



เครื่องทำความเย็น
20104-2007

หน่วยที่ 6

มอเตอร์ในงานเครื่องทำความเย็น



หัวข้อเรื่อง

6.1 มอเตอร์ในงานเครื่องทำความเย็น



6.2 มอเตอร์ชนิดต่าง ๆ



6.3 ขั้วของมอเตอร์



6.4 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์



6.5 ขนาดของคอมเพรสเซอร์



6.6 คาปาซิเตอร์ในงานมอเตอร์



6.1.1 โครงสร้างของมอเตอร์

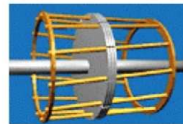
1. **สเตเตอร์ (Stator)** เป็นส่วนที่อยู่กับที่ทำด้วยแกนเหล็กลามิเนต (Laminate)
2. **โรเตอร์ (Rotor)** เป็นตัวหมุนจากการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า
3. **ฝาปิดหัวท้าย (End Plate)** เป็นตัวยึดเฟลาของโรเตอร์ มีตลับลูกปืน (Ball Bearing)



มอเตอร์คอมเพรสเซอร์



โรเตอร์แบบกรงกระรอก



โครงสร้างของมอเตอร์

6.1.2 มาตรฐานคุณสมบัติของมอเตอร์

องค์กรผู้ผลิตมอเตอร์ (The National Electrical Manufacturers Association) หรือ NEMA ได้กำหนดมาตรฐานคุณสมบัติของมอเตอร์เป็นตัวอักษร A, B, C, D, E และ F

- A – แรงบิดเริ่มหมุนสูง กระแสสตาร์ทสูง 6–8 เท่าของฟูลโหลด
- B – แรงบิดเริ่มหมุนปกติ กระแสสตาร์ทปกติ 3–4 เท่าของฟูลโหลด
- C – แรงบิดเริ่มหมุนสูง กระแสสตาร์ทปกติ 3–4 เท่าของฟูลโหลด
- D – เหมือน C แต่มีค่าสลิป (Slip) สูง คือ ความเร็วรอบตกได้มาก
- E, F – แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ กระแสสตาร์ทต่ำ 1.5–2 เท่าของฟูลโหลด

6.1.3 ประเภทของมอเตอร์

ประเภทของมอเตอร์ มี 3 ประเภท

1. **มอเตอร์ประเภทเปิด (Open Drip Proof) หรือ ODP**
2. **มอเตอร์ประเภทปิด (Totally Enclosed Fan Cooled) หรือ TEFC**
3. **มอเตอร์ประเภทกันระเบิด (Explosion Proof) หรือ EXP**

6.1.4 ชนิดของฉนวน

NEMA ได้กำหนดเป็นตัวอักษรเพื่อบอก
ชนิดของฉนวนที่ใช้เคลือบหลอดทองแดงที่ใช้พัน
มอเตอร์

ตารางที่ 6.1 ชนิดของฉนวน

ชนิดของฉนวน	อุณหภูมิ (°C	ชื่อของฉนวน
o, y	90 °C	ผ้า กระดาษ
A	105 °C	PVF
E	120 °C	VEF
B	130 °C	PEW
F	155 °C	EIW
H	180 °C	EIW
C	200 °C	ไมก้า ไยหิน

6.1.5 การป้องกันมอเตอร์

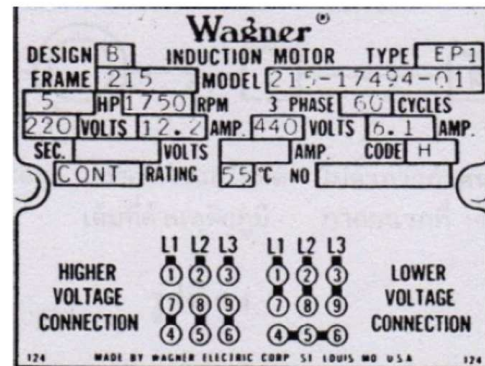
NEMA ได้กำหนดตัวเลข 3 หลักเป็นตัวบ่งชี้การป้องกัน (Index of Protection) ใช้ตัวย่อ IP เพื่อบอกระดับการป้องกันเศษวัสดุฝุ่นผง ป้องกันน้ำ และป้องกันการกระแทก

ตารางที่ 6.2 ตัวเลขบ่งชี้การป้องกันของมอเตอร์

ตัวเลข I P	ตัวเลขหลักที่ 1 ป้องกันเศษวัสดุ ฝุ่นผง	ตัวเลขหลักที่ 2 ป้องกันน้ำหรือของเหลว	ตัวเลขหลักที่ 3 ป้องกันการกระแทก
0	ไม่มีการป้องกัน	ไม่มีการป้องกัน	ไม่มีการป้องกัน
1	เล็กกว่า 5 ซม. เข้าได้	ป้องกันน้ำแนวตั้งได้	วัตถุ 150 กรัม ตกจากที่สูง 15 ซม.
2	เล็กกว่า 12 มม. เข้าได้	น้ำแนวตั้งและเฉียง 15 องศา	วัตถุ 250 กรัม ตกจากที่สูง 15 ซม.
3	เล็กกว่า 2.5 มม. เข้าได้	น้ำแนวตั้งและเฉียง 60 องศา	วัตถุ 250 กรัม ตกจากที่สูง 20 ซม.
4	เล็กกว่า 1.0 มม. เข้าได้	ป้องกันน้ำตกใส่ทุกทิศทาง	—
5	ป้องกันฝุ่นได้	ป้องกันน้ำฉีดใส่ทุกทิศทาง	วัตถุ 500 กรัม ตกจากที่สูง 40 ซม.
6	ป้องกันฝุ่นได้หมดจด	ดกน้ำชั่วคราวได้	—
7	—	น้ำท่วมตื้น ๆ ได้	วัตถุ 1.5 กก. ตกจากที่สูง 40 ซม.
8	—	ดกน้ำลึกได้	—
9	—	—	วัตถุ 5 กก. ตกจากที่สูง 40 ซม.

6.1.6 ป้ายข้อมูลของมอเตอร์

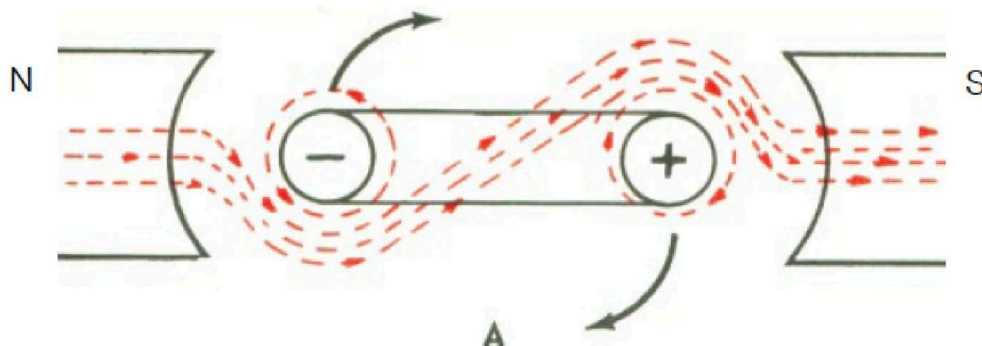
ป้ายข้อมูลของมอเตอร์ (Name Plate) เป็นป้ายแสดงข้อมูลประจำตัวของมอเตอร์ บอกให้ทราบรายละเอียดต่าง ๆ



ป้ายข้อมูลของมอเตอร์

6.1.7 การหมุนของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ

จะเกิดขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าหมุนรอบที่สเตเตอร์และเหนี่ยวนำ โรเตอร์ทำให้เกิดไฟฟ้าวงในตัวนำที่ฝังไว้แบบกรงกระรอก ทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์



การเกิดแรงบิดของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ



6.2 มอเตอร์ชนิดต่าง ๆ

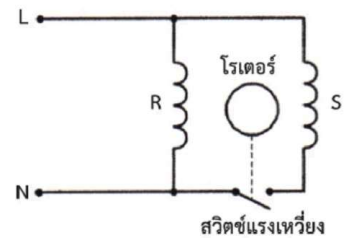


มอเตอร์ 1 เฟส มี 4 ชนิด คือ

1. มอเตอร์สปลิตเฟส
2. มอเตอร์คาปาซิเตอร์
3. มอเตอร์เซดเดโปล
4. มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล

6.2.1 สปลิตเฟสมอเตอร์

สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor) เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก มีขดลวด 2 ชุด คือ ชุดรัน (Run) หรือ R พันด้วยลวดเส้นใหญ่ และชุดสตาร์ท (Start) หรือ S พันด้วยลวดเส้นเล็ก



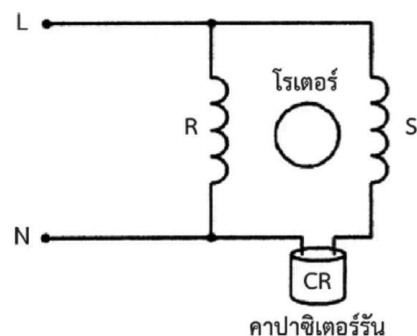
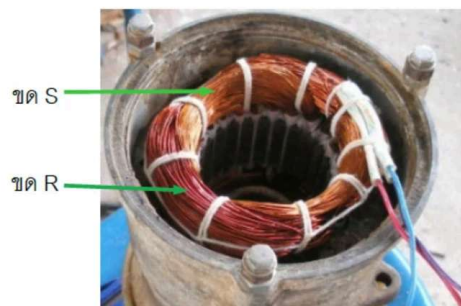
สปลิตเฟสมอเตอร์

6.2.2 คาปาซิเตอร์มอเตอร์

คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้คาปาซิเตอร์ต่ออนุกรมกับชุด S ทำให้มอเตอร์มีแรงหมุนดีขึ้นด้วยคุณสมบัติของคาปาซิเตอร์ที่ทำให้กระแสหน้าแรงดัน

รูปแบบคาปาซิเตอร์มอเตอร์ มี 3 แบบ คือ

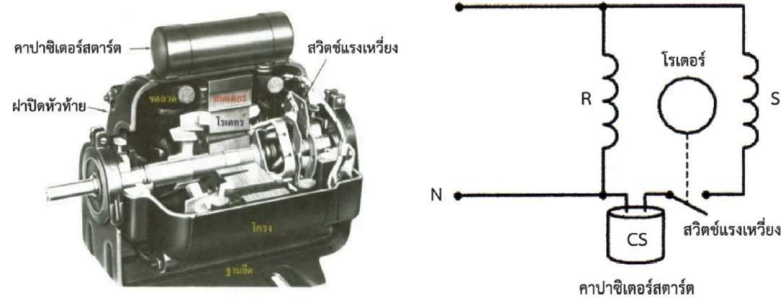
1. แบบคาปาซิเตอร์รัน มีโครงสร้างคล้ายสปลิตเฟส แต่ชุด S ใช้ลวดเส้นใหญ่ขึ้น มีจำนวนรอบมากกว่าชุด R



คาปาซิเตอร์รัน

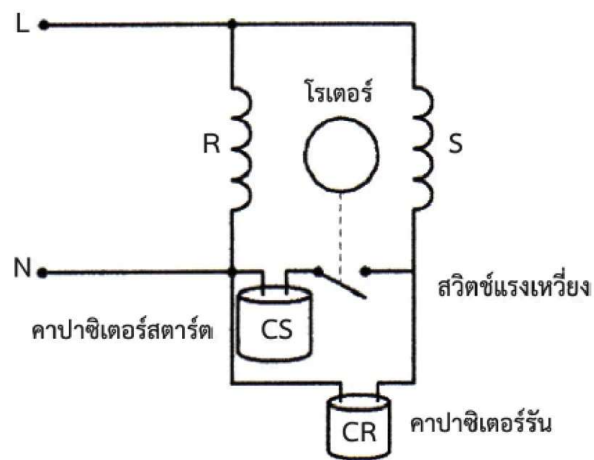
มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์รันและวงจร

2. แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท ใช้คาปาซิเตอร์ชนิดสตาร์ท หรือ CS ซึ่งมีค่าความจุสูงต่ออนุกรมกับขด S ทำให้มีแรงสตาร์ทสูง



มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท

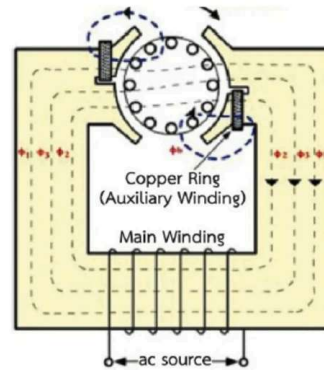
3. แบบคาปาซิเตอร์รันคาปาซิเตอร์สตาร์ท ใช้ทั้ง CR และ CS มีข้อดี คือ CR ช่วยในการหมุน CS ช่วยในการสตาร์ท ใช้กับมอเตอร์ 2-5 HP ระวัง CS เสียง่าย



วงจรแบบคาปาซิเตอร์รันคาปาซิเตอร์สตาร์ท

6.2.3 เซดเดดโพลมอเตอร์

เซดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor) เป็นมอเตอร์ที่ไม่มีขด S แต่มีวงแหวนตัวนำสวมอยู่ริมโพล เมื่อจ่ายไฟเข้ามอเตอร์จะเกิดขั้วแม่เหล็กเหนี่ยวนำได้สลับไปตามไฟ AC



เซดเดดโพลมอเตอร์

6.2.4 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ได้ทั้งไฟ AC และ DC บางครั้งเรียกซีรีย์มอเตอร์ (Series Motor) เพราะวงจรของมอเตอร์ต่อบนอนุกรมกัน

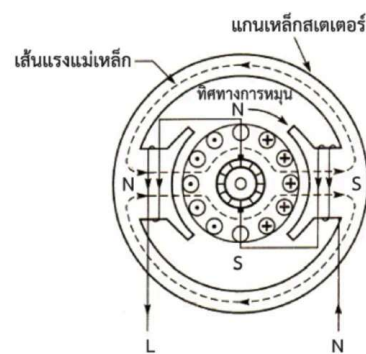


สเตเตอร์

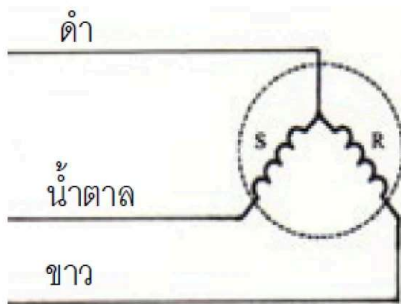


โรเตอร์

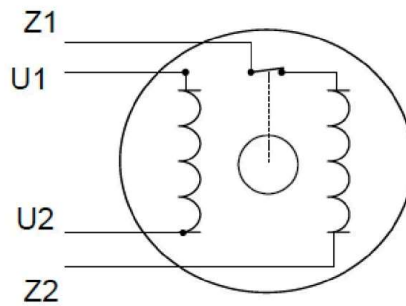
ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์



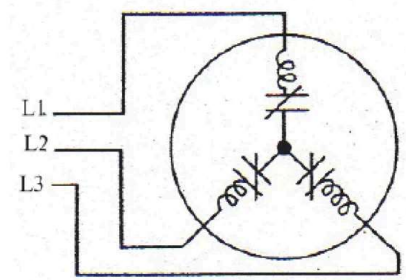
6.3 ขั้วของมอเตอร์



มอเตอร์ 1 เฟส 3 สาย



มอเตอร์ 1 เฟส 4 สาย



มอเตอร์ 3 เฟส 3 สาย

ขั้วของมอเตอร์

6.3.1 วิธีวัดหาขั้วมอเตอร์ทั่วไป

1. ปลดสายออกจากสลักยึดให้เป็นอิสระทั้ง 4 ปลาย
2. ใช้มิเตอร์ $R \times 1$ วัด U_1 กับ U_2 สมมติได้ 5Ω
3. วัด Z_1 กับ Z_2 สมมติได้ 8Ω
4. สรุปว่าปลาย U_1 กับ U_2 คือ ขด R, ปลาย Z_1 กับ Z_2 คือ ขด S

6.3.2 วิธีวัดหาขั้วมอเตอร์พัดลม

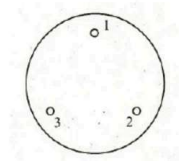
1. ใช้มิเตอร์ $R \times 1$ วัด ดำ-ขาว สมมติได้ 10Ω
 ดำ-น้ำตาล สมมติได้ 15Ω
 ขาว-น้ำตาล สมมติได้ 25Ω
2. สรุปค่ามากที่สุดจะเป็น $R + S$ นั่น คือ ขาว-น้ำตาล โดยผ่านดำซึ่งเป็น C
3. ดำ-น้ำตาล มีค่ามากกว่าให้เป็น S, ดำ-ขาว มีค่าน้อยกว่าให้เป็น R
4. สรุปว่า ดำ คือ C, ขาว คือ R, น้ำตาล คือ S

6.3.3 วิธีวัดขั้วคอมเพรสเซอร์

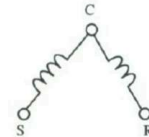
1. เขียนรูปเหมือนตำแหน่งขั้ว และกำหนดเป็น 1, 2, 3
2. ใช้มิเตอร์ $R \times 1$ วัดทุกคู่ สมมติได้ดังนี้ $1-2 = 10$, $1-3 = 20$, $2-3 = 30$
3. เขียนวงจรภายในและแปลค่าความต้านทานเพื่อหาขั้ว C, R, S
ค่ามากที่สุดคือ 2-3 จะเป็น $R + S$ แสดงว่า 1 คือขั้ว C
1-2 มีค่าน้อยเป็นขด R, 1-3 มีค่ามากเป็นขด S
สรุปว่า 1 คือ C, 2 คือ R, 3 คือ S



ขั้วคอมเพรสเซอร์



เขียนรูป ใส่หมายเลขขั้ว



เขียนวงจรใส่ชื่อขั้ว

ขั้วของคอมเพรสเซอร์

6.4 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์

6.4.1 ตัวป้องกันทำงานเกินกำลัง

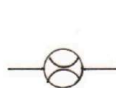
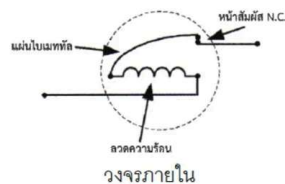
ตัวป้องกันทำงานเกินกำลัง (Over Load) มอเตอร์จะมีตัวโอเวอร์โหลดติดตั้งมากับมอเตอร์ ตัวโอเวอร์โหลดทำงานโดยอาศัยความร้อน ถ้ามอเตอร์ร้อนผิดปกติเป็นการตัดไฟ



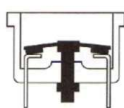
ด้านหลัง



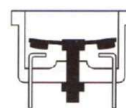
ด้านหน้า



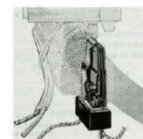
สัญลักษณ์



ขณะต่อวงจร



ขณะตัดวงจร



ตัวโอเวอร์โหลดภายใน

ตัวโอเวอร์โหลด

6.4.2 ฟิวส์และเทอร์โมฟิวส์

ฟิวส์และเทอร์โมฟิวส์ (Fuse & Thermo-Fuse) มอเตอร์ขนาดเล็กจะมีเทอร์โมฟิวส์มัดติดกับขดลวด ถ้ามอเตอร์เกิดปัญหา อุณหภูมิจะสูงกว่าปกติ ฟิวส์นี้จะขาด



เทอร์โมฟิวส์

6.4.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) การใช้เบรกเกอร์และฟิวส์ดูจากกระแสของมอเตอร์ คูณด้วย 125%

6.4.4 เครื่องป้องกันไฟตกไฟเกิน

เครื่องป้องกันไฟตกไฟเกิน (Over & Under Voltage Protection) บางพื้นที่ระบบไฟฟ้าไม่ค่อยปกติจะต้องติดตั้งเครื่องป้องกันไฟตกไฟเกินด้วย

6.4.5 เครื่องป้องกันไฟฟ้า 3 เฟส

เครื่องป้องกันไฟฟ้า 3 เฟส (Three Phase Protection) เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ตรวจจับแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ถ้าเฟสใดไฟตกหรือไฟไม่มา วงจรอิเล็กทรอนิกส์จะสั่งรีเลย์ตัดไฟออก



เครื่องป้องกันไฟฟ้า 3 เฟส

6.5 ขนาดของคอมเพรสเซอร์

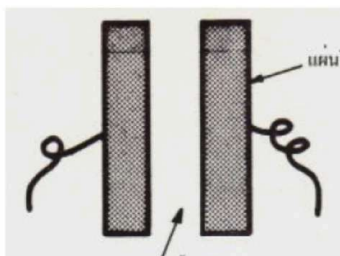
ตารางที่ 6.3 ขนาดของตู้เย็นและคอมเพรสเซอร์

ขนาดตู้เย็น ลบ.ฟุต (คิว)	คอมเพรสเซอร์ แรงม้า	กินกระแส FLA	กระแสประหยัดไฟ เบอร์ 5
3-4	1/20	0.6	0.42
5-6	1/15	0.7	0.45
7-8	1/10	0.8	0.5
9-10	1/8	0.9	0.55
11-12	1/6	1.2	0.6
13-14	1/5	1.4	0.7

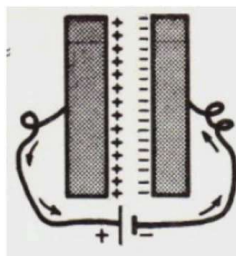
6.6 คาปาซิเตอร์ในงานมอเตอร์

6.6.1 โครงสร้างและการทำงานของคาปาซิเตอร์

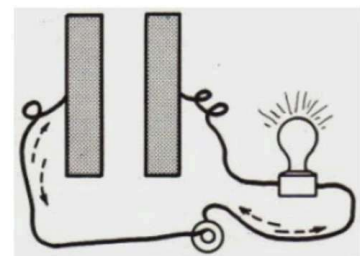
การเก็บและคายประจุโดยที่ประจุไม่สามารถวิ่งผ่านขั้วทั้งสองได้ แต่การที่ประจุวิ่งเข้าออกผ่านโพลดทำให้ทำงานได้ จึงเสมือนว่าไฟวิ่งผ่านคาปาซิเตอร์ได้



โครงสร้าง



เมื่อจ่ายไฟเข้า



เมื่อมีโพลด

โครงสร้างและการทำงานของคาปาซิเตอร์

6.6.2 ชนิดของคาปาซิเตอร์

คาปาซิเตอร์มี 2 ชนิด คือ

1. คาปาซิเตอร์รัน เป็นชนิดน้ำมัน ทนแรงดันได้สูง 300–400 โวลต์มีความจุเหมาะสมกับมอเตอร์ใช้ต่อโดยตรงกับขด S ให้ทำงานตลอดไม่มีการตัดออก

2. คาปาซิเตอร์สตาร์ท เป็นชนิดกระดาษชุบน้ำยาอิเล็กทรอนิกส์ โทนแรงดันได้ต่ำ 200–300 โวลต์ แต่มีความจุมาก การต่อกับขด S ต้องมีรีเลย์ตัดออกเมื่อมอเตอร์หมุนไปแล้ว



คาปาซิเตอร์รัน (CR)



คาปาซิเตอร์สตาร์ท (CS)

คาปาซิเตอร์

6.6.3 ขนาดของคาปาซิเตอร์

คาปาซิเตอร์รันซึ่งต่อโดยตรงกับขด S ถ้าใช้ค่าที่ไม่เหมาะสมจะทำให้มอเตอร์เสียหายได้ คือถ้าใช้ค่าน้อยเกินไปจะทำให้มอเตอร์ไม่มีแรงสตาร์ทในการขับโหลด

ตารางที่ 6.4 ขนาดของมอเตอร์กับขนาดของคาปาซิเตอร์

แรงม้า	กระแส	ตัวอย่างงาน	CR 370–450 V μF	CS 250–350 V μF
1/50	0.1	พัดลมตั้งโต๊ะ 12"	1–1.5	–
1/30	0.2	พัดลมตั้งโต๊ะ 16"	1.5–2	–
1/20	0.5	พัดลมโคจร ตู้เย็น 3–4 คิว	2–2.5	–
1/10	0.8	ตู้เย็น 5 คิว	2–3	20–30
1/8	0.9	ตู้เย็น 8 คิว	3–4	30–40
1/6	1.4	ตู้เย็น 10 คิว พัดลมเพดาน	4–5	40–50
1/4	2.5	ตู้เย็น 15 คิว ตู้แช่	5–6	50–60
1/2	3.5	ตู้เย็น ตู้แช่	8–10	70–80
3/4	5	ตู้แช่ ห้องเย็น	10–12	80–100
1	7	เครื่องปรับอากาศ 10,000 BTU	15–20	120–150

6.6.4 การตรวจวัดคาปาซิเตอร์

การตรวจวัดคาปาซิเตอร์ เข็มจะเบนไปมากกว่าเดิม แล้วค่อย ๆ ลดลงมา แสดงว่าคาปาซิเตอร์ดี ถ้าเข็มหยุดนิ่งแสดงว่าขาด ถ้าเข็มเบนไปแล้วไม่กลับแสดงว่าช็อต ถ้าเสื่อมค่าเข็มจะเบนไป ไม่มาก ต้องสังเกตให้ดี หรือวัดเทียบกับตัวอื่นที่มีค่าเท่ากัน



วัดครั้งที่ 1



วัดครั้งที่ 2 สลับสาย

การตรวจวัดคาปาซิเตอร์