**บทเรียน เรื่อง การคำนวณภาระทางไฟฟ้า**

**จุดประสงค์การสอน**

4.3 เข้าใจหลักการคำนวณภาระทางไฟฟ้า

4.3.1 อธิบายการคำนวณโหลดตามมาตรฐาน วสท.

4.3.2 อธิบายการประมาณโหลด

4.3.3 อธิบายการจัดทำตารางโหลด

**4.3 การคำนวณภาระทางไฟฟ้า**

การคำนวณภาระทางไฟฟ้า หรือการคำนวณโหลด เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการออกแบบระบบไฟฟ้า ของโครงการ หรือสถานประกอบการใด ๆ ผลรวมของโหลด จะเป็นตัวกำหนดบริภัณฑ์ประธาน สายตัวนำประธาน เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า และขนาดหม้อแปลงถ้าโหลดรวมมีค่าสูง

**4.3.1 การคำนวณโหลดตามมาตรฐาน วสท.**

จากมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย 2556 ของ วสท. ได้กำหนดการคำนวณโหลด ไว้ดังนี้ การคำนวณวงจรย่อย การคำนวณสายป้อน การคำนวณสายตัวนำประธาน และการคำนวณโหลดสำหรับอาคารชุด ซึ่งเป็นการคำนวณค่าขั้นต่ำ (Minimum) ในการออกแบบ ผู้ออกแบบต้องพิจารณาเผื่อสำหรับในอนาคตไว้ด้วย

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวเกี่ยวกับการคำนวณโหลดสำหรับอาคารชุดทั่วไป โดยยึดตามมาตรฐานการติดตั้งสำหรับประเทศไทย ของ วสท. เป็นหลัก

**ตารางที่ 4.11** ดีมานด์แฟกเตอร์ของสายป้อนแสงสว่าง

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ชนิดของอาคาร** | **ชนิดของไฟแสงสว่าง**  **(โวลต์ – แอมแปร์)** | **ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)** |
| ที่พักอาศัย | ไม่เกิน 2,000  ส่วนที่เกิน 2,000 | 100  35 |
| โรงพยาบาล | ไม่เกิน 5,000  ส่วนที่เกิน 5,000 | 40  20 |
| โรงแรม รวมถึง ห้องชุด  ที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัย  ประกอบอาหารได้ | ไม่เกิน 20,000  20,001-100,000  ส่วนที่เกิน 100,000 | 50  40  30 |
| โรงเก็บพัสดุ | ไม่เกิน 12,500  ส่วนที่เกิน 12,500 | 100  50 |
| อาคารประเภทอื่น | ทุกขนาด | 100 |

**ตารางที่ 4.12** ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

|  |  |
| --- | --- |
| **โหลดของเต้ารับรวม (คิดโหลดเต้ารับละ 180 VA)** | **ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)** |
| 10 kVA แรก | 100 |
| ส่วนที่เกิน 10 kVA | 50 |

**ตารางที่ 4.13** ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ชนิดของอาคาร** | **ประเภทของโหลด** | **ดีมานด์แฟกเตอร์** |
| 1.อาคารที่อยู่อาศัย | เครื่องหุงต้มอาหาร | 10 แอมแปร์ + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน  10 แอมแปร์ |
| เครื่องทำน้ำร้อน | กระแสใช้งานจริงของสองส่วนแรกที่ใช้งาน  + ร้อยละ 25 ของส่วนที่เหลือทั้งหมด |
| เครื่องปรับอากาศ | ร้อยละ 100 |
| 2. อาคารสำนักงาน  และร้านค้า รวมถึง  ห้างสรรพสินค้า | เครื่องหุงต้มอาหาร | กระแสใช้งานจริงของตัวใหญ่ที่สุด  + ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา  + ร้อยละ 60 ของตัวเหลือทั้งหมด |
| เครื่องทำความร้อน | ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด  + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด |
| เครื่องปรับอากาศ | ร้อยละ 100 |
| 3. โรงแรม และอาคารประเภทอื่น | เครื่องหุงต้มอาหาร | เหมือนข้อ 2 |
| เครื่องทำความร้อน | เหมือนข้อ 2 |
| เครื่องปรับอากาศ  ประเภทแยกแต่ละห้อง | ร้อยละ 75 |

**ตัวอย่างที่ 4.9** โรงแรมมีเครื่องหุงต้มอาหาร 30 ชุด (10 ชุด 10 kW 230 V, 20 ชุด 3 kW 230 V) จงหาโหลดรวมของเครื่องหุงต้มอาหาร

**วิธีทำ**

จากตารางที่ 4.13 โรงแรมมีเครื่องหุงต้ม 30 ชุด

10 ชุด ๆ ละ 10 kW

20 ชุด ๆ ละ 3 kW

กระแสใช้งานตัวใหญ่สุด 0.8 (ตัวรอง) + 0.6 (ตัวที่เหลือ)

โหลด = 10 + (10 × 0.8) + 0.6 (10 × 8 + 20 × 3)

= 102 kW

**4.3.1.1 การคำนวณโหลดวงจรย่อย**

การคำนวณโหลดของวงจรย่อยคือการนำโหลดทั้งหมดที่ต่อในวงจรย่อยมารวมกัน และห้ามใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ขยายโหลดดำเนินการดังนี้

1. วงจรย่อยต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น
2. โหลดแสงสว่างและโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบโหลดแน่นอนให้คำนวณตามที่ติดตั้งจริง
3. โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป ให้คิดโหลดจุดละ 180 โวลต์แอมแปร์ ทั้งชนิด เต้ารับเดี่ยว (Single) เต้ารับคู่ (Duplex) และชนิดสามเต้า (Triplex) กรณีติดตั้งชนิดตั้งแต่ 4 เต้าให้คำนวณโหลดจุดละ 360 โวลต์แอมแปร์
4. โหลดของเต้ารับอื่นที่ไม่ได้ใช้งานทั่วไป ให้คิดโหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ

**4.3.1.2 การคำนวณโหลดสายป้อน**

การคำนวณโหลดของสายป้อนคือการนำโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ในวงจรสายป้อนเดียวกันมารวมกันในการคำนวณยอมให้ใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ได้ การใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์มีข้อจำกัดดังนี้

1. สายป้อนต้องมีขนาดกระแสเพียงพอสำหรับการจ่ายโหลดและต้องไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจรย่อยเมื่อใช้มีมานด์แฟกเตอร์

2. โหลดแสงสว่าง อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.11

3. โหลดเต้ารับใช้งานทั่วไป อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.12 ได้เฉพาะโหลดของเต้ารับที่มีการคำนวณโหลดแต่ละเต้ารับไม่เกิน 180 โวลต์แอมแปร์

4. โหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.13 ได้

5. เต้ารับในอาคารที่อยู่อาศัยที่ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทราบโหลดแน่นอนให้คำนวณโหลดจากเต้ารับที่มีขนาดสูงสุด 1 เครื่องรวมกับร้อยละ 40 ของขนาดโหลดในเต้ารับที่เหลือ

5. ดีมานด์แฟกเตอร์นี้ให้ใช้กับการคำนวณสายป้อนเท่านั้นห้ามใช้กับการคำนวณวงจรย่อย

**ตัวอย่างที่ 4.10** บ้านหลังหนึ่งมีโหลดไฟฟ้าดังนี้

- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 × 36 W (100 VA) 10 ชุด

- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 × 18 W (100 VA) 20 ชุด

- เต้ารับใช้งานทั่วไป 30 ชุด

- เครื่องทำน้ำร้อน ขนาด 150 W 2 ชุด

- เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 BTU (1,500 VA) 3 ชุด

ให้คำนวณหาโหลดรวมของบ้านหลังนี้

**วิธีทำ**

โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง

ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W 100 × 10 = 1,000 VA

ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W 100 × 20 = 2,000 VA

รวม = 3,000 VA

2,000 VA แรก D.F. 1000% = 2,000 VA

3,000 - 2,000 D.F. 35% = 350 VA

รวม = 2,350 VA

โหลดเต้ารับสำหรับใช้ทั่วไป 180 × 30 = 5,400 VA

เครื่องทำน้ำร้อน 1,500 × 2 = 3,000 VA

เครื่องปรับอากาศ 1,500 × 3 = 4,500 VA

โหลดรวมทั้งหมด = 2,350 + 5,400 + 3,000 + 4,500 = 15,250 VA

สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส 230 V

กระแสโหลด =  = 66.30

ใช้มิเตอร์ขนาด 30 (100), 230 V

**4.3.1.3 การคำนวณโหลดสายประธาน**

การคำนวณโหลดสายประธานคือการนำโหลดทั้งหมดของอาคารมารวมกันโดยใช้ ดีมานด์แฟกเตอร์เหมือนกับสายป้อน และดำเนินการดังนี้

1. นำโหลดที่คำนวณได้ไปกำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ตามตารางที่ 4.9 สำหรับ การไฟฟ้านครหลวง และตารางที่ 4.10 สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
2. ถ้าโหลดที่คำนวณได้สูงกว่าโหลดในตาราง ต้องติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเอง

**4.3.2 การประมาณโหลด**

ในการออกแบบระบบไฟฟ้านั้นหลังจากได้แบบจากสถาปนิกแล้ว วิศวกรไฟฟ้าต้องทำการประมาณโหลด เพื่อให้ทราบขนาดของระบบไฟฟ้า สามารถหาขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมอย่างคร่าว ๆ เช่น หม้อแปลง ตู้บริภัณฑ์ประธาน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง เป็นต้น นอกจากนี้การประมาณโหลดยังมีประโยชน์ในการวางแผนจัดหาพื้นที่ติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่าง ๆ แต่เนิ่น ๆ อีกด้วย

หลักการประมาณโหลด การประมาณโหลดสามารถแบ่งได้ตามลักษณะข้อมูลที่ได้รับมาดังนี้

1. ไม่มีข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า แต่มีข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน
2. มีข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า และข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน

โดยที่ ข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ได้แก่ ขนาดโหลด (VA หรือ kVA) และจำนวนบริภัณฑ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด

ข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน ได้แก่ ขนาดของพื้นที่ ซึ่งอาจมีข้อมูลเพิ่มเติมเช่น เป็นห้องที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ

**4.3.2.1 ไม่มีข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า แต่มีข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน**

สำหรับกรณีนี้สามารถทำการประมาณโหลดได้ดังนี้ โดยจะทำการประมาณโหลดตามชนิดของโหลด ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะโหลดที่ใช้เป็นส่วนใหญ่ได้แก่ โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง โหลดไฟฟ้าเต้ารับ และโหลดไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ จากหนังสือ IEEE Recommended Practice for Electric Power System in Commercial Building สามารถสรุปเป็นตารางแยกตามประเภทของอาคาร ได้ดังนี้

**ตารางที่ 4.14** การประมาณโหลดไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารชนิดต่าง ๆ

|  |  |
| --- | --- |
| **ประเภทอาคาร** | **โหลดที่ใช้ (VA/m2)** |
| อาคารเรียน  ศูนย์คอมพิวเตอร์  ห้องประชุม  ทางเดิน ระเบียง  ห้องอาหาร  ห้องเขียนแบบ  โรงพยาบาล ห้องผ่าตัด  โรงพยาบาล ห้องผู้ป่วย  ห้องครัว  ห้องทดลอง  ห้องสมุด พื้นที่สำหรับอ่านหนังสือ  ห้องสมุด พื้นที่ค้นหาหนังสือ  อาคารสำนักงานทั่วไป  ห้องเครื่องจักร  ห้างสรรพสินค้า | 25  20  20  8  18  60  100  14  20  50  30  10  30  20  30 |

**ตารางที่ 4.15** การประมาณโหลดไฟฟ้าเต้ารับในอาคารชนิดต่าง ๆ

|  |  |
| --- | --- |
| **ประเภทอาคาร** | **โหลดที่ใช้ (VA/m2)** |
| ห้องบรรยาย  ห้องอาคาร  โบสถ์  ห้องเขียนแบบ  อาคารกีฬา  โรงพยาบาล  ห้องเครื่องจักร  อาคารสำนักงานทั่วไป  โรงเรียน | 2  2  2  7  2  10  15  10  7 |

**ตารางที่ 4.16** การประมาณโหลดไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศในอาคารชนิดต่าง ๆ

|  |  |
| --- | --- |
| **ประเภทอาคาร** | **โหลดที่ใช้ (VA/m2)** |
| ธนาคาร  ห้างสรรพสินค้า  โรงพยาบาล  อาคารสำนักงานทั่วไป  ร้านค้าขนาดย่อม  ห้องอาคาร (ไม่รวมห้องครัว) | 80  50  70  70  90  90 |

**ตารางที่ 4.17** การประมาณโหลดตามชนิดของอาคาร

|  |  |
| --- | --- |
| **ประเภทอาคาร** | **โหลดที่ใช้ (VA/m2)** |
| **1. สำนักงาน**  - ไม่มีเครื่องปรับอากาศ  - มีเครื่องปรับอากาศ  - ต่อคนทำงาน | 80-120  120-150  2.5-3.0 kVA |
| **2. โรงเรียน และมหาวิทยาลัย**  - โรงเรียนทั่วไป  - สอนวิชาสังคมศาสตร์  - สอนวิชาวิทยาศาสตร์ | 30-50  50-75  120-200 |
| **3. โรงแรม และที่อยู่อาศัย**  - อาคารขนาดใหญ่  - ต่อห้อง หรือต่อชุดที่พักอาศัย | 40-80  3.5-4.5 kVA |
| **4. โรงพยาบาล**  - ขึ้นอยู่กับขนาด และ Facilities  - ถึง 50 เตียง ต่อเตียง  - ถึง 150 เตียง ต่อเตียง  - ถึง 250 เตียง ต่อเตียง  - ถึง 300 เตียง ต่อเตียง | 60-120  3.5-4.5 kVA  3.0-3.5 kVA  2.0-3.0 kVA  1.5-2.0 kVA |
| **5. ห้างสรรพสินค้า**  - มีเครื่องปรับอากาศ | 150-200 |

**ตารางที่ 4.18** การประมาณโหลดอื่น ๆ

|  |  |
| --- | --- |
| **ประเภทอาคาร** | **โหลดที่ใช้ (VA/m)** |
| ไฟตู้โชว์  เต้ารับหลายจุด  Lighting Track | 670  120  360 |

**ตัวอย่างที่ 4.11** อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งสูง 18 ชั้น แต่ละชั้นมีพื้นที่รวม 1,800 m2 ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

1. ทางเดิน 100 m2
2. ห้องไฟฟ้าและห้องภารโรง 20 m2
3. ช่องลิฟต์ 80 m2

จงประมาณโหลดสำหรับอาคารสำนักงานแห่งนี้

**วิธีทำ**

จากตารางค่าประมาณโหลดเลือกใช้ค่าประมาณโหลดดังนี้

พื้นที่สำนักงาน

โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง 30 VA/m2

โหลดเต้ารับ 10 VA/m2

โหลดเครื่องปรับอากาศ 70 VA/m2

โหลดเผื่ออื่น ๆ 20 VA/m2

รวมโหลดพื้นที่สำนักงาน 130 VA/m2

พื้นที่ทางเดิน

โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง 6 VA/m2

ทำการประมาณโหลด

1. พื้นที่สำนักงาน

พื้นที่สำนักงาน = 1,800 -100 -20 -80

= 1,600 m2/ชั้น

ค่าประมาณโหลดพื้นที่สำนักงาน = 

= 208 kVA/ ชั้น

2. พื้นที่ทางเดิน (พื้นที่ทางเดิน + พื้นที่ห้องไฟฟ้า)

พื้นที่ทางเดิน = 120 m2/ชั้น

ค่าประมาณโหลดพื้นที่ทางเดิน = 

= 0.72 kVA/ ชั้น

ดังนั้นค่าประมาณโหลดทั้งหมดของอาคารแห่งนี้ = (208 + 0.72) × 18

= 3,757 kVA

หม้อแปลงไฟฟ้ามีขนาดมาตรฐานดังนี้ 1,000 1,250 1,600 2,000 และ 2,500 อาคารหลังนี้ อาจใช้หม้อแปลง 2 ลูก คือ 2 × 2,000 kVA และผู้ออกแบบจะต้องเฉลี่ยโหลดให้เหมาะสมกับ หม้อแปลงทั้งสอง

* + - 1. **การประมาณโหลดในกรณีที่มีข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า และข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน**

การประมาณโหลดในกรณีนี้ เนื่องจากมีข้อมูลที่มากขึ้นทำให้ผู้ออกแบบสามารถทำการประมาณโหลดได้ละเอียดมากขึ้น โดยทำการรวมโหลดของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ทราบข้อมูล แล้วจึงพิจารณาพื้นที่ใช้งานเพื่อประมาณโหลดที่เหลืออยู่ (สำหรับโหลดที่ไม่มีข้อมูล)

**ตัวอย่างที่ 4.12** ห้างสรรพสินค้ามีพื้นที่ 1,000 ตร.ม. มีโหลดไฟฟ้าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ไฟตู้โชว์ยาว 25 เมตร

- Lighting track 9 kVA

- แสงสว่างภายนอก 40 ดวง ๆ ละ 180 VA

- แสงสว่างส่องป้าย 5.8 kVA

- เต้ารับโหลด 122 ชุด

- เต้ารับหลายจุดยาว 10 เมตร

- Freezer ขนาดพิกัด 8 kVA

- ตู้แช่ไอศกรีม ขนาดพิกัด 9 kVA

- พัดลมระบายอากาศ พิกัดรวม 32 kVA

- หม้อต้มน้ำร้อน 12 kVA

- เครื่องทำน้ำเย็น 10 kVA

- ปั้มน้ำ 9 kVA

- เครื่องปรับอากาศ 50 kVA

ให้คำนวณหาโหลดรวมของห้างสรรพสินค้าแห่งนี้

**วิธีทำ**

**โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง**

- ไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป  = 30 kVA

- ไฟตู้โชว์ยาว  = 16.75 kVA

- Lighting track = 9.0 kVA

- ไฟแสงสว่างภายนอก  = 7.2 kVA

- ไฟแสงสว่างส่องป้าย = 5.8 kVA

รวม = 68.75 kVA

**โหลดเต้ารับ**

- เต้ารับโหลดไม่ต่อเนื่อง  = 21.96 kVA

- 10 kVA แรก 100 % = 10 kVA

อีก 11.96 kVA ต่อมา 50 % = 5.98 kVA

รวม = 15.98 kVA

- เต้ารับหลายจุด  = 1.20 kVA

รวม = 17.18 kVA

**บริภัณฑ์ไฟฟ้าพิเศษ**

- Freezer ขนาดพิกัด = 8.00 kVA

- ตู้แช่ไอศกรีม ขนาดพิกัด = 9.00 kVA

- หม้อต้มน้ำร้อน = 12.00 kVA

- เครื่องทำน้ำเย็น = 10.00 kVA

รวม = 39.00 kVA

**เครื่องปรับอากาศ**

รวม = 50.00 kVA

**โหลดมอเตอร์**

- พัดลมระบายอากาศ = 50.00 kVA

- ปั้มน้ำ = 9.00 kVA

รวม = 41.00 kVA

โหลดรวมทั้งหมด = 68.75 + 17.18 + 39.00 + 50.00 + 41.00

= 215.93 kVA

**4.3.3 การจัดทำตารางโหลด**

การจัดทำตารางโหลด (Load Schedule) มีประโยชน์มากในการออกแบบระบบไฟฟ้า เพราะตารางโหลดจะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่ไม่สามารถแสดงในแบบได้และยังช่วยให้การออกแบบสะดวกไม่หลงลืมผู้ใช้งานทั่วไป เช่น ผู้ที่ทำการประมาณราคาและติดตั้งจะดูแบบได้ง่ายขึ้น ประโยชน์ที่ได้จากการจัดทำตารางโหลดพอสรุปได้ดังนี้

1. สามารถจัดการสมดุลของโหลดแต่ละเฟสได้ดี (Balance Load) โดยเฉพาะที่โหลดส่วนใหญ่เป็นโหลด 1 เฟส
2. การคำนวณโหลดทำให้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการหาผลรวมของโหลดทั้งหมด หรือบางส่วนในวงจร เช่น แต่ละแผงสวิตช์ หรือแผงย่อยก็ตาม
3. แสดงรายละเอียดที่แสดงในแบบไม่สะดวก หรือไม่สามารถแสดงได้ เช่น ชนิดและขนาดสายไฟฟ้า รายละเอียดของท่อร้อยสาย หมายเลขวงจรและไดอะแกรมเส้นเดียว เป็นต้น กรณีที่ไม่สะดวกอาจแยกไดอะแกรมออกจากตารางโหลดก็ได้

ตารางโหลดอาจมีรูปร่างแตกต่างออกไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน ตารางโหลดที่ดีจะต้องเป็นตารางโหลดที่แสดงรายละเอียดที่จำเป็นได้ครบหรือมากที่สุด ตารางโหลดอาจแยกออกเป็นสำหรับโหลด 1 เฟส และโหลด 3 เฟส จากตารางโหลดข้างล่างนี้ผู้ใช้งานอาจปรับปรุงให้ตรงตามความต้องการใช้งานได้ ตารางโหลดควรทำทุก ๆ แผงย่อยเพื่อสะดวกในการหาโหลดรวมของอาคาร

**ตารางที่ 4.19** ตัวอย่างตารางโหลด

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ตารางโหลด**  Location……………………………………….. Panel No…………………………..  Capacity………………………………………...   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | วงจรที่ | รายการโหลด | โหลด (VA) | | | เซอร์กิต  เบรกเกอร์ | | | สายไฟฟ้า  และ  ท่อร้อยสาย | ไดอะแกรม | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **หมายเหตุ**  ไดอะแกรม  อาจเขียน  แยกต่างหาก  จากตารางโหลด  ก็ได้ | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | TOTAL | |  |  |  | CB | | | | |  | | | Cond. | | | | |

**ตัวอย่างที่ 4.13** ห้องฝ่ายผลิตของโรงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กแห่งหนึ่ง มีโหลดแสงสว่างตามที่แสดงในภาพถ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์เกินกระแสชุดละ 0.6 แอมแปร์ จงกำหนดขนาดเซอร์กิต เบรกเกอร์และสายไฟฟ้า กำหนดให้ใช้สาย IEC 01 เดินในท่อโลหะเกาะผนัง สายป้อนเป็นแบบ 3 เฟส



**ภาพที่ 4.1** ประกอบการคำนวณตัวอย่างที่ 4.13

**วิธีทำ**

**วงจรย่อย**

วงจรย่อยที่ 1 และ 9

โหลดเป็น VA = 180  6 = 1,080 VA

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ =  = 5.9 A

ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 16 AT/125 AF, 1P

สาย IEC 01 เดินในท่อโลหะเกาะผนังขนาด 2.5 ตร.มม (21 A)

วงจรย่อยที่ 2 ถึง 8

โหลดเป็น VA = 0.6  230 7 = 966 VA

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 1.25  0.6  7 = 5.25 A

ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 16 AT/125 AF, 1P

สาย IEC 01 เดินในท่อโลหะเกาะผนังขนาด 2.5 ตร.มม (21 A)

สายป้อน

โหลดแสงสว่าง ดีมานด์แฟคเตอร์ ตารางที่ 4.9 (100%)

รวมโหลดแสงสว่าง = (0.6  7)  7  230 = 6,762 VA

โหลดเต้ารับ ดีมานด์เฟคเตอร์ ตารางที่ 4.10 (100%)

รวมโหลดเต้ารับ = (180  6)  2 = 2,160 VA

รวมโหลดทั้งหมด = 6,762 + 2,160 = 8,922 VA

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ =  = 16 A

ได้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 16 AT, 1P

เนื่องจากกระแสแต่ละเฟสต่างกันมากลองใช้วิธีกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ จากโหลดเฟสสูงที่สุดคือเฟส A (ดูตารางโหลดประกอบ) จะได้ว่า

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ =  = 21.6 A

เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 25 AT ซึ่งสูงกว่าในครั้งแรกจึงเลือกใช้วิธีนี้

เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 25 AT/125 AF, 3P

สาย THW เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนังขนาด 6 ตร.มม (31 A)

เขียนเป็นตารางโหลดได้ดังตารางที่ 4.20

**ตารางที่ 4.20** ตารางโหลดที่ได้จากการคำนวณในตัวอย่างที่ 4.13

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ตารางโหลด**  Location………………………………………….. Panel No…………L-1………..…  Capacity………………12…Circuit…….…….…..   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | วงจรที่ | รายการโหลด | โหลด (VA) | | | เซอร์กิต  เบรกเกอร์ | | | สายไฟฟ้า  และท่อร้อยสาย | | A | B | C | ขั้ว | AF | AT | | 1 | เต้ารับใช้งานทั่วไป | 1,080 |  |  | 1 | 125 | 16 | IEC 01 2-2.5 ตร.มม.,  EMT Ø ½” | | 2 | แสงสว่าง | 966 |  |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 3 | ’’ |  | 966 |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 4 | ’’ |  | 966 |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 5 | ’’ |  |  | 966 | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 6 | ’’ |  |  | 966 | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 7 | ’’ | 966 |  |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 8 | ’’ | 966 |  |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 9 | เต้ารับทั่วไป |  | 1,080 |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 10 | สำรอง |  | - |  | 1 | 125 | 16 | - | | 11 | สำรอง |  |  | - | 1 | 125 | 16 | - | | 12 | สำรอง |  |  | - | 1 | 125 | 16 | - | | TOTAL | | 3,978 | 3,012 | 1,932 | CB 25 AT/125AF,3P | | | | | 8,922 | | | Cond. IEC 01 4-6 ตร.มม. in EMT Ø3/4’’ | | | |   **หมายเหตุ** AF ของเซอร์กิตแบรกเกอร์เป็นไปตามมาตรการผลิตแผงสวิตช์ (โหลดเซ็นเตอร์) |

เขียนไดอะแกรมแยกต่างหากจากตารางโหลดเพื่อความสะดวก ได้ดังภาพที่ 4.2



**ภาพที่ 4.2** ไดอะแกรมแยกต่างหากจากตารางโหลด

โหลดรวมที่แสดงในตารางโหลดยังไม่มีการใช้ดีมานด์แฟรกเตอร์ การคำนวณสายป้อนหรือโหลดรวมที่ต้องมีการใช้ดีมานด์แฟรกเตอร์ด้วย อาจไม่สามารถใช้โหลดรวมที่ได้จากตารางโดยตรง ต้องแยกคำนวณต่างหากเพื่อจะได้กำหนดขนาดสายไฟฟ้าและเครื่องป้องกันกระแสเกินได้ถูกต้อง

กรณีที่พิจารณาแล้วว่าไม่มีการใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ เมื่อทำจนชำนาญแล้วการใช้ตารางโหลด จะสะดวกมากและไม่ต้องทำรายการคำนวณโหลดต่างหาก เมื่อลงรายการโหลดและขนาดโหลดแล้ว จะสามารถกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟได้โดยใช้เครื่องคิดเลขประกอบเพียงเล็กน้อย

การออกแบบอาคารขนาดใหญ่ที่มีโหลดจำนวนมากและมีการใช้ดีมานด์แฟกเตอร์หลายส่วน ควรแยกโหลดแต่ละประเภทเป็นคนละแผงหรือคนละสายป้อนกัน เช่น โหลดแสงสว่าง โหลดเต้ารับ และโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เป็นต้น จะทำให้การคำนวณเมื่อต้องใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ทำได้ง่ายขึ้น

**ตัวอย่างที่ 4.14** อาคารร้านค้าหลังหนึ่งประกอบด้วยแผงย่อยจำนวน 2 แผงคือ L-1 และ L-2 มีโหลดแสดงตามที่ในตารางโหลด จงกำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า สายเมนเข้าอาคาร และ เมนสวิตช์ ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง กำหนดให้ใช้สาย IEC 01 สายป้อนเดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง สายเมนเดินในอากาศ โหลดทั้งหมดเป็นโหลด 1 เฟส (การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าและเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับเครื่องปรับอากาศ



 

**ภาพที่ 4.3** ประกอบการคำนวณตัวอย่างที่ 4.14

**ตารางที่ 4.21** ตารางโหลดแผงย่อย L-1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ตารางโหลด**  Location…………………………………………………. Panel NO…….L-1…………   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | วงจร  ที่ | รายการโหลด | โหลด (VA) | | | เซอร์กิตเบรกเกอร์ | | | สายไฟฟ้า  และท่อร้อยสาย | | A | B | C | ขั้ว | AF | AT | | 1 | แสงสว่าง | 2,000 |  |  | 1 | 125 | 16 | IEC 01 2-2.5 ตร.มม.  in EMT Ø ½” | | 2 | แสงสว่าง | 2,000 |  |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 3 | เต้ารับใช้งาน  ทั่วไป |  | 2,340 |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 4 | แสงสว่าง |  | 2,000 |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 5 | เครื่องทำน้ำอุ่น |  |  | 3,500 | 1 | 125 | 20 | ’’ | | 6 | แสงสว่าง |  |  | 1,000 | 1 | 125 | 16 | ’’ | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | TOTAL | | 4,000 | 4,340 | 4,500 | CB 25AT/125AF , 3P | | | | | 12,840 | | | Cond. IEC 01, 4-6 ตร.มม. in EMT Ø 1” | | | | |

**ตารางที่ 4.22** ตารางโหลดแผงย่อย L-2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ตารางโหลด**  Location…………………………………………………. Panel NO…….L-2…………   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | วงจง  ที่ | รายการโหลด | โหลด (VA) | | | เซอร์กิตเบรกเกอร์ | | | สายไฟฟ้า  และท่อร้อยสาย | | A | B | C | ขั้ว | AF | AT | | 1 | แสงสว่าง | 2,000 |  |  | 1 | 125 | 16 | IEC 01 2-2.5 ตร.มม.  in EMT Ø ½” | | 2 | แสงสว่าง | 2,000 |  |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 3 | เต้ารับใช้งานทั่วไป |  | 2,340 |  | 1 | 125 | 16 | ’’ | | 4 | เครื่องปรับ  อากาศ |  | 1,500 |  | 1 | 125 | 20 | ’’ | | 5 | เครื่องปรับ  อากาศ |  |  | 1,500 | 1 | 125 | 20 | ’’ | | 6 | เต้ารับใช้งานทั่วไป |  |  | 1,800 | 1 | 125 | 16 | ’’ | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | TOTAL | | 4,000 | 3,840 | 3,300 | CB 25AT/125AF , 3P | | | | | 11,140 | | | Cond. IEC 01 4-6 ตร.มม. in EMT Ø 1” | | | | |

**วิธีทำ**

หาโหลดรวมเพื่อกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้าของแต่ละแผงย่อย ดังนี้

L-1 หาโหลดรวมเมื่อใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ได้ดัง

1. โหลดแสงสว่าง ดีมานแฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.9 (100%)

โหลด = 2,000 + 2,000 + 2,000 + 1,000 = 7,000 VA

1. โหลดเต้ารับใช้ทั่วไป ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.10 (ไม่เกิน 10 kVA 100%)

โหลด = 2,340 VA

1. โหลดเครื่องทำน้ำอุ่น ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.11 (100%)

โหลด = 3,500 VA

รวมโหลดทั้งหมด = 7,000 + 2,340 + 3,500 = 12,840 VA

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ =  = 23.2 A

ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 25 AT/125 AF, 3P

สายไฟฟ้า IEC 01 4-6 ตร.มม (31 A) ร้อยท่อ EMT เกาะผนัง (สายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส)

**หมายเหตุ**  กรณีที่โหลดแต่ละเฟสต่างกันมาก การกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์จากโหลดเฟสสูงที่สุดจะมั่นใจได้ว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์จะสามารถทำงานได้ไม่ปลดวงจรเสียก่อนในสภาพการใช้งานปกติกำหนดขนาดจะได้เป็นดังนี้

เฟสที่สูงที่สุดคือเฟส C คือ 4,500 VA

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ =  = 24.5 A

ค่าที่ได้จะแตกต่างจากวิธีแรกเล็กน้อย แต่กรณีนี้จะได้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเดียวกัน คือ 25 AT/125 AF, 3P

L-2 หาโหลดรวมเมื่อใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ได้ดัง

1. โหลดแสงสว่าง ดีมานแฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.9 (100%)

โหลด = 2,000 + 2,000 = 4,000 VA

1. โหลดเต้ารับใช้ทั่วไป ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.10 (ไม่เกิน 10 kVA 100%)

โหลด = 2,340 + 1,800 = 4,140 VA

1. โหลดเครื่องปรับอากาศ ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.11 (100%)

โหลด = 1,500 + 1,500 = 3,000 VA

รวมโหลดทั้งหมด = 4,000 + 4,140 + 3,000 = 11,140 VA

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ =  = 20.1 A

ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 25 AT/125 AF, 3P

สายไฟฟ้า IET 01 4-6 ตร.มม. (31 A) ร้อยท่อ EMT เกาะผนัง (สายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส)

**หมายเหตุ** การกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถใช้วิธีกำหนดจากโหลดเฟสสูงที่สุดได้ ตามที่กล่าวข้างต้น

จากตารางโหลดทั้งสองตารางซึ่งรับไฟจากแผงเมน การเขียนตารางโหลดของแผงเมนคือการนำโหลดรวมของแต่ละเฟสทุกแผงมาลงในตารางโหลดของแผงเมน จะเขียนตารางโหลดสำหรับแผงเมนได้ดังนี้

**ตารางที่ 4.23** ตารางโหลดสำหรับแผงเมน

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ตารางโหลด**  Location……………………………………. Panel No…….MDB……..   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | วงจร  ที่ | รายการโหลด | โหลด (VA) | | | เซอร์กิต  เบรกเกอร์ | | | สายไฟฟ้า  และท่อร้อยสาย | | A | B | C | ขั้ว | AF | AT | | 1 | L-1 | 4,000 | 4,340 | 4,500 | 3 | 125 | 25 | IEC 01 4-6 ตร.มม.  in EMT Ø 1” | | 2 | L-2 | 4,000 | 3,840 | 3,300 | 3 | 125 | 25 | ’’ | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | TOTAL | | 8,000 | 8,180 | 7,800 | CB 63AT/125AF , 3P | | | | | 23,980 | | | Cond. IEC 014-16 ตร.มม. in Free Air | | | | |

โหลดที่แสดงในตารางโหลดเป็นโหลดเมื่อยังไม่มีการใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ในการกำหนดขนาดสายป้อนและสายเมน สามารถใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ได้ การคำนวณเป็นดังนี้

1. โหลดแสงสว่าง ดีมานแฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.9 (100%)

โหลด = 2,000 + 2,000 + 2,000 + 1,000 + 2,000 + 2,000 = 11,000 VA

1. โหลดเต้ารับใช้ทั่วไป ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.10 (ไม่เกิน 10 kVA 100%)

โหลด = 2,340 + 2,340 + 1,800 = 6,480 VA

1. โหลดเครื่องทำน้ำอุ่น ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.11 (100%)

โหลด = 3,500 VA

1. โหลดเครื่องปรับอากาศ ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 4.11 (100%)

โหลด = 1,500 + 1,500 = 3,000 VA

รวมโหลดทั้งหมด = 11,000 + 6,480 + 3,500 + 3,000 = 23,980 VA

กระแส =  = 34.6 A

กำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า จากกระแส 34.6 แอมแปร์ 3 เฟส ตามตารางที่ 4.12 (การไฟฟ้านครหลวง) ได้ขนาดเครื่องวัด 30 (100) แอมแปร์ 3 เฟส กำหนดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินสูงสุดเท่ากับ 100 แอมแปร์

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 1.23 × 36.43 = 45.54 แอมแปร์

เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 63 AT/125 AF, 3P

สายไฟฟ้า IEC 01 4-16 ตร.มม. (78 A) เดินอากาศ (สายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส)

กรณีเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 100 แอมแปร์ จะต้องใช้สายไฟฟ้าขนาด 25 ตร.มม. เดินในอากาศ (113 A)

**ตารางที่ 4.24** ขนาดที่แนะนำของสายเมนเข้าอาคารและสายต่อหลักดิน สำหรับเครื่องวัดขนาดต่าง ๆ (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า(แอมแปร์) | ขนาดเครื่องป้องกัน  กระแสเกิน  (แอมแปร์) | สายเมนเดินในอากาศ | | สายเมนเดินร้อยท่อโลหะฝังดิน | |
| สายเมน  เข้าอาคาร  (ตร.มม.) | สายต่อ  หลักดิน  (ตร.มม.) | สายเมน  เข้าอาคาร  (ตร.มม.) | สายต่อ  หลักดิน  (ตร.มม.) |
| 5 (15) | 16 | 4 | 10 | 10 | 10 |
| 15 (45) | 32 | 6 | 10 | 10 | 10 |
| 50 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 30 (100) | 63 | 16 | 10 | 16 | 10 |
| 80 | 16 | 10 | 25 | 10 |
| 100 | 25 | 10 | 25 | 10 |
| 50 (150) | 125 | 35 | 10 | 35 | 10 |
| 200 | 160 | 50 | 25 | 70 | 25 |
| 200 | 70 | 25 | 95 | 25 |
| 250 | 95 | 25 | 120 | 35 |
| 400 | 300 | 120 | 35 | 150 | 35 |
| 400 | 185 | 35 | 240 | 50 |
| 500 | 240 | 35 | 300 | 50 |

**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.
* ลือชัย ทองนิล. **การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : ส.ส.ท., 2556.
* นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ. **เอกสารคำสอน รายวิชา 04-112-313 การออกแบบระบบไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2559.

1. โสตทัศนวัสดุ

* กระดาน
* เครื่องฉายและคอมพิวเตอร์

**งานที่มอบหมาย**

* 1. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
  2. ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากหนังสือที่เกี่ยวกับการคำนวณภาระทางไฟฟ้า

**การวัดผล**

1. พิจารณาการเข้าชั้นเรียนตามเวลากำหนด สนใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียน
2. ตรวจแบบฝึกหัด การซักถาม-ตอบ

**แบบฝึกหัด**

* 1. การคำนวณโหลดตามมาตรฐาน วสท. ได้กำหนดการคำนวณโหลดไว้ว่าอย่างไร
  2. การคำนวณโหลดของวงจรย่อยคืออะไร
  3. การคำนวณโหลดของสายป้อนคืออะไร
  4. การคำนวณโหลดของสายประธานคืออะไร
  5. หลักของการประมาณโหลดคืออะไร
  6. การจัดทำตารางโหลดมีประโยชน์อย่างไร
  7. บ้านหลังหนึ่งมีโหลดไฟฟ้าดังนี้

- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 × 36 W (100 AV) 10 ชุด

- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 × 18 W (100 AV) 20 ชุด

- เต้ารับใช้งานทั่วไป 30 ชุด

- ตู้เย็น 1 ตู้

- ปั้มน้ำ 1 ตัว

- เครื่องทำน้ำร้อน ขนาด 150 W 2 ชุด

- คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ 2 ชุด

- เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 BTU (1,500 AV) 3 ชุด

ให้คำนวณหาโหลดรวม และจัดทำตารางโหลดของบ้านหลังนี้