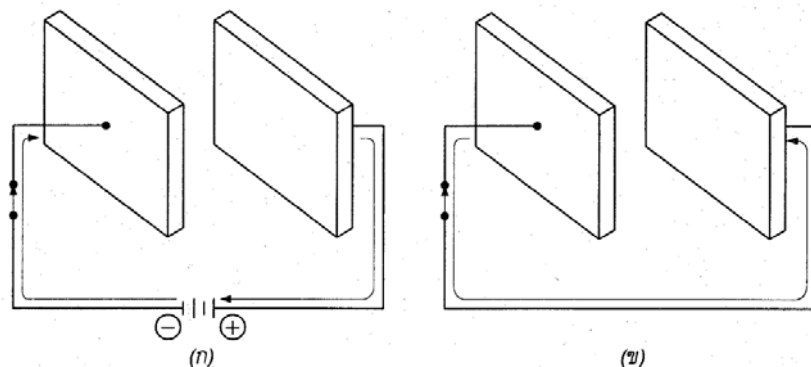


รูปที่ 2.10 แสดงการเก็บประจุของตัวเก็บประจุ



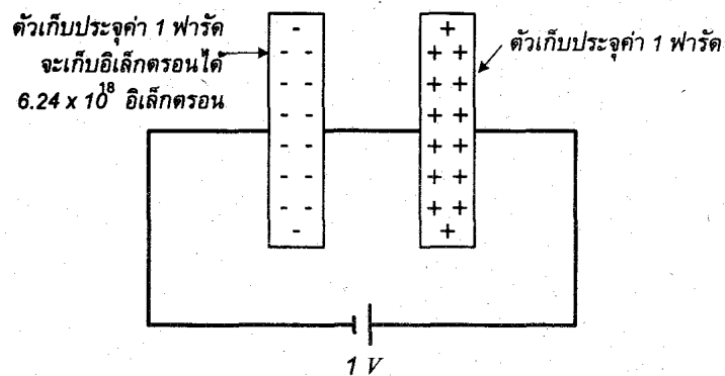
รูปที่ 2.11 แสดงการคายประจุของตัวเก็บประจุ

รูปที่ 2.12 (ก) และ (ข) แสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าขณะเก็บประจุและคายประจุตามลำดับ โดยทิศทางการไหลจะตรงกันข้ามกัน ซึ่งทั้งสองกรณีจะเห็นได้ว่า กระแสไฟฟ้าจะไหลจากเพลตแผ่นหนึ่งไปยังอีกแผ่นหนึ่งโดยไม่ได้ไหลผ่านไดโอดอิเล็กทรอนิกส์แต่อย่างใด



รูปที่ 2.12 แสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า

ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า ค่าการเก็บประจุ แสดงถึงความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ โดยมีหน่วยเป็น ฟารัด (Farad, F) ตัวเก็บประจุที่มีค่าการเก็บประจุ 1 ฟารัด (F) หมายถึง ความสามารถที่จะเก็บประจุไฟฟ้าจำนวน 1 คูลอมป์ (6.24×10^{18} อิเล็กตรอน) โดยให้แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ ระหว่างแผ่นเพลตทั้งสอง ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงค่าการเก็บประจุ 1 ฟารัด

ค่าการเก็บประจุ 1 ฟารัด (F) เป็นค่าที่มีปริมาณมาก และไม่ค่อยพบในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป แต่ที่ใช้กันมากจะมีค่าระหว่างไมโครฟารัด ($\mu F = \frac{1}{1,000,000} = \frac{1}{10^6}$) และพิโกฟารัด ($pF = \frac{1}{10^{12}}$) จากความสัมพันธ์ของค่าเก็บประจุ ประจุไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจึงเขียนเป็นสูตรความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเก็บประจุ (C)} = \frac{Q}{V}$$

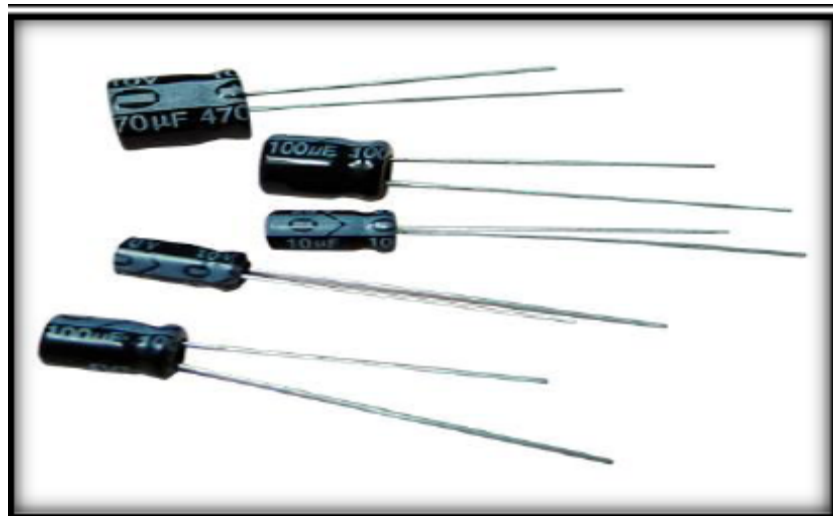
โดยที่ C = ค่าการเก็บประจุ มีหน่วยเป็น ฟารัด (F)

Q = ประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น คูลอมป์ (C)

V = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

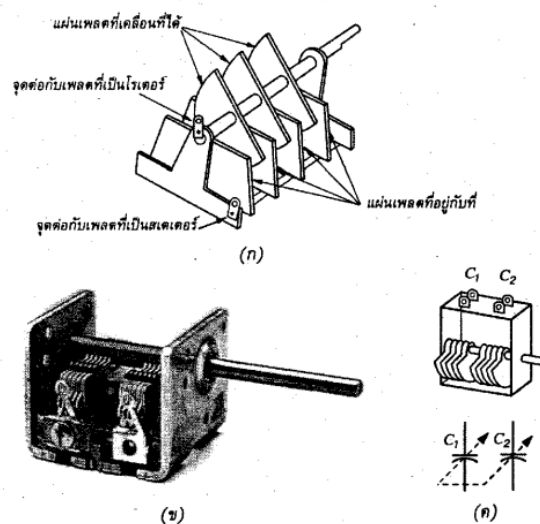
ชนิดของตัวเก็บประจุ ตัวเก็บประจุที่ผลตออกมาสามารถแบ่งได้เป็นตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ และตัวเก็บประจุชนิดปรับค่าได้

- ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ ตัวเก็บประจุชนิดนี้จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าการเก็บประจุได้ โดยปกติจะถูกสร้างออกมาให้มีรูปลักษณะเป็นจานวงกลม หรือเป็นรูปทรงกระบอก ดังแสดงในรูปที่ 2.14 แผ่นเพลตที่ใช้ทำมาจากโลหะแผ่น (Metal Foil) และมีไดอิเล็กตริกชั้นกลาง เช่น ไมก้า เซรามิก กระจก พลาสติก และอีเล็กโตรไลติก เป็นต้น ซึ่งการแบ่งประเภทของตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ จะแบ่งตามชื่อของไดอิเล็กตริกที่ใช้ เช่น ตัวเก็บประจุ ชนิดไมก้า หรือตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก เป็นต้น



รูปที่ 2.14 แสดงตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่

- ตัวเก็บประจุชนิดปรับค่าได้ เป็นตัวเก็บประจุซึ่งการเก็บประจุจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเคลื่อนที่ของแกนหมุน ตัวเก็บประจุชนิดนี้ปกติแล้วจะประกอบด้วยอุปกรณ์ภายใน 2 ส่วน ได้แก่ แผ่นเพลตที่เคลื่อนที่ได้และแผ่นเพลตที่ติดตั้งอยู่กับที่โดยแผ่นเพลตทั้งสองจะเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้ากับวงจรภายนอก การแบ่งประเภทของตัวเก็บประจุชนิดปรับค่าได้จะแบ่งตามไดอิเล็กตริกที่ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ อากาศ ไมก้า เซรามิก และพลาสติก



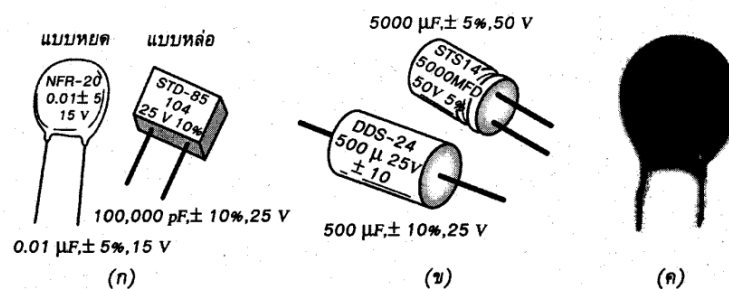
รูปที่ 2.15 แสดงตัวเก็บประจุชนิดปรับค่าได้

การแสดงค่าการเก็บประจุ การแสดงค่าการเก็บประจุ ค่าความคลาดเคลื่อน และอัตราทนแรงดันของ ตัวเก็บประจุสามารถแสดงได้บนตัวเก็บประจุ โดยสามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. แบบตัวเลขหรือตัวอักษร (Alphanumeric Labels)

2. แบบรหัสสี (Color Coding)

- การแสดงค่าการเก็บประจุด้วยตัวเลข หรือตัวอักษร บริษัทผู้ผลิตปัจจุบันนิยมพิมพ์ตัวเลข หรือตัวอักษรลงบนตัวเก็บประจุ ทั้งชนิดที่เป็นจานกลมและแบบทรงกระบอกเพื่อแสดงให้เห็นทราบถึง ข้อมูลหรือรายละเอียดของตัวเก็บประจุตัวนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ตัวเก็บประจุชนิดทรงกระบอก ซึ่งมีขนาดใหญ่ดังแสดงในรูปที่ 2.16 (ข) จะแสดงรายละเอียดของตัวเก็บประจุได้เข้าใจกว่า ทั้งนี้ เนื่องจากมีตัวอักษรพิมพ์แสดงค่าลงบนตัวเก็บประจุโดยตรง โดยหน่วยของค่าการเก็บประจุจะแสดง ในหน่วยไมโครฟารัด (μF หรือ MF) ค่าความคลาดเคลื่อน (แสดงด้วยเครื่องหมาย $\pm$ ตามด้วย เครื่องหมาย $\%$) และค่าอัตราทนแรงดัน (V) ส่วนตัวอักษรหรือตัวเลขอื่นๆ จะเป็นรหัสของ บริษัทผู้ผลิตหรือลำดับของการผลิต ส่วนตัวเก็บประจุแบบจานกลมดังแสดงในรูปที่ 2.16 (ก) จะต้อง อาศัยกฎในการถอดรหัสจากตัวเลขที่พิมพ์ลงบนตัวเก็บประจุตัวนั้นๆ โดยส่วนใหญ่แล้วตัวเก็บประจุ ประเภทนี้ไม่ได้ระบุหน่วยของค่าการเก็บประจุมาให้ ดังนั้น วิธีดูหน่วยจึงทำได้โดยใช้จุดทศนิยมของ ตัวเลขที่กำหนดมาให้ ตัวอย่างเช่น 0.01 หรือ 0.001 ค่าการเก็บประจุนี้จะมีหน่วยเป็นไมโครฟารัด (10^{-6}) แต่ถ้าไม่มีจุดทศนิยมปรากฏให้เห็น ตัวอย่างเช่น 50 หรือ 220 จะแสดงค่าในหน่วยพิโกฟารัด (10^{-12})

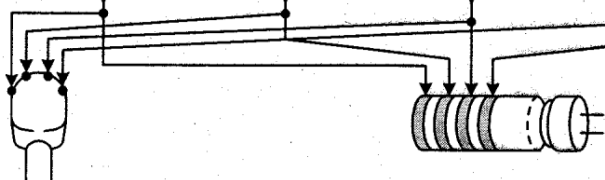


รูปที่ 2.16 แสดงค่าการเก็บประจุด้วยตัวเลขหรือตัวอักษร

- การแสดงค่าการเก็บประจุโดยใช้รหัสสี ถึงแม้ในปัจจุบันการแสดงค่าการเก็บประจุแบบ ตัวเลขหรือตัวอักษรจะใช้กันโดยทั่วไป แต่การบอกค่าโดยใช้รหัสสีก็ยังคงใช้อยู่ในบางบริษัทผู้ผลิต รหัสสีของตัวเก็บประจุแสดงไว้ในตารางที่ 7-2 ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเหมือนกันทุกประการกับการบอก รหัสสีของตัวต้านทาน ยกเว้นค่าความคลาดเคลื่อนเฉพาะบางตัวเท่านั้น

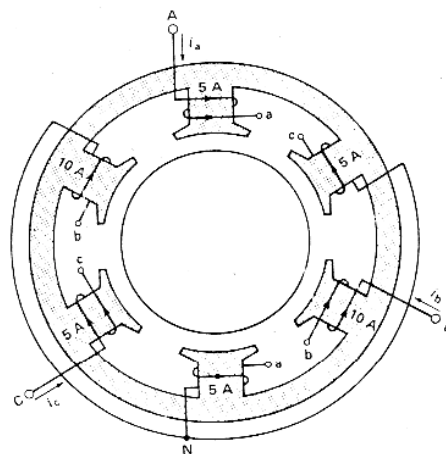
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าการเก็บประจุด้วยรหัสสี

สี	ตัวเลขหลักแรก	ตัวเลขหลักที่สอง	ตัวคูณยกกำลัง	ค่าความคลาดเคลื่อน
ดำ		0	1	$\pm 20\%$
น้ำตาล	1	1	10^{-1}	$\pm 1\%$
แดง	2	2	10^{-2}	$\pm 2\%$
ส้ม	3	3	10^{-3}	$\pm 3\%$
เหลือง	4	4	10^{-4}	$\pm 4\%$
เขียว	5	5	10^{-5}	$\pm 5\%$
น้ำเงิน	6	6	10^{-6}	
ม่วง	7	7	10^{-7}	
เทา	8	8	10^{-8}	
ขาว	9	9	10^{-9}	$\pm 10\%$

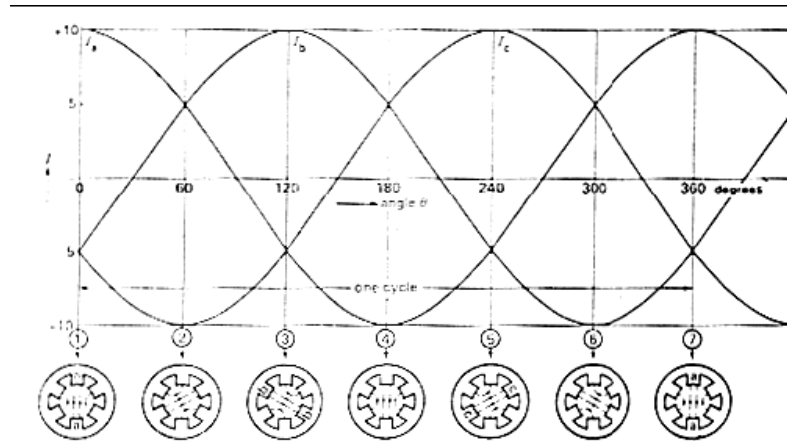


2.4 สนามแม่เหล็กหมุน (The rotating field)

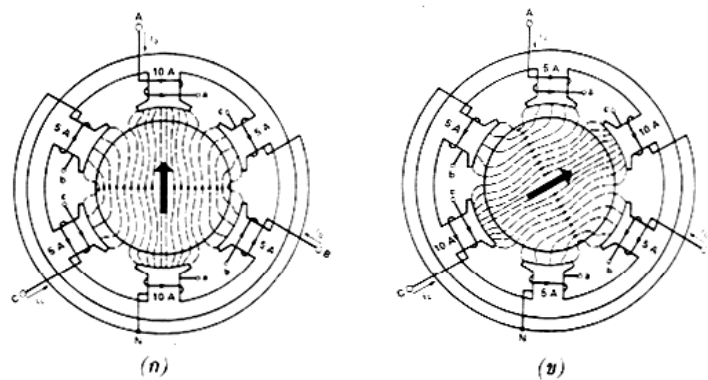
สนามแม่เหล็กหมุนเกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าสามเฟส (กระแสแต่ละเฟสต่างเฟสกัน 120 องศาทางไฟฟ้า) ให้แก่ขดลวดสามเฟสซึ่งพันกันอยู่ในร่องของสเตเตอร์ (ขดลวดแต่ละเฟสถูกพันให้เรียงห่างกัน 120 องศาทางไฟฟ้า) สนามแม่เหล็กหมุนดังกล่าว หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ เรียกความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนว่า “ความเร็วซิงโครนัส” (Synchronous speed)



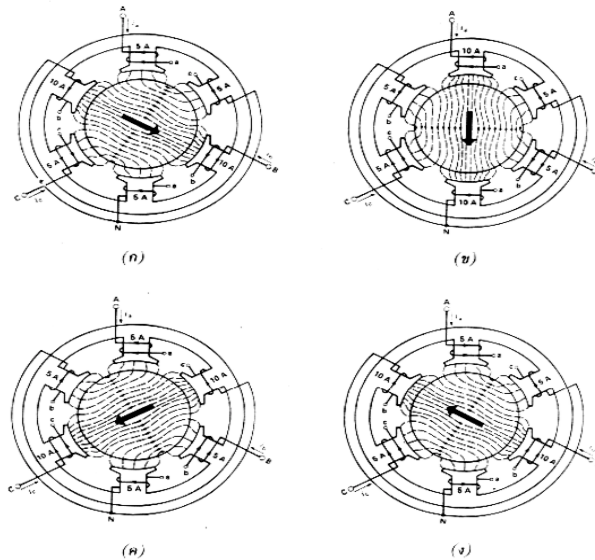
รูปที่ 2.17 แสดง ขดลวด 3 ชุด (3 เฟส) ซึ่งพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็กในสเตเตอร์มีปลายสายของขดลวด A B และ C ต่อกับระบบไฟฟ้า



รูปที่ 2.18 แสดงค่าของกระแสชั่วขณะและตำแหน่งของเส้นแรงแม่เหล็กในสเตเตอร์ของมอเตอร์สามเฟส



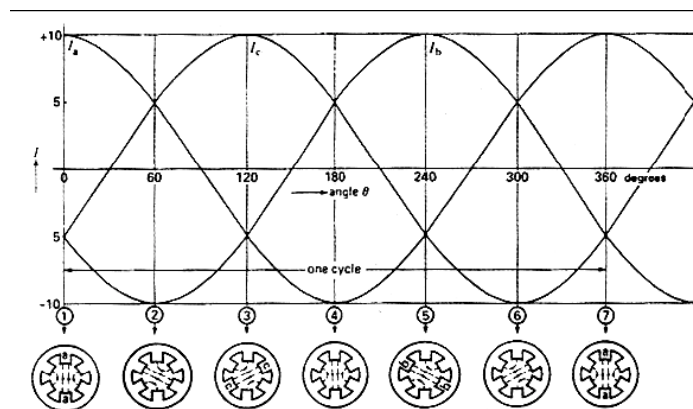
รูปที่ 2.19 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในสเตเตอร์ ก) ตำแหน่งที่ 1 ของกระแสชั่วขณะ ข) ตำแหน่งที่ 2 ของกระแสชั่วขณะ



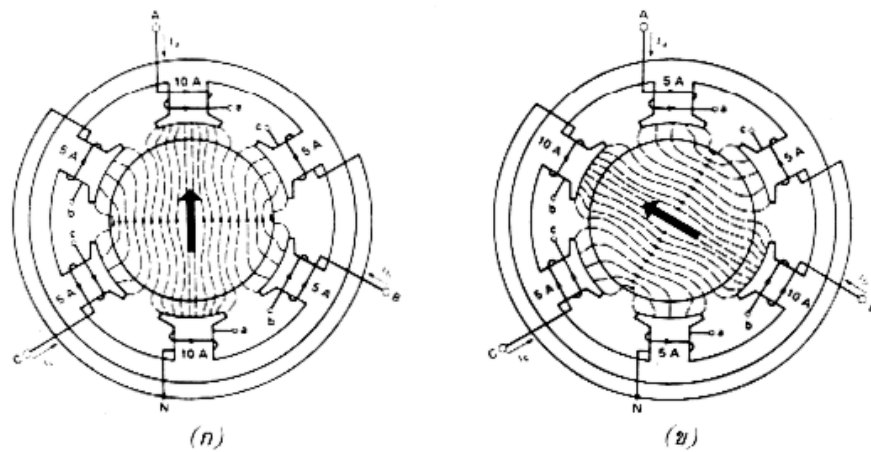
รูปที่ 2.20 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในสเตเตอร์ ก) ณ ตำแหน่งที่ 3 ของกระแสชั่วขณะ ข) ณ ตำแหน่งที่ 4 ของกระแสชั่วขณะ ค) ณ ตำแหน่งที่ 5 ของกระแสชั่วขณะ ง) ณ ตำแหน่งที่ 6 ของกระแสชั่วขณะ

การกลับทิศทางการหมุน

สามารถทำได้โดยสลับปลายสายสองในสามสายของขดลวดสเตเตอร์จะทำให้ลำดับเฟส (phase sequence) เปลี่ยนแปลง และทิศทางการหมุนของสนามแม่เหล็กหมุนที่ความเร็วซิงโครนัสจะเป็นตรงกันข้าม

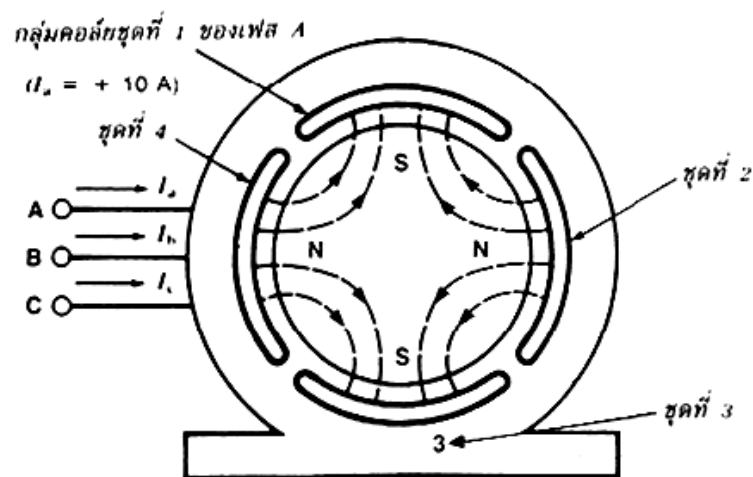


รูปที่ 2.21 แสดงการสลับปลายสายสองในสามสายของขดลวดสเตเตอร์ ทำให้ลำดับเฟสของกระแสในขดลวดสเตเตอร์และทิศทางของสนามแม่เหล็กหมุนเปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 2.22 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในสเตเตอร์ หลังจากสลับปลายสายสองในสามสายของขดลวดสเตเตอร์ ก) ตำแหน่งที่ 1 ของกระแสชั่วขณะ ข) ตำแหน่งที่ 2 ของกระแสชั่วขณะ

ถ้าจำนวนขั้วแม่เหล็กภายในสเตเตอร์เพิ่มขึ้น ความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนจะลดลง โดยจะต้องต่อวงจรให้กลุ่มคอยล์ที่อยู่ประชิดให้สร้างแรงเคลื่อนแม่เหล็กที่มีทิศทางตรงข้ามกัน



รูปที่ 2.23 แสดงกลุ่มคอยล์ทั้ง 4 ชุดของเฟส A สร้างขั้วแม่เหล็กขึ้น 4 ขั้ว

2.5 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ [3]

2.5.1 ความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุน หรือ ความเร็วซิงโครนัส

สามารถเขียนเป็นสมการที่ 2.1 ได้ดังนี้

$$N_s = \frac{120 f}{P} \quad (2.1)$$

เมื่อ N_s คือ ความเร็วซิงโครนัส เป็น r.p.m.

f คือ ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เป็น Hz.

P คือ จำนวนขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์

2.5.2 ความเร็วโรเตอร์และสลลิป (Rotor speed and slip)

ความเร็วสลลิป คือ ความแตกต่างระหว่างความเร็วซิงโครนัสและความเร็วโรเตอร์ (N_r)

$$\text{ความเร็วสลลิป} = N_s - N_r \quad (2.2)$$

$$\% S = \frac{N_r - N_s}{N_s} \times 100 \quad (2.3)$$

ความเร็วโรเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสที่ค่าสลลิปใดๆ หาได้จาก

$$N_r = (1 - S) N_s$$

$$\text{หรือ } N_r = (1 - S) 120f / P \quad (2.4)$$

2.5.3 ความถี่โรเตอร์

ความถี่โรเตอร์ หมายถึง ความถี่ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในโรเตอร์ ใช้สัญลักษณ์ f_2 เขียนเป็น สมการที่ 2.5 ได้ดังนี้

$$f_2 = S f \quad (2.5)$$

เมื่อ f_2 คือ ความถี่โรเตอร์ เป็น Hz.

S คือ เปอร์ยูนิตสลลิป

f คือ ความถี่สเตเตอร์ เป็น Hz.

2.5.4 กำลังอินพุต (P_{in})

กำลังอินพุตของมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสหมายถึงกำลังไฟฟ้าสามเฟสที่จ่ายให้แก่ขดลวดสเตเตอร์ เขียนเป็นสมการที่ 2.6 ได้ดังนี้

$$P_{in} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta \quad (2.6)$$

เมื่อ V_L คือ แรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย

I_L คือ กระแสในสาย

$\cos \theta$ คือ เพาเวอร์แฟคเตอร์ของมอเตอร์

2.5.5 การสูญเสียที่สเตเตอร์ (P_{st}) [4]

เขียนเป็นสมการที่ 2.7 ได้ดังนี้

$$P_{st} = P_{CS} + P_{is} \quad (2.7)$$

2.5.6 กำลังอินพุตของโรเตอร์ (P_2) หรือกำลังเอาต์พุตของสเตเตอร์

เขียนเป็นสมการที่ 2.8 ได้ดังนี้

$$P_2 = P_{in} - P_{st} \quad (2.8)$$

2.5.5 การสูญเสียในขดลวดโรเตอร์ (P_c)

เขียนเป็นสมการที่ 2.9 ได้ดังนี้

$$P_c = P_2 - P_m \quad (2.9)$$

2.5.6 กำลังเอาต์พุตของมอเตอร์ (P_{out})

เขียนเป็นสมการที่ 2.10 ได้ดังนี้

$$P_{out} = P_m - P_f \& W \quad (2.10)$$

2.5.7 แรงบิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโรเตอร์ (T_g)

หาได้จาก

$$T_g = \frac{9.55P_M}{N_r}$$

หรือ

$$Tg = \frac{9.55P_2}{N_s} \quad (2.11)$$

เมื่อ	T_g	คือ แรงบิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโรเตอร์มีหน่วยเป็นนิวตัน. เมตร
	P_2	คือ กำลังอินพุตของโรเตอร์ เป็น วัตต์
	P_m	คือ กำลังทางกลของโรเตอร์ เป็น วัตต์
	N_s	คือ ความเร็วซิงโครนัส เป็น รอบต่อนาที
	N_r	คือ ความเร็วโรเตอร์ เป็น รอบต่อนาที

2.5.8 แรงบิดที่แกนเพลลาของมอเตอร์ (T_{sh})

หาได้จาก

$$T_{sh} = \frac{9.55P_{OUT}}{N_R} \quad (2.12)$$

เมื่อ	T_{sh}	คือ แรงบิดที่แกนเพลลาของมอเตอร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน - เมตร
	P_{OUT}	คือ กำลังเอาต์พุตของมอเตอร์ เป็น วัตต์

2.5.9 แรงบิดเริ่มหมุนของมอเตอร์เหนี่ยวนำจะมีค่าสูงสุด

$$R_2 + R_{ex} = X_2 \quad (2.13)$$

เมื่อ	R_2	คือ ค่าความต้านทานในโรเตอร์ต่อเฟส
	R_{ex}	คือ ค่าความต้านทานภายนอกต่อเฟส
	X_2	คือ ค่ารีแอคแตนซ์ต่อเฟสขณะ โรเตอร์อยู่กับที่

2.5.10 แรงบิดเริ่มหมุน

$$T = k I_s I_m \sin \alpha \quad (2.14)$$

เมื่อ	T	คือ แรงบิดเริ่มหมุน เป็น นิวตัน. เมตร
	I_s	คือ กระแสเริ่มหมุนในขดสตาร์ท เป็น แอมแปร์
	I_m	คือ กระแสเริ่มหมุนในขดรัน เป็น แอมแปร์
	α	คือ มุมต่างเฟสระหว่างกระแส I_s และ I_m เป็นองศาไฟฟ้า
	k	คือ ค่าคงที่ขึ้นอยู่กับารออกแบบมอเตอร์

2.6 มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและมอเตอร์มาตรฐาน [1]

มอเตอร์ที่มีขายในท้องตลาดทั่ว ๆ ไป บางบริษัทได้มีการผลิตตามมาตรฐาน แต่บางบริษัทก็ต้องการผลิตมอเตอร์ที่มีราคาถูกจึงใช้ส่วนประกอบคุณภาพต่ำ ประสิทธิภาพต่ำ ทำให้มอเตอร์กินไฟสูงสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและมีอายุการใช้งานสั้น ในปัจจุบันนอกจากมอเตอร์ที่ได้มาตรฐานแล้วยังมีการผลิตมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นพิเศษออกจำหน่ายด้วย แต่มีราคาสูงกว่ามอเตอร์ทั่วไปที่มีขายอยู่ประมาณ 20-25 % เพราะต้องใช้ ส่วนประกอบที่มีคุณภาพสูง มอเตอร์ไม่ร้อนทำให้อายุการใช้งานยาวนานกว่ามอเตอร์ทั่วไป ทำให้ประหยัด ค่าไฟฟ้าซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิต เมื่อคิดคำนวณแล้วจะคุ้มเมื่อเลือกใช้มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะมีการออกแบบและมีส่วนประกอบโครงสร้างที่ปรับปรุงขึ้นดังนี้

2.6.1 ปรับปรุงคุณภาพของแกนเหล็ก

มอเตอร์ทั่ว ๆ ไปใช้เหล็กแผ่นที่มีองค์ประกอบของ คาร์บอนต่ำ (Low carbon laminated steel) สำหรับตัวแกนเหล็กที่สเตเตอร์และโรเตอร์ ซึ่งแกนเหล็ก ดังกล่าวที่มีค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าเทียบกับน้ำหนักประมาณ 6.6 วัตต์ต่อเหล็ก 1 กิโลกรัม ซึ่งมอเตอร์ ประสิทธิภาพสูง จะใช้แผ่นเหล็กซิลิกอนคุณภาพสูง (High grade silicon steel) ซึ่งจะมีค่าความสูญเสีย ทางไฟฟ้าลดลงถึงครึ่งหนึ่ง คือ เหลือเพียงประมาณ 3.3 วัตต์ต่อเหล็ก 1 กิโลกรัม

2.6.2 แผ่นเหล็กที่บางขึ้น

การลดความหนาของแผ่นเหล็กทั้งในสเตเตอร์และโรเตอร์ จะช่วย ลดความสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลเวียน ซึ่งเมื่อรวมกับการปรับปรุงจนวนระหว่างแผ่นเหล็กแล้ว จะช่วย ลดค่าความสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลเวียนได้มากขึ้น

2.6.3 เพิ่มปริมาณของตัวนำ

มอเตอร์รุ่นเก่า ๆ จะใช้ลวดทองแดงที่มีขนาดพอดี กับกระแส สูงสุดที่เกิดจากโหลดของมอเตอร์ แต่มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะใช้ลวดทองแดงขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อลดค่าความต้านทานในขดลวด โดยขนาดของตัวนำจะใหญ่มากประมาณ 35 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์

2.6.4 ปรับปรุงการออกแบบร่องสล็อต

เพื่อที่จะรองรับกับขนาดขดลวดที่ใหญ่ขึ้น ทำให้ต้อง มีการปรับปรุง และออกแบบร่องสล็อตใหม่ รวมทั้งเพิ่มความยาวของแกนเหล็กที่สเตเตอร์ ซึ่งแกนเหล็กที่ยาวขึ้นจะเป็นผลต่อเพาวเวอร์แฟคเตอร์ที่ดีขึ้นด้วย

2.6.5 ลดช่องว่างระหว่างเตเตอร์และโรเตอร์

การลดช่องว่างที่เป็นทางเดินของสนาม แม่เหล็กไฟฟ้า จะทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากสเตเตอร์ที่วิ่งผ่านไปยังโรเตอร์มีความเข้มเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น มอเตอร์จะกินพลังงานไฟฟ้าลดลง เพื่อที่จะผลิตแรงบิดเท่าเดิม นอกจากนี้การเพิ่มความยาวของแกนเหล็ก ยังเป็นการเพิ่มปริมาณสนามแม่เหล็กที่จะเป็นผลทำให้เกิดผลเดียวกันกับการลดช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับ สเตเตอร์

2.6.6 ออกแบบพัดลมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การออกแบบพัดลมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง มีอุณหภูมิในขณะที่ทำงานต่ำกว่ามอเตอร์ธรรมดา เป็นผลให้พัดลมที่ใช้ระบายความร้อนมีขนาดเล็กลง ซึ่งเป็นการลดการสูญเสียจากแรงลม รวมถึงระดับเสียงของพัดลมในขณะที่ทำงานด้วย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

E. R. Collins และคณะ [1] ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะเกี่ยวกับมอเตอร์คาปาซิเตอร์ ด้วยวิธีการจำลองคำนวณจากโปรแกรมโดยปรับความถี่ให้กับมอเตอร์ พบว่าเมื่อเปลี่ยนความถี่ให้เพิ่มขึ้นทำให้แรงบิดของมอเตอร์ต่ำลง เปอร์เซนต์สลิปเพิ่มขึ้น ถ้าลดความถี่ จะทำให้ผลของความสัมพัทธ์ แรงดัน-ความถี่ต่ำลง

บรรพต ศรีสุพรรณ [8] ได้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส เมื่อคาปาซิเตอร์ที่ใช้กับมอเตอร์เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำเอามอเตอร์คาปาซิเตอร์ ที่มาจากบริษัท มาทำการทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ และประสิทธิภาพ และทำการเปลี่ยนคาปาซิเตอร์มอเตอร์ใหม่ด้วยการเพิ่มและลดค่าเก็บประจุ พบว่า เพิ่มคาปาซิเตอร์นั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เพราะมีผล

มาจากมอเตอร์รับกำลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่ใกล้เคียงหรือเท่ากัน แต่ประสิทธิภาพในการทำงานในลักษณะของกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต (P_{OUT}) และแรงบิด (T_{sh}) มีค่าสูงกว่าของบริษัท ส่วนผลการทดสอบมอเตอร์การลดค่าเก็บประจุ นั้นมีประสิทธิภาพลดลง เพราะมีผลมาจากมอเตอร์รับกำลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่ใกล้เคียงหรือเท่ากัน แต่ประสิทธิภาพในการทำงานในลักษณะของกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต (P_{OUT}) และแรงบิด (T_{sh}) มีค่าต่ำกว่าของบริษัทการที่มอเตอร์มีประสิทธิภาพไม่เท่ากัน นั้น มีสาเหตุมาจากระหว่างการรับกำลังไฟฟ้าอินพุต และส่งกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตออกมานั้น ได้เกิดมีการสูญเสียในลักษณะของ P_{loss} ขึ้นมาระหว่างการทำงานของมอเตอร์