

## ใบความรู้

### วิชา เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

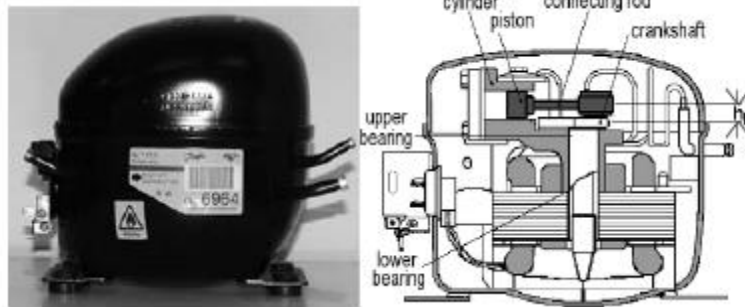
#### 1. วงจรสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ

##### 1.1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

คอมเพรสเซอร์ (Compressor) หรือบางครั้งอาจจะเรียกว่ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ (Motor Compressor) เป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญที่สุดของวงจรสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ มีหน้าที่ดูดไอสารทำความเย็นที่มีค่าความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำจากท่อด้านดูด (Suction Line) แล้วอัดให้เป็นไอ สารทำความเย็นที่มีค่าความดันสูง อุณหภูมิสูง แล้วส่งออกไปทางท่อด้านอัด (Discharge Line)

ปัจจุบันนี้คอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่นิยมใช้กันแพร่หลาย มี 3 แบบ คือ

**1.1.1. คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor)** มีส่วนประกอบคล้ายกับเครื่องยนต์ คือลูกสูบเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงภายในกระบอกสูบเพื่อทำการดูดและอัดสารทำความเย็น มีคุณสมบัติคือให้กำลังสูง แต่มีกรั่นสะเทือนสูงและมีเสียงดัง เหมาะสำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่



รูปที่ 1.1. คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

(ที่มา [http://www.plugandgo.co.th/article\\_detail/view/119334](http://www.plugandgo.co.th/article_detail/view/119334) )

### 1.1.2. คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี (Rotary Compressor)

มีหลักการทำงานโดยอาศัยการหมุนของใบพัดความเร็วสูง โดยมีคุณสมบัติคือ การสิ้นเปลืองน้อย เติมน้ำมันและมีประสิทธิภาพพลังงานสูง (ค่า EER) แต่ในบางครั้งจะเปราะบางไม่ค่อยทนทาน จึงเหมาะกับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก



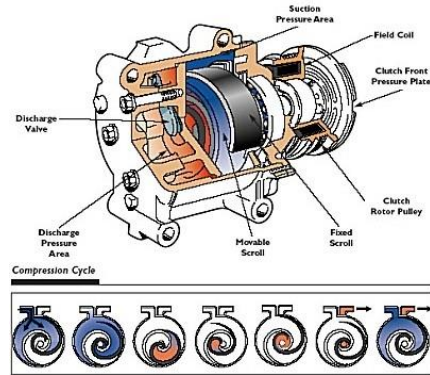
รูปที่ 1.2 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี

ตารางที่ 1.1. ตารางเปรียบเทียบการทำงานระหว่างคอมเพรสเซอร์แบบโรตารีและลูกสูบ

|          |           | คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี   | คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ   |
|----------|-----------|---|---|
| การทำงาน | การดูด    | ไอของสารทำความเย็นจะถูกดูดให้ไหลเข้ากระบอกสูบ โดยลิ้นอัดยังเปิดอยู่                               | ไอของสารทำความเย็นจะถูกดูดให้ไหลเข้ากระบอกสูบ โดยลิ้นอัดยังปิดอยู่                                |
|          | การอัด    | ด้านท่อดูดยังอยู่ในช่วงของการดูด ด้านอัดยังอัดเพิ่มขึ้น แต่ลิ้นอัดยังไม่เปิดออก                   | ด้านท่อดูดยังอยู่ในช่วงของการดูด ด้านอัดยังอัดเพิ่มขึ้น แต่ลิ้นอัดยังไม่เปิดออก                   |
|          | การส่งออก | เมื่อแรงอัดเพิ่มขึ้น จนลิ้นอัดเปิดออก จะส่งสารทำความเย็นจากกระบอกสูบเข้าสู่ระบบสารทำความเย็นต่อไป | เมื่อแรงอัดเพิ่มขึ้น จนลิ้นอัดเปิดออก จะส่งสารทำความเย็นจากกระบอกสูบเข้าสู่ระบบสารทำความเย็นต่อไป |

### 1.1.1. คอมเพรสเซอร์แบบสโครล (Scroll Compressor)

เป็นคอมเพรสเซอร์ที่พัฒนามาจากคอมเพรสเซอร์แบบโรตารี ทำงานโดยใบพัดรูปก้นหอยม้วนเข้าข้างในจำนวน 2 ชั้น สโครลชั้นหนึ่งจะคงที่ (Fixed Scroll) ส่วนอีกชั้นหนึ่งจะเคลื่อนที่เบียดกับสโครลชั้นที่คงที่ (Orbiting Scroll)



รูปที่ 1.3 คอมเพรสเซอร์แบบสโครลและใบพัดก้นหอย

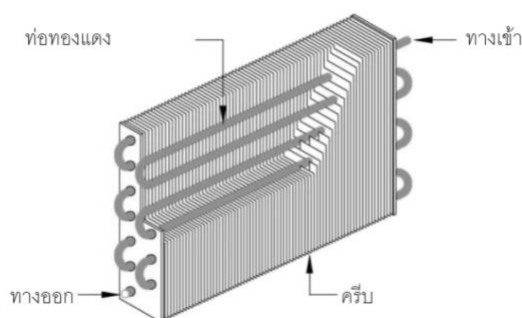
( ที่มา <https://www.smpoe.com/en/products/compressors/belt-drive-compressors> )

## 1.2. เครื่องควบแน่น (Condenser)

เครื่องควบแน่น (Condenser) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับเอาสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นไอ ความดันสูง อุณหภูมิสูงจากท่อทางอัด (Discharge Line) มาระบายความร้อนให้อไอของสารทำความเย็นกลั่นตัวเป็นของเหลวความดันสูง ก่อนส่งต่อไปยังท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid Line) ต่อไป

เครื่องควบแน่นที่ใช้กันแพร่หลาย มี 2 ชนิด คือ

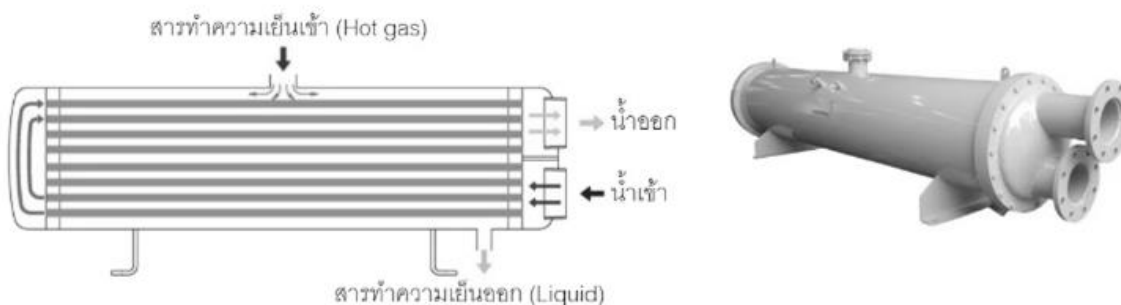
### 1.2.1 ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled) มักใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก



รูปที่ 1.4 เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศชนิดมีคิริบอะลูมิเนียม

(ที่มา <https://www.2pt3q.com/content-condenser/> )

### 1.2.2. ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled) มักใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่



รูปที่ 1.5 เครื่องควบแน่นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

(ที่มา <https://www.2pt3q.com/content-condenser/> )

ในปัจจุบันนี้การใช้เครื่องควบแน่นสำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก นิยมใช้แบบระบายความร้อนด้วยอากาศชนิดมีคิริบอะลูมิเนียม หรือที่เรียกว่ารังผึ้ง (Finned Tubing) แล้วมีพัดลมอากาศเพื่อช่วยในการระบายความร้อน

## 1.3. ชุดควบคุมสารทำความเย็น (Refrigerant Control)

ชุดควบคุมสารทำความเย็น (Refrigerant Control) ทำหน้าที่รับสารทำความเย็นเหลวที่มีค่าความดันสูง จากท่อสารทำความเย็นเหลว มาทำให้มีค่าความดันต่ำลง ก่อนที่จะเข้าไปให้เดือดในอีแวปอเรเตอร์ นอกจากนี้ยังคอยควบคุมปริมาณการไหลของสารทำความเย็นที่ไหลเข้าไปในอีแวปอเรเตอร์อีกด้วย ชุดควบคุมสารทำความเย็นมีใช้กันหลายชนิด แต่สำหรับเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นขนาดเล็กๆ จะนิยมใช้ท่อรูเข็ม (Capillary Tube หรือ Cap. Tube) ซึ่งเป็นท่อขนาดเล็กมาก ที่ใช้กันมากมักจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.028 – 0.095 นิ้ว

#### ข้อดีของท่อรูเข็ม

1. มีหลักการทำงานง่ายๆ
2. ราคาถูก
3. เมื่อระบบหยุดการทำงาน จะมีการถ่ายเทความดัน ระหว่างความดันต่ำ (Low) กับด้านความดันสูง (High) ทำให้คอมเพรสเซอร์เริ่มสตาร์ททำงานได้ง่าย
4. ใช้สารทำความเย็นน้อยเพราะระบบไม่จำเป็นต้องมีถังพักสารทำความเย็น



รูปที่ 1.6 ชุดควบคุมสารทำความเย็นชนิดท่อรูเข็ม

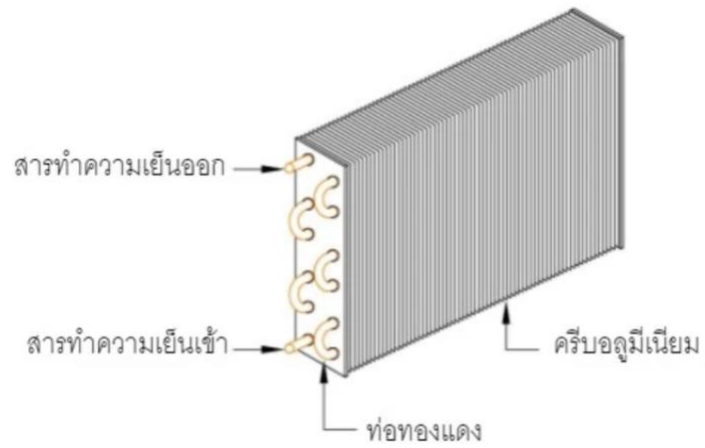
(ที่มา <https://www.bloggang.com/m/viewdiary.php?id=kanichikoong&month=04-2013&date=07&group=21&gblog=22> )

#### 1.4. อีแวปอเรเตอร์ (Evaporator)

อีแวปอเรเตอร์ (Evaporator) มีหน้าที่รับสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวที่มีค่าความดันต่ำจากชุดควบคุมสารทำความเย็นให้มาเดือดในตัวมันเอง สารทำความเย็นจะดูดความร้อนจากอีแวปอเรเตอร์แล้วเดือดกลายเป็นไอไหลต่อไปยังท่อทางดูด ส่วนตัวอีแวปอเรเตอร์เอง เมื่อถูกดูดความร้อนออกไปก็จะมีอุณหภูมิต่ำลง

อีแวปอเรเตอร์ แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

- 1.4.1. อีแวปอเรเตอร์แบบแห้ง (Dry Expansion Evaporator) มักใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก
- 1.4.2. อีแวปอเรเตอร์แบบเปียก (Flooded Evaporator) ใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่



รูปที่ 1.7 ส่วนประกอบของอีแวปอเรเตอร์ชนิดครีบอลูมิเนียม  
(ที่มา <https://www.2pt3q.com/content-evaporator/> )

## 1.5. อุปกรณ์ประกอบต่างๆในวงจรสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

### 1.5.1. ฟิลเตอร์ไดรเออร์ (Filter Drier)

ทำหน้าที่ดูดความชื้นและกรองสิ่งสกปรกของสารทำความเย็นที่ออกมาจากเครื่องควบแน่นก่อนเข้าสู่ชุดควบคุมสารทำความเย็น เพื่อป้องกันการอุดตันจากสิ่งแปลกปลอมทั้งหลาย และการอุดตันเนื่องจากความชื้น



รูปที่ 1.8 ฟิลเตอร์ไดรเออร์แบบต่างๆ

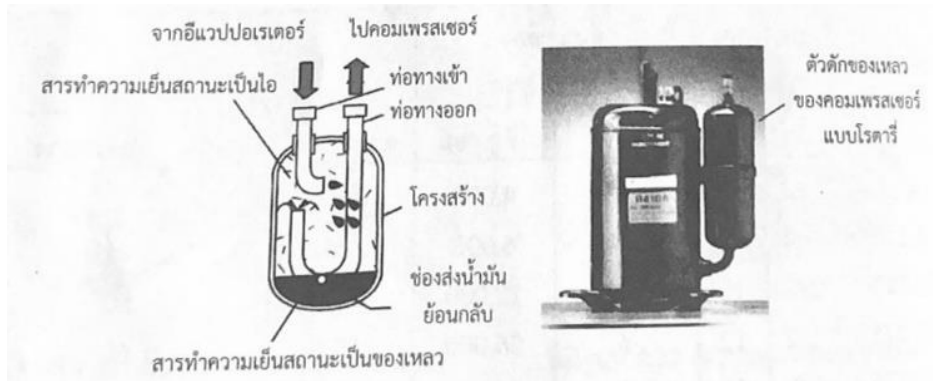
(ที่มา <https://www.chiangmaiaircare.com/ฟิลเตอร์อรายเออร์-filter-drier/> )

### 1.5.2 ตัวดักของเหลว (Accumulator)

เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่ท่อทางดูดก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้อาหารทำความเย็นที่มีสภาพเป็นของเหลวไหลเข้าคอมเพรสเซอร์โดยตรง โดยเฉพาะคอมเพรสเซอร์แบบโรตารี ซึ่งมีโครงสร้างที่สามารถดูดสารทำความเย็นเข้าห้องอัดได้โดยตรง ดังนั้นจึงมักจะมีตัวดักของเหลวติดตั้งไว้ควบคู่กันเสมอ

การที่สารทำความเย็นมีสภาพเป็นของเหลวไหลเข้าคอมเพรสเซอร์ จะทำให้เกิดผลเสียหลายประการคือ

1. ลูกสูบจะมีการดูดอัดสารทำความเย็นที่มีสภาพเป็นของเหลว ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ชิ้นส่วนวาล์วหรือปะเก็นเสียหาย ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการอัดลดลง นอกจากนี้ยังอาจทำให้แบร้งเสียหาย ติดขัด และอาจทำให้คอมเพรสเซอร์น็อกได้
2. การหมุนเวียนของน้ำมันในระบบทำความเย็นมีมากขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำมันสำหรับการหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์ลดลง
3. น้ำมันหล่อลื่นเจือจางลงเนื่องจากสารทำความเย็นเหลวแทรกตัวเข้าไปแทนทำให้ประสิทธิภาพ การหล่อลื่นลดลง ชิ้นส่วนจะมีการสึกหรอมากขึ้น และอาจทำให้ชิ้นส่วนต่างๆ น็อกได้
4. คอมเพรสเซอร์มีเสียงดังและสั่นผิดปกติ ทำให้ประสิทธิภาพและอายุการใช้งานลดลง



รูปที่ 1.9 แสดงหลักการทำงานของตัวคักของเหลว

### การแบ่งส่วนการทำงานของระบบเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ

เมื่อพิจารณาถึงความดันภายในระบบเครื่องทำความเย็น (รวมทั้งเครื่องปรับอากาศ) แล้ว จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ด้านความดันสูง (High Side) ประกอบด้วยท่อทางอัดของคอมเพรสเซอร์ เครื่องควบแน่น ถึงพักสารทำความเย็น ท่อสารทำความเย็นเหลว และท่อทางเข้าของชุดควบคุมสารทำความเย็น ความดันของสารทำความเย็นด้านความดันสูงนี้ บางครั้งอาจเรียกว่าความดันทางเครื่องควบแน่น (Condensing Pressure) หรือความดันด้านอัด (Discharge Pressure)

2. ด้านความดันต่ำ (Low Side) ประกอบด้วยท่อทางออกของชุดควบคุมสารทำความเย็น ต่อไปยังอีแวปอเรเตอร์ ท่อทางดูด และท่อทางดูดของคอมเพรสเซอร์ ความดันของสารทำความเย็นด้านความดันต่ำ บางครั้งเรียกว่าความดันทางอีแวปอเรเตอร์ (Evaporator Pressure) หรือความดันด้านดูด (Suction Pressure) หรือความดันด้านกลับ (Back Pressure)

โดยค่าความดันด้านสูงและค่าความดันด้านต่ำของเครื่องทำความเย็นแต่ละชนิดอาจมีค่าใกล้เคียงกัน หรืออาจมีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องทำความเย็นและชนิดของสารทำความเย็นที่เลือกใช้งาน ดังตัวอย่างเปรียบเทียบตารางที่ 5.2.1

ตารางที่ 1.2 ตารางเปรียบเทียบความดันของเครื่องทำความเย็นชนิดต่างๆ

| ระบบการทำความเย็น                             | ชนิดสารทำความเย็น | ด้านต่ำ           |                  | ด้านสูง           |                  |
|---|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
|   |                   | ความดัน<br>(psig) | จุดเดือด<br>(°F) | ความดัน<br>(psig) | จุดเดือด<br>(°F) |
| ตู้เย็น ตู้แช่ ถึงน้ำเย็น<br>เครื่องปรับอากาศ | R-12              | 8-12              | 0                | 150-170           | 120              |
|   | R-134a            | 6-7               | 0                | 160-180           | 120              |
|   | R-22              | 65-75             | 42               | 250-270           | 120              |
|   | R-410A, R-32      | 100-130           | 42               | 375-430           | 120              |



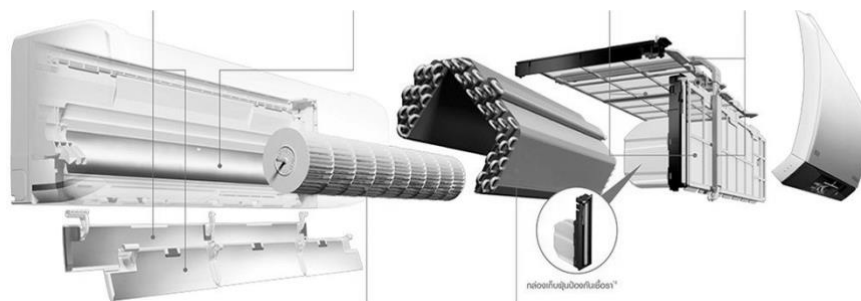
## 2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

### 2.1. ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.1.1 ชุดคอยล์เย็น (Fan Coil Unit) ซึ่งในบางครั้งช่างทั่วไปอาจจะนิยมเรียกว่าชุดแฟนคอยล์หรือชุดอีแวปอเรเตอร์ก็ได้ ภายในประกอบด้วยวงจรสารทำความเย็นที่มีอีแวปอเรเตอร์ และชุดควบคุมสารทำความเย็น (ในการออกแบบบางครั้งชุดควบคุมสารทำความเย็นอาจจะอยู่ด้านชุดคอยล์ร้อน) ในส่วนของวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยสวิตช์เครื่องปรับอากาศ มอเตอร์พัดลมและตัวควบคุมอุณหภูมิ สำหรับมอเตอร์พัดลมซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในวงจรไฟฟ้า แต่ก็จัดอยู่ในวงจรอากาศด้วย เนื่องจากมอเตอร์พัดลมเป็นตัวทำให้เกิดวงจรอากาศนั่นเอง

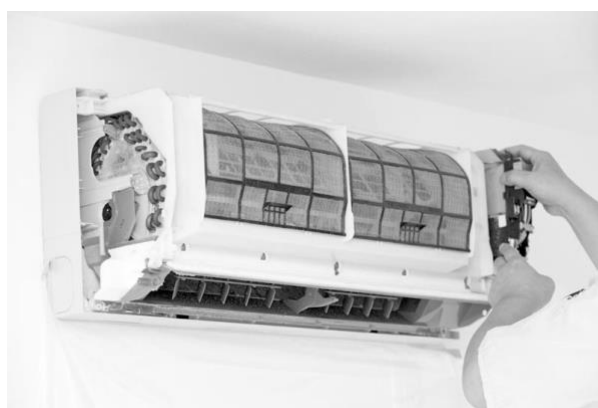
ชุดคอยล์เย็นยังแบ่งออกเป็น 3 แบบ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่การติดตั้งคือ

1. แบบแขวนเพดาน
2. แบบตั้งพื้น
3. แบบติดผนัง



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของชุดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

(ที่มา <https://www.monotoolthailand.com/content/9288/cooled-air-conditioner> )



รูปที่ 2.2 ชุดคอยล์เย็นแบบแขวนเพดานและแบบติดผนัง

(ที่มา <https://www.monotoolthailand.com/content/9288/cooled-air-conditioner> )



รูปที่ 2.3 ชุดคอยล์เย็นแบบตั้งพื้น

2.1.2. ชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) ในบางครั้งอาจจะเรียกว่าคอนเดนซิ่งยูนิตก็ได้ ภายในวงจรสารทำความเย็นประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ เครื่องควบแน่น และฟิลเตอร์ไดรเออร์ ส่วนในวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์พัดลม แมกเนติกคอนแทคเตอร์และตัวควบคุมต่าง ๆ เช่น Timer, HPC. และ LPC. เป็นต้น



รูปที่ 2.4 ชุดคอยล์ร้อน

(ที่มา <https://www.2pt3q.com/condenser/> )



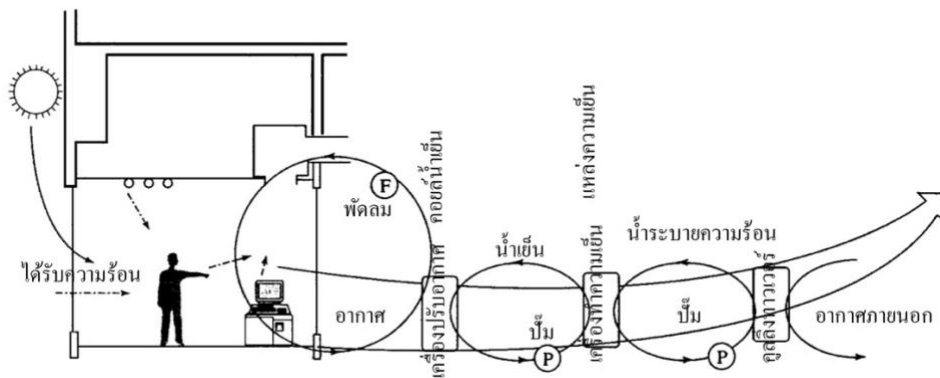
รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในของชุดคอยล์ร้อน

(ที่มา <https://www.airmatepro.com/condenser/> )

## 2.2. วงจรอากาศของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

วงจรอากาศของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ไหลหมุนเวียนอยู่ในตัวเครื่องปรับอากาศเอง และส่วนของวงจรอากาศที่ไหลวนเวียนอยู่ในห้องที่ต้องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โดยในส่วนของที่ 1 คือวงจรอากาศที่ไหลหมุนเวียนอยู่ในตัวเครื่องปรับอากาศเองตามปกติทางบริษัทที่ผลิตเครื่องปรับอากาศออกแบบให้อากาศได้ไหลตามปกติอยู่แล้ว แต่ในการใช้งานอาจเกิดความสกปรก เกิดฝุ่นละอองเข้าไปสะสมจนขัดขวางการไหลของวงจรอากาศ ดังนั้นในการบำรุงรักษาจะต้องคำนึงถึงวงจรอากาศด้วยเสมอ เพราะถ้าวงจรอากาศดังกล่าวทำงานได้ไม่เต็มที่ ก็อาจจะเป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดน้อยลง และอาจทำให้อายุการทำงานของตัวเครื่องสั้นลงด้วย

ส่วนที่ 2 คือวงจรอากาศที่ไหลวนเวียนอยู่ในห้องที่ต้องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ขณะที่ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศต้องดูตำแหน่งที่ไม่ให้มีสิ่งของ หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของตัวอาคารมาขัดขวางทิศทางการไหลของอากาศ ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดลง และเป็นสาเหตุให้เครื่องปรับอากาศต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าปกติ



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างวงจรอากาศภายในห้องที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

### 3. ส่วนประกอบวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

#### 3.1. แผงเมนสวิตช์

ในการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเป็นตัวควบคุมการจ่ายระบบไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศและทำหน้าที่ป้องกันการลัดวงจรให้กับเครื่องปรับอากาศ ส่วนมากนิยมใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยบางครั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็จะติดตั้งออกมาเป็นแผงเดียว แต่บ่อยครั้งก็จะติดตั้งรวมอยู่ในแผงเมนสวิตช์

แผงเมนสวิตช์ในที่นี้ หมายถึง แผงวงจรควบคุมการจ่ายไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ควบคุมการใช้ไฟฟ้าให้เกิดความปลอดภัยสามารถสับหรือปลดออกได้ทันที เมนสวิตช์มักจะหมายถึงอุปกรณ์สับปลดวงจรไฟฟ้าตัวแรกถัดจากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (มิเตอร์) ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เมื่อเข้าไปถึงวงจรไฟฟ้าภายในบ้านก็จะรวมถึงอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินและลัดวงจรด้วย ซึ่งบ่อยครั้งก็จะติดตั้งรวมอยู่ในแผงเมนสวิตช์

##### 3.1.1. ชนิดของแผงเมนสวิตช์ ที่พบเห็นอยู่บ่อย ๆ มีดังต่อไปนี้

ก.) Load Center หมายถึง แผงวงจรไฟฟ้าที่เป็นจุดศูนย์กลางควบคุมโหลดภายในอาคาร ซึ่งจะมีจำนวนวงจรย่อยค่อนข้างมาก ซึ่งจะเหมาะสำหรับบ้านขนาดใหญ่ โรงงานอุตสาหกรรมแผงไฟฟ้าประจำชั้น อาคารสูง มีทั้งแบบมี Main Circuit Breaker และชนิดไม่มี Main Circuit Breaker โดยทั่วไปขนาดของ Main Circuit Breaker จะมีค่าสูงสุดประมาณ 125 A นิยมใช้กับระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส 4 สาย, 380/220 โวลต์ โดยจำนวนวงจรย่อยที่มีจำหน่ายอยู่ตามท้องตลาดจะมีตั้งแต่ 12, 18, 24, 30, 36 และ 42 วงจร

LOAD CENTER (แบบยุโรป)



เบรกเกอร์แบบยุโรป (Bolt On)

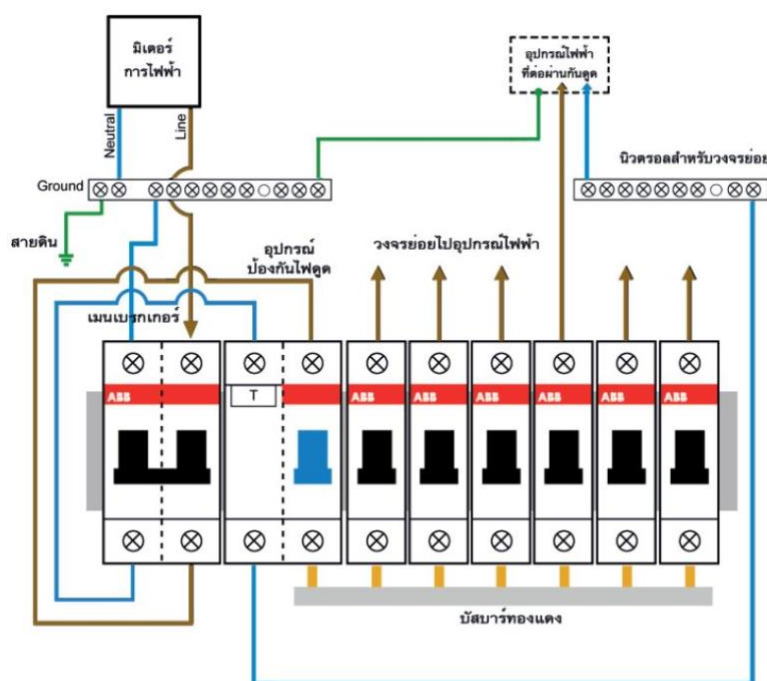


รูปที่ 3.1 รูปตัวอย่างของแผง Load Center

(ที่มา <https://www.changfi.com/fix/2021/11/17/14287/> )

ข.) **Consumer Unit** หมายถึง แผงวงจรไฟฟ้าที่เป็นจุดศูนย์กลางควบคุมโหลดภายในอาคาร ซึ่งจะมีจำนวนวงจรย่อยค่อนข้างน้อย ซึ่งเหมาะสำหรับห้องพักขนาดเล็ก ร้านค้า และอาคารสำนักงานทั่วไป มีเฉพาะระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย, 220 โวลต์ โดยทั่วไปจะมีจำนวนวงจรย่อยตั้งแต่ 4, 6, 8, 12 และ 16 วงจร โดยหากนำไปใช้สำหรับบ้านพักอาศัย Main Circuit Breaker ของแผงจะต้องมีค่า IC 2 10 KA ซึ่งก็ไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Fuse อีก

**3.1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแผงเมนสวิตช์** ในแผงเมนสวิตช์จะมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอยู่หลายส่วน เช่น ระบบสายประธาน ระบบสายกราวด์ ระบบเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ ระบบป้องกันไฟรั่ว ระบบป้องกันแรงดันเกิน ชั่วขณะ (Surge Protective Devices, SPD) เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย สายวงจรย่อย ระบบสายกราวด์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า และการต่อเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ภายในแผงเมนสวิตช์ ซึ่งการออกแบบทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งของการไฟฟ้า และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศคือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย สายวงจรย่อย และระบบสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าเท่านั้น



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์และวงจรการต่อเชื่อมโยงภายในแผง consumer unit

(ที่มา <https://new.abb.com/news/th/detail/73001/consumer-units-and-wiring> )

ก.) เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย เนื่องจากเครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าสูง ดังนั้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะสูงตามไปด้วย โดยอุปกรณ์ที่มีส่วนในสาเหตุดังกล่าว คือ คอมเพรสเซอร์ คอมเพรสเซอร์จัดเป็นมอเตอร์อย่างหนึ่งที่มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับป้องกันความเสียหายเนื่องจากกระแสไฟฟ้าผิดปกติให้ครบและมีขนาดที่ถูกต้อง อุปกรณ์ดังกล่าวคือ ตัวป้องกันการทำงานเกินกำลัง (Overload) และเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit

ตัวป้องกันการทำงานเกินกำลังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสผิดปกติที่มีค่าสูงกว่ากระแส FLA. (Full Load Amp.) ตามปกติทางบริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศจะทำการติดตั้งตัวป้องกันการทำงานเกินกำลังมาพร้อมกับคอมเพรสเซอร์ทุกครั้ง ส่วนเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ใช้ป้องกันกระแสลัดวงจร ซึ่งสามารถคำนวณหาขนาดได้จาก 175 เปอร์เซ็นต์ ของพิกัดกระแส FLA. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แต่ละตัว

### ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็กที่นิยมใช้ในท้องตลาดทั่วไปสามารถแบ่งชนิดตามหลักการทำงานได้หลายชนิด แต่ถ้าแบ่งตามขั้ว (Pole) ที่ตัด-ต่อ กระแสไฟฟ้า สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ชนิด 1 ขั้ว (Pole) เป็นชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์เมื่อติดตั้งใช้งาน มักจะต้องติดตั้งรวมไว้กับแผง Load Center หรือแผง Consumer Unit เสมอ

2. ชนิด 2 ขั้ว (Pole) เป็นชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์เมื่อนำไปใช้งานสามารถติดตั้งแยกอิสระได้ แต่ควรมีฝาครอบประกอบด้วยเพื่อความปลอดภัย มักนำไปติดตั้งพื้นที่เดียวกับที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศ

3. ชนิด 3 ขั้ว (Pole) เป็นชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่นำไปใช้กับเครื่องปรับอากาศระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส โดยสามารถติดตั้งแบบแยกอิสระหรือติดตั้งในแผง Load Center ระบบ 3 เฟส ก็ได้



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขั้วแบบต่าง ๆ

ข.) สายวงจรย่อย เนื่องจากในการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะต้องมียาวไฟฟ้าที่เป็นสายวงจรย่อยจ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศเสมอ โดยในการหาขนาดของสายวงจรย่อยหาได้จาก 125 เปอร์เซ็นต์ของพิกัดกระแส FLA. และจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. เสมอ

ค.) **สายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า** สายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะถูกเดินรวมไปกับสายวงจรย่อยเสมอ ดยปลายข้างหนึ่งจะต่ออยู่ที่บัสบาร์สายดินในแผงจ่ายไฟย่อย ส่วนปลายอีกข้างหนึ่ง จะต่อเข้ากับโครงโลหะของ อุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการหาขนาดของสายดินนั้นสามารถหาได้โดยเทียบกับขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่คุมวงจร ย่อยนั้นอยู่ ดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** ตารางแสดงขนาดสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

| พิกัดขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่คุมวงจรย่อย<br>(แอมแปร์) | ขนาดเล็กสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า<br>(สายทองแดง, ตร.มม.) |
|--|---|
| 20   | 2.5   |
| 40   | 4.0   |
| 70   | 6.0   |
| 100  | 10  |

### 3.2. สวิตช์เครื่องปรับอากาศ (Selector Switch)

สวิตช์เครื่องปรับอากาศ (Selector Switch) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยการ ปิด - เปิด และเปลี่ยนความเร็วของมอเตอร์พัดลม พร้อมกับควบคุมการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ไปพร้อม ๆ กัน



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างสวิตช์เครื่องปรับอากาศแบบหมุน

สวิตช์เครื่องปรับอากาศส่วนมากจะเป็นแบบ 3-Speed แต่แบบ 2-Speed ก็พบเห็นบ้างเหมือนกัน และ ลักษณะการทำงานจะมี 2 แบบให้เลือกใช้ คือแบบปุ่มกด (Push button) และแบบหมุน (Rotary)

### 3.3. มอเตอร์พัดลม (Fan Motor)

มอเตอร์พัดลม (Fan Motor) ทำหน้าที่สร้างวงจรอากาศทั้งด้านในห้อง (คอยล์เย็น) และด้านนอกห้อง (คอยล์ร้อน) ดังนั้นในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะมีมอเตอร์พัดลม 2 ตัว แยกกัน ทำงานโดยสร้างวงจรอากาศให้กับด้านคอยล์เย็นและด้านคอยล์ร้อน โดยทั่วไปมอเตอร์พัดลมด้านในห้องจะมี 3-Speed (ซึ่งจำนวน Speed จะต้องตรงกับการทำงานของ Selector Switch เสมอ)



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างมอเตอร์พัดลมด้านคอยล์เย็นและด้านคอยล์ร้อน

### 3.4. คาปาซิเตอร์ (Capacitor)

เนื่องด้วยมอเตอร์ที่นำมาใช้งานในวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ไม่ว่าจะเป็นมอเตอร์คอมเพรสเซอร์หรือมอเตอร์พัดลม มักจะเป็นชนิด PSC หรือ CSR ซึ่งมอเตอร์ทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว เวลาทำงานจะต้องมีคาปาซิเตอร์มาช่วยในการทำงานด้วยเสมอ คาปาซิเตอร์จะแบ่งเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ

**3.4.1. คาปาซิเตอร์ สตาร์ท (Capacitor Start)** หรืออาจเรียกสั้น ๆ ว่า Cap. Start เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับต่อเข้ากับวงจรสตาร์ท โดยทำงานร่วมกับสตาร์ทรีเลย์หรือโพเทนเชียลรีเลย์ เมื่อวงจรไฟฟ้าสตาร์ทเรียบร้อยแล้ว Cap. Start ก็จะถูกตัดออกจากวงจรไป โดยทั่วไป Cap. Start จะทำด้วยสารที่เรียกว่าอิเล็กโตรไลต์ จะมีค่าฟาร์ัดสูงเมื่อเทียบกับ Cap. Run ดังนั้นมักจะเรียก Cap. Start ว่าเป็น Electrolytic Capacitor คุณสมบัติของ Cap. Start จะไม่สามารถทนต่อการทำงานอย่างต่อเนื่องได้นาน ๆ ในการใช้งาน Cap. Start มักจะใช้คู่กับมอเตอร์ชนิด CSR ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศเสมอ และโดยปกติ Cap. Start จะมีรูปทรงเป็นทรงกระบอกสีดำ

**3.4.2. คาปาซิเตอร์ รัน (Capacitor Run)** หรืออาจเรียกสั้น ๆ ว่า Cap. Run ในการใช้งานจะนำ Cap. Run ไปต่ออนุกรมกับขดลวดสตาร์ทของมอเตอร์ทั้งมอเตอร์แบบ PSC และแบบ CSR ในเครื่องปรับอากาศ คาปาซิเตอร์ชนิดนี้เป็นแบบที่สามารถต่อให้ทำงานได้ตลอดเวลา และทนต่อแรงดันไฟฟ้าได้สูง โดยทั่วไป Cap. Run จะมีโครงสร้างเหมือนกับ Cap. Start แต่จะบรรจุน้ำมันให้ทำหน้าที่เป็นฉนวนกัน ดังนั้น Cap. Run มักจะเรียกว่าเป็น Oil - Filled Capacitor และโดยปกติจะมีรูปทรงเป็นทรงกระบอกสีขาวหรือสีบรอนซ์





รูปที่ 3.6 ตัวอย่าง Cap. Start และ Cap. Run

### 3.5. ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat)

ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) เป็นอุปกรณ์ทางวงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่ต้องการโดยอัตโนมัติ ตัวควบคุมอุณหภูมิที่ใช้กันแพร่หลายมีหลายชนิด เช่น

1. แบบกระเปาะ จะติดตั้งไว้ที่คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ
2. แบบ Room Thermostat จะติดตั้งไว้ในบริเวณพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศ โดยอาศัยการตรวจจับอุณหภูมิในบริเวณพื้นที่นั้นแทนการตรวจจับที่คอยล์เย็น
3. แบบอิเล็กทรอนิกส์ นิยมใช้กันแพร่หลายมากในปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นอกจากจะคอยตรวจจับอุณหภูมิแล้ว ยังควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งระบบด้วย ซึ่งปัจจุบันมักนิยมเรียกว่าชุด Remote Control มีทั้งแบบมีสายและไร้สาย



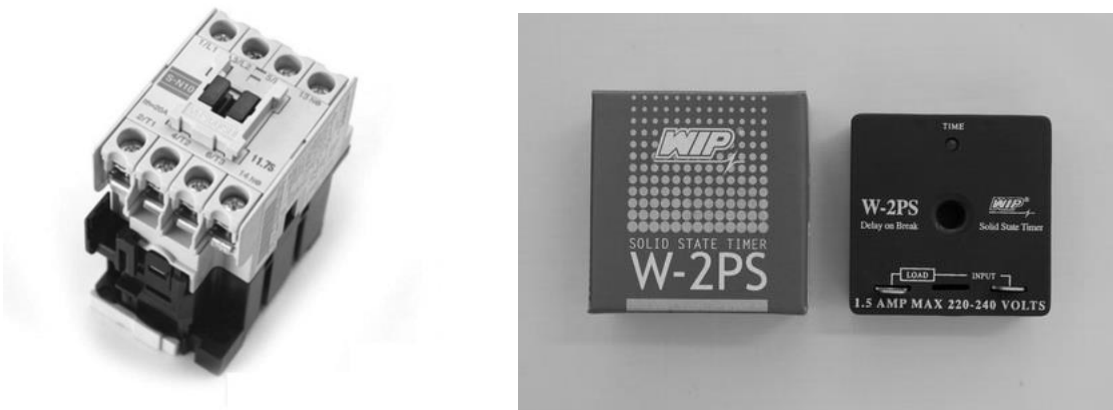
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างตัวควบคุมอุณหภูมิแบบต่างๆ ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

### 3.6. แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับช่วยลดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสของสวิตช์ต่าง ๆ เพื่อไปจ่ายให้กับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ให้มาไหลผ่านหน้าสัมผัสของแมกเนติกแทน โดยให้กระแสเพียงส่วนน้อยไหลผ่านหน้าสัมผัสของสวิตช์ต่าง ๆ หรือ เป็นเพียงวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เท่านั้น หน้าสัมผัสของแมกเนติกคอนแทคเตอร์สามารถรองรับกระแสจำนวนมากได้ เนื่องจากได้ออกแบบมาแล้วเป็นอย่างดีนั่นเอง

### 3.7. รีเลย์หน่วงเวลาหรือไทมเมอร์ (Timer)

เนื่องจากขณะที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานอยู่นั้น หากเกิดการหยุดทำงานกะทันหัน ด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม ไม่ควรสตาร์ทให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานใหม่ทันทีทันใด ควรรอให้สารทำความเย็นทำการถ่ายเทความดันเสียก่อนจึงจะสตาร์ทให้ทำงานใหม่ได้ด้วยความปลอดภัย ดังนั้นรีเลย์หน่วงเวลาจึงเข้ามาทำหน้าที่ตรงนี้ โดยจะทำการหน่วงเวลาไว้ประมาณ 3 - 5 นาที จึงจะต่อให้วงจรไฟฟ้าทำงาน โดยในการใช้งานมักจะใช้ควบคู่กับแมกเนติกเสมอ



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างแมกเนติกคอนแทคเตอร์และไทมเมอร์

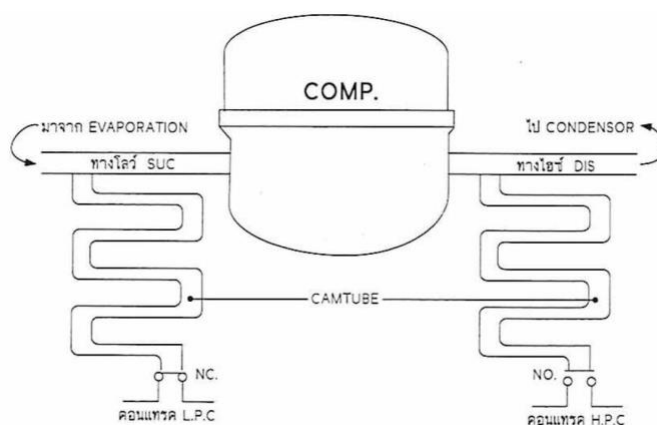
### 3.8. Low Pressure Control (LPC.)

Low Pressure Control (LPC.) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดกับระบบการทำความเย็น เมื่อความดันในระบบต่ำผิดปกติ โดย LPC. จะทำการตัดวงจรไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำให้ระบบหยุดการทำงาน เมื่อเวลาผ่านไปช่วงหนึ่งความดันทางด้านต่ำจะกลับเข้าสู่ภาวะปกติ ระบบก็จะเริ่มสตาร์ทเริ่มทำงานใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยทั่วไปท่อรูเข็มซึ่งเป็นอุปกรณ์ในตัว LPC. จะต่อเข้ากับท่อที่มีความดันต่ำคือท่อทางดูด (Suction Line)

ในเครื่องปรับอากาศที่เริ่มติดตั้งใหม่โดยไม่มีสารทำความเย็นอยู่ในระบบ ในวงจรไฟฟ้าที่มี LPC. อยู่ในวงจรควรทำการต่อลัดวงจรของ LPC. ไว้ก่อน เมื่อบรรจุสารทำความเย็นเข้าไปในระบบมีค่าเป็นปกติแล้ว จึงค่อยให้ LPC. ทำงานได้ตามปกติ (ค่า LPC. ที่ติดตั้งมากับเครื่องปรับอากาศมักปรับตั้งไว้ที่ค่า 30 - 40 psig)

### 3.9. High Pressure Control (HPC.)

High Pressure Control (HPC.) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดขึ้นกับระบบการทำความเย็นเมื่อความดันในระบบมีค่าสูงกว่าปกติ โดย HPC. จะทำการตัดวงจรไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำให้ระบบหยุดทำงาน เมื่อเวลาผ่านไปช่วงหนึ่งความดันทางด้านสูงจะกลับเข้าสู่ภาวะปกติ ระบบก็จะเริ่มสตาร์ทเริ่มทำงานใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยทั่วไปท่ออูเข็มซึ่งเป็นอุปกรณ์ในตัว HPC. จะต่อเข้ากับท่อที่มีความดันสูง คือท่อทางอัด (Discharge Line)



รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบและการทำงานของตัว LPC. และ HPC. พร้อมตำแหน่งติดตั้ง

### 3.10. Phase Protector

Phase Protector เนื่องจากในสภาวะการทำงานบางครั้งระบบไฟฟ้าที่จ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศจะมีค่าไม่ปกติ เช่น เกิดสภาวะไฟตก ไฟเกิน เป็นต้น หรืออาจจะมีจำนวนเฟสไม่ครบเฟสหรือเกิดการสลับเฟสในระบบ 3 เฟส ซึ่งอาจเกิดอันตรายกับระบบหรือทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบสั้นลง ดังนั้นในวงจรถ้าเรามี Phase Protector มาคอยควบคุมการทำงานของวงจร เมื่อเกิดสภาวะผิดปกติดังที่กล่าวมา Phase Protector ก็จะตัดวงจรไฟฟ้าให้หยุดการทำงาน จนกว่าระบบจะกลับเข้าสู่สภาวะปกติ Phase Protector ก็จะต่อให้ระบบทำงานดังเดิม

Phase Protector ที่ผลิตและจำหน่ายในท้องตลาด มักจะรวมเงื่อนไขการทำงานที่ผิดปกติของระบบไฟฟ้าเนื่องจากไฟตก (Under Voltage) และไฟเกิน (Over Voltage) ไว้ในตัวมันเองด้วย



รูปที่ 3.10 รูปแสดงตัวอย่าง Phase Protector ในระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส

### 3.11. ตัวป้องกันการใช้งานเกินกำลัง (Overload)

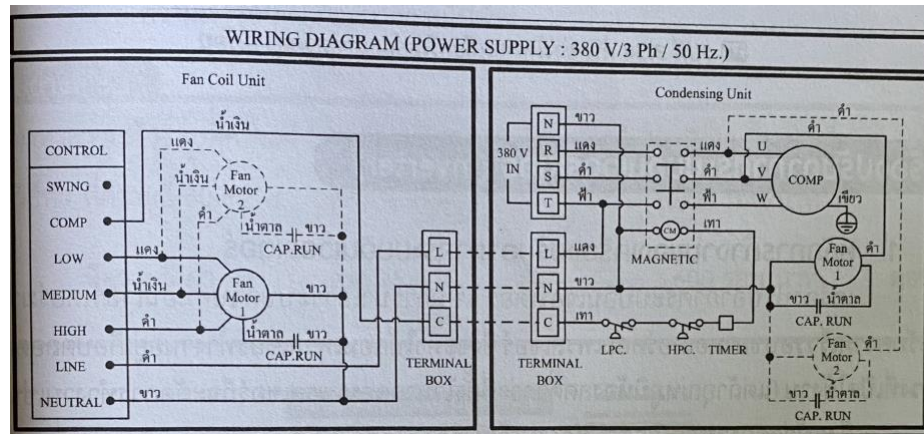
ตัวป้องกันการใช้งานเกินกำลัง (Overload) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์เมื่อเกิดสถานะโหลดเกิน (Overload) ทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าในช่วงสภาวะดังกล่าว โดยทั่วไปแล้วตัวป้องกันการใช้งานเกินกำลังจะมี 2 ชนิด คือชนิดแบบติดตั้งภายนอกตัวคอมเพรสเซอร์ มักจะใช้กับคอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดเล็ก ๆ กับชนิดแบบติดตั้งภายในตัวคอมเพรสเซอร์ มักจะใช้กับคอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดใหญ่ ๆ เป็นต้น

### 3.12. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

คอมเพรสเซอร์ (Compressor) หรือบางครั้งจะเรียกว่ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ (Motor Compressor) ซึ่งมักจะใช้เรียกคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (Hermetic) จัดเป็นอุปกรณ์หลักในวงจรไฟฟ้า (และเป็นอุปกรณ์หลักในวงจรสารทำความเย็นด้วย) โดยมอเตอร์ที่ใช้นั้นสามารถแบ่งออกได้หลายชนิด แต่ถ้าแบ่งออกตามระบบไฟฟ้าจะแบ่งได้ 2 ระบบ คือ

**3.12.1 ระบบไฟฟ้าแบบ 1 เฟส** (1 เฟส 2 สาย, 220 โวลต์) มักใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ถึง ขนาดปานกลาง (9,000-36,000 บีทียู/ชั่วโมง) มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 1 เฟส จะมี 2 ชนิด คือแบบ PSC (Permanent Split Capacitor) และแบบ CSR (Capacitor Start And Run)

**3.12.2 ระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส** (3 เฟส 4 สาย, 380/220 โวลต์) มักใช้กับเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ (36,000-50,000 บีทียู/ชั่วโมง) โดยมอเตอร์มักเป็นแบบกรงกระรอกมีแรงบิดขณะสตาร์ทสูง ดังนั้นมอเตอร์แบบนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการสตาร์ทเพิ่มเติม แต่ถ้าเป็นคอมเพรสเซอร์แบบโรตารีหรือแบบสโครล จะเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันการหมุนกลับของมอเตอร์อีกชุดหนึ่ง (คอมเพรสเซอร์แบบโรตารีหรือแบบสโครลจะหมุนได้ทางเดียว) ส่วนอุปกรณ์ป้องกันอื่น ๆ ก็มีเหมือนกับคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบทั่วไป



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส

### 3.13. รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศมีไว้เพื่อทำหน้าที่ตัด Cap. Start ออกจากวงจรไฟฟ้า เมื่อมอเตอร์สตาร์ทเรียบร้อยแล้ว โดยทั่วไปมักจะเลือกใช้โพเทนเชียลรีเลย์ (Potential Relay โดยถ้าเป็นมอเตอร์ที่ไม่มี Cap. Start ก็จะไม่จำเป็นต้องมีรีเลย์ เช่น มอเตอร์ชนิด PSC แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ที่ต้องอาศัย Cap. Start ช่วยในตอนสตาร์ทก็จะมีรีเลย์ เช่น มอเตอร์ชนิด CRS เป็นต้น

### 3.14. ขดลวดความร้อน (Crankcase Heater)

จุดประสงค์ในการใช้ขดลวดความร้อนเพื่อป้องกันผลกระทบที่เกิดจากสารทำความเย็นที่มีสภาพเป็นของเหลวไหลเข้าไปในคอมเพรสเซอร์ โดยการให้ความร้อนที่บริเวณรอบนอกส่งถ่ายเข้าไป ทำให้สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวระเหยกกลายเป็นไอ ขดลวดความร้อนนี้โดยทั่วไปจะติดตั้งโดยการพันไว้รอบ ๆ ตัวของคอมเพรสเซอร์ บริเวณล่าง ๆ