**บทเรียน เรื่อง การออกแบบวงจรแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้**

**จุดประสงค์การสอน**

4.2 คำนวณการออกแบบวงจรแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้

4.2.1 คำนวณการออกแบบวงจรแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.2.2 คำนวณการออกแบบวงจรมอเตอร์

**4.2 การออกแบบวงจรแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้**

การออกแบบวงจรอาจแบ่งตามลักษณะการจ่ายโหลดได้ดังนี้

1. การออกแบบวงจรแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้า
2. การออกแบบวงจรมอเตอร์

**4.2.1 การออกแบบวงจรแสงสว่างและอุปกรณ์**

**4.2.1.1 การออกแบบวงจรแสงสว่าง**

เนื่องจากโหลดไฟฟ้าแสงสว่างถือว่าเป็นโหลดไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง ดังนั้น ต้องใช้งานไม่เกิน 80 % ของวงจรย่อย (BC) สำหรับการออกแบบที่ดีควรใช้งานประมาณ 50 - 70 % ของวงจรย่อย ซึ่งเป็นการเผื่อโหลดไว้ประมาณ 10 – 30 %

**ตัวอย่างที่ 4.1** การออกแบบวงจรย่อยแสงสว่างซึ่งใช้ดวงโคมหลอด FL 2 x 36 W

**วิธีทำ**

โหลดของไฟฟ้าแสงสว่างโดยทั่วไปถือว่าเป็นแบบต่อเนื่อง

โหลด FL 2 x 36 W, LPF = 2 x 100 = 200 VA

HPF = 2 x 60 = 120 VA

วงจรย่อย 16 A

ถ้าเลือกใช้งาน 60 % ของวงจรย่อยซึ่งเป็นการเผื่อโหลดเพิ่มเติมสำหรับอนาคตอีก 20 %

 I = 16 x 0.6 = 9.6 A

หรือ VA = 230 x 9.6 = 2208 VA

 จำนวนชุดของดวงโคมแบบ LPF ต่อวงจรย่อย = 2208/200

= 11 ชุด

จำนวนชุดของดวงโคมแบบ HPF ต่อวงจรย่อย = 2208/120

= 18.4 = 18 ชุด

วงจรย่อย 20 A

ถ้าเลือกใช้งาน 60 % ของวงจรย่อยซึ่งเป็นการเผื่อโหลดเพิ่มเติมสำหรับอนาคตอีก 20 %

 I = 20 x 0.6 = 12 A

หรือ VA = 230 x 12 = 2760 VA

 จำนวนชุดของดวงโคมแบบ LPF ต่อวงจรย่อย = 2760/200

= 13.8 = 14 ชุด

จำนวนชุดของดวงโคมแบบ HPF ต่อวงจรย่อย = 2760/120

= 23 ชุด

**ตัวอย่างที่ 4.2** การออกแบบวงจรย่อยแสงสว่างซึ่งใช้ดวงโคมหลอด HID 400 W, 230 V

**วิธีทำ**

โหลดไฟฟ้าแสงสว่างโดยทั่วไปถือว่าเป็นแบบต่อเนื่อง

โหลด HID 400 W, LPF = 750 VA

HPF = 500 VA

โดยทั่วไปแล้วหลอด HID เป็นโหลดขนาดใหญ่จึงใช้วงจรย่อย 20 A ขึ้นไป

วงจรย่อย 20 A

เลือกใช้งาน 70 % ของวงจรย่อย เนื่องจากโหลด HID เป็นโหลดขนาดใหญ่ โอกาสที่จะเพิ่มโหลดในอนาคตน้อยกว่าโหลด FL

 I = 20 x 0.7 = 14 A

หรือ VA = 230 x 14 = 3220 VA

 จำนวนชุดดวงโคม LPF ต่อวงจรย่อย = 3220/750

= 4.2 = 4 ชุด

จำนวนชุดดวงโคม HPF ต่อวงจรย่อย = 3220/500

= 6.4 = 6 ชุด

**4.2.1.2 การออกแบบวงจรเต้ารับ**

โหลดเต้ารับทั่วไปที่ไม่ทราบแน่นอนให้คิดเป็น 180 VA ทั้งแบบ Single, Duplex และ Triplex แต่เพื่อความสะดวกในการคำนวณอาจใช้ 200 VA ก็ได้

เต้ารับที่ใช้จะต้องเป็นแบบที่มีขั้วสายดิน และต้องต่อลงดิน

**ตัวอย่างที่ 4.3** การออกแบบวงจรย่อยเต้ารับ 16 A และ 20 A

**วิธีทำ**

วงจรย่อย 16 A

โหลดเต้ารับคิดโหลดเป็น 200 VA

ถ้าใช้ 60 % ของวงจรย่อย

I = 0.6 x 16 = 9.6 A

VA = 9.6 x 230 = 2,208 VA

จำนวนเต้ารับต่อวงจรย่อย = 2,208/200

= 11 ชุด

วงจรย่อย 20 A

โหลดเต้ารับคิดโหลดเป็น 200 VA

ถ้าใช้ 60 % ของวงจรย่อย

I = 0.6 x 20 = 12 A

VA = 12 x 230 = 2,760 VA

จำนวนเต้ารับต่อวงจรย่อย = 2,760/200

= 13 ชุด

ในการออกแบบที่ดีควรใช้ไม่เกิด 10 เต้ารับ/วงจรย่อย แต่เนื่องจากโหลดเต้ารับไม่แน่นอน เพื่อเป็นการเผื่อโหลดควรใช้ CB ขนาด 20 A

**4.2.1.3 การออกแบบวงจรเฉพาะ**

ในการออกแบบวงจรย่อยเฉพาะ ควรใช้โหลดไม่เกิน 80 %

**ตัวอย่างที่ 4.4** จงหาขนาดวงจรย่อย และขนาดสายไฟของหม้อต้มน้ำไฟฟ้าขนาด 3,000 W, 230 V

**วิธีทำ**

หม้อต้มน้ำไฟฟ้าถือเป็นโหลดต่อเนื่อง

IL = 3,000/230 = 13 A

พิกัดกระแสของสายไฟ

IBC  1.25 x 13 = 16.3 A

ขนาดสายไฟ 2 x 4 mm2

บริภัณฑ์ป้องกัน

CB = 20 AT

**ตัวอย่างที่ 4.5** จงหาขนาดวงจรย่อย และขนาดสายไฟของหม้อหุงข้าวขนาด 4 ลิตร 1,400 W, 230 V

**วิธีทำ**

หม้อต้มน้ำไฟฟ้าถือเป็นโหลดต่อเนื่อง

IL = 1,400/230 = 6 A

พิกัดกระแสของสายไฟ

IBC  1.25 x 6 = 7.6 A

ขนาดสายไฟ 2 x 2.5 mm2

บริภัณฑ์ป้องกัน

CB = 16 AT

**4.2.2 การออกแบบวงจรมอเตอร์**

โดยทั่วไปโหลดมอเตอร์ จะถือว่าเป็นโหลดแบบต่อเนื่อง ดังนั้นสายวงจรมอเตอร์จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 125 % ของพิกัดกระแสมอเตอร์

IC  1.25 In

โดยที่ IC = พิกัดกระแสวงจรย่อยมอเตอร์ (A)

In = พิกัดกระแสของมอเตอร์ (A)

**ตัวอย่างที่ 4.6** มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 55 kW 400 V 3 เฟส (100 A) จงหาขนาดสาย IEC 01

โดยมีวิธีการเดินสายดังนี้

* ในท่อโลหะในอากาศ ติดตั้งกลุ่มที่ 2
* เดินลอยบน Rack ติดตั้งกลุ่มที่ 4

**วิธีทำ**

มอเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป หรือ มอเตอร์ที่ไม่ทราบลักษณะการใช้งานแน่ชัด

ควรพิจารณาเป็นโหลดต่อเนื่อง

IC  1.25 In

 1.25 x 100

= 125 A

กรณีเดินในท่อโลหะในอากาศ

จากตารางสายไฟฟ้า ใช้สาย IEC 01 กลุ่มที่ 2 ขนาด 3 x 70 mm2 (149 A)

กรณีเดินลอยบน Rack กลุ่ม 4

จากตารางสายไฟฟ้า ใช้สายขนาด 3 x 25 mm2 (127 A)

**ตัวอย่างที่ 4.7** มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 37 kW 400 V 3 เฟส (69 A)

จงหาขนาดสายไฟ NYY 3 แกน

โดยมีวิธีการเดินสายในท่อโลหะฝังดิน กลุ่มที่ 5

**วิธีทำ**

มอเตอร์ 37 kW, 400 V 3 เฟส

IC  1.25 In

 1.25 x 69

= 86 A

กรณีเดินในท่อโลหะฝังดิน

จากตารางสายไฟฟ้า ใช้สายขนาด 3/C x 25 mm2 (94 A)

ในท่อขนาด 50 mm.

**ตัวอย่างที่ 4.8** มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 75 kW, 400 V 3 เฟส (138 A)

จงหาขนาดสายไฟ NYY 3 แกน

โดยมีวิธีการเดินสายในท่อโลหะฝังดิน กลุ่มที่ 5

**วิธีทำ**

มอเตอร์ 75 kW, 400 V 3 เฟส

IC  1.25 In

 1.25 x 138

= 172.5 A

กรณีเดินในท่อโลหะฝังดิน

จากตารางสายไฟฟ้า ใช้สายขนาด 3/C x 95 mm2 (204 A)

ในท่อขนาด 80 mm.

**วิธีการสอนและกิจกรรม**

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหา
2. นักศึกษาร่วมอภิปราย
3. ผู้สอนตั้งคำถามให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน
4. นักศึกษาทำแบบฝึกหัด
5. ให้งานที่มอบหมาย

**สื่อการสอน/อุปกรณ์การสอน**

1. หนังสือ

* วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556.** กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2556.
* ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. **การออกแบบระบบไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : โชติอนันต์ ครีเอชั่น, 2556.
* ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. **คู่มือการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : สมารัท ดิจิทัล โซลูชั่น, 2556.
* นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ. **เอกสารคำสอน รายวิชา 04-112-313 การออกแบบระบบไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2559.

1. โสตทัศนวัสดุ

* กระดาน
* เครื่องฉายและคอมพิวเตอร์

**งานที่มอบหมาย**

* 1. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
  2. ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากหนังสือที่เกี่ยวกับการออกแบบวงจรแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้

**การวัดผล**

1. พิจารณาการเข้าชั้นเรียนตามเวลากำหนด สนใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียน
2. ตรวจแบบฝึกหัด การซักถาม-ตอบ

**แบบฝึกหัด**

* 1. การออกแบบวงจรอาจแบ่งตามลักษณะการจ่ายโหลดได้กี่ประเภท
  2. แสงสว่าง และ มอเตอร์ เป็นโหลดแบบใด
  3. ในการออกแบบวงจรย่อยเฉพาะ ควรใช้โหลดไม่เกินเท่าใด
  4. จงหาขนาดวงจรย่อย และขนาดสายไฟของคอมพิวเตอร์ 2 ชุด ขนาด 500 W, 230 V
  5. สายวงจรมอเตอร์จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าเท่าใดของพิกัดกระแสมอเตอร์
  6. มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 55 kW 400 V 3 เฟส (100 A) จงหาขนาดสาย NYY 3 แกน