

หน่วยที่ 11 คุณลักษณะของโหลด

Unit 11 Characteristic of Load

ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าไม่คงที่หรือผู้ใช้ไฟฟ้ามีการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าอยู่ทุกช่วงเวลา ดังนั้นการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอและเหมาะสมจึงจำเป็นต้องศึกษาจากคุณลักษณะการใช้โหลด หรือที่เรียกว่า โหลดกราฟ

การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้จำแนกประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าเป็น 7 ประเภท คือ

- ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย
- ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก
- ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง
- ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่
- ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง
- ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงกำไร
- ประเภทที่ 7 สถาบันเพื่อการเกษตร
- ประเภทที่ 8 ผู้ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว

1

ตารางที่ 11.1 องค์ประกอบของโครงสร้างค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ประเภทที่ 3-5

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	ค่าพลังงาน (ค่า kWh)	ค่า Demand	ค่า P.F.	ค่า เบิกร	มีเกณฑ์ค่าไฟฟ้าอื่น	หมายเหตุ
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดเล็ก	✓	✓	✓	✓	✓	Demand 30-999 kW ละ
3.1 อัตราค่า	✓	✓	✓	✓	✓	kWh ละ 3 เดือน
3.2 อัตราค่าระยะเวลา (TOU Tariff)	✓	✓	✓	✓	✓	<250,000 Unit
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	✓	✓	✓	✓	✓	Demand ≥ 1,000 kW ละ
4.1 อัตราค่าระยะเวลา (TOD Tariff)	✓	✓	✓	✓	✓	kWh ละ 3 เดือน
4.2 อัตราค่าระยะเวลา (TOU Tariff)	✓	✓	✓	✓	✓	<250,000 Unit
ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง	✓	✓	✓	✓	✓	พิจารณาและ
5.1 อัตราค่า	✓	✓	✓	✓	✓	ตามลักษณะ
5.2 อัตราค่าระยะเวลา (TOU Tariff)	✓	✓	✓	✓	✓	Demand ≤ 30 kW

หมายเหตุ

- ยังไม่รวมค่าไฟฟ้าอื่น (ค่า) ซึ่งคำนวณจากหน่วยไฟฟ้า (kWh) และค่าเงินค่าเงิน (บาท) ซึ่งคำนวณจากค่าไฟฟ้ารวม
- การไฟฟ้านครหลวง ได้ใช้วิธีปรับเป็นประเภท 5.1 และอัตรา TOU เป็นประเภท 5.2 แต่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะกำหนดประเภท สลับกับการไฟฟ้านครหลวง โดยผู้ใช้ประเภทที่ 5 นี้มีอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU เป็นอัตราปรับในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งหรือระบบ TOU ยังไม่แก้ไขระบบไฟฟ้า
- ค่าพลังงานและค่า Demand ของผู้ใช้แต่ละประเภทอาจมีอัตราไม่เท่ากัน

2

11.1 โหลดกราฟ (Load curve)

โหลด (Load) หมายถึง อุปกรณ์ที่ต้องการกำลังไฟฟ้า อาจบอกหน่วยเป็น kW หรือ kVA ก็ได้ โหลดทั้งหมดที่แสดงในสิ่งไฟฟ้ารวม (อาจกำลังใช้งานอยู่หรือไม่ได้เปิดใช้งานก็ได้) เรียกว่า โหลดติดตั้ง (Connected load) โหลดที่กำลังใช้งานเรียกว่า โหลดจริง (Actual load) จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ โหลดติดตั้ง แต่ปกติจะมีค่าน้อยกว่าเสมอ ในการต่อโหลดเพื่อใช้งานนั้นผู้ใช้ไฟฟ้าจะต่อโหลดเมื่อมีความจำเป็นและจะปลดโหลดออกเมื่อเลิกใช้งาน ดังนั้นโหลดติดตั้งจึงมีการเปิด-ปิด อยู่ตลอดเวลา ทำให้โหลดจริงเปลี่ยนแปลงมีรูปร่างเป็นคลื่นสูงๆ ต่ำๆ ค่าขณะของโหลดจริงนี้ เมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟเรียกว่า โหลดกราฟ (Load curve)

สำหรับค่าของโหลดเฉลี่ย (P_{mean}) ตลอดวัน คือค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า (Demand) ของโหลดตลอดวันนั้นเอง หาได้จากพลังงานไฟฟ้า (Electrical energy) ที่ใช้เพื่อสร้างขึ้นมาใหม่จาก กำลังไฟฟ้าที่ส่งเข้ามาหรือส่งออกไป โดยมีความสัมพันธ์กับเวลา มีหน่วยใช้แสดงพลังงานเป็นจูล (J) พลังงานไฟฟ้าใช้สัญลักษณ์ตัว "W" สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$W = Pt$$

- เมื่อ W = พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นจูล (J)
 P = กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (W)
 t = เวลา มีหน่วยเป็นวินาที (s)

3

$$W(kWh) = P(kW) \times t(h)$$

ตัวอย่างเช่น เตาหริชขนาด 1,000 วัตต์ ใช้ติดต่อกันเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าไร นั่นคือ $W = 1,000 \text{ W} \times 4 \text{ h} = 4 \text{ kWh}$ เตาหริชใช้พลังงานไฟฟ้าไป 4 kWh

ถ้ากำหนดให้ W = พลังงาน (kW-hr) ที่ต้องการตลอดวัน
 t = เวลา (hr) ตลอดทั้งวัน = 24 ชั่วโมง

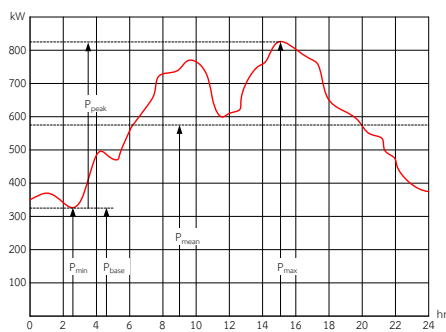
จะได้

$$W = \int_0^T P(t) dt$$

นั่นคือจะได้ค่าของกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (P_{mean})

$$P_{mean} = \frac{\text{พลังงาน (kW - hr)}}{\text{เวลา (hr)}}$$

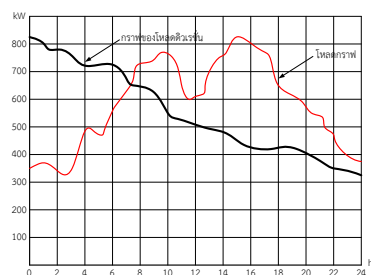
4



รูปที่ 11.1 โหลดกราฟประจำวัน (Daily load curve)

5

11.2 กราฟของโหลดคิวเวรชัน (Load duration curve)



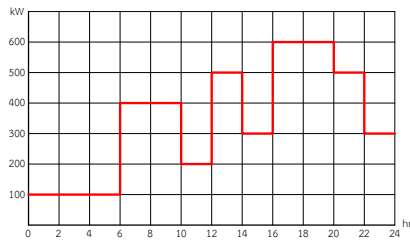
รูปที่ 11.2 กราฟของโหลดคิวเวรชัน (Load duration curve)

6

ถ้านำเอาโหลดกราฟมาเขียนใหม่โดยเรียงลำดับช่วงเวลาของการใช้โหลดสูงสุดไปจนถึงช่วงเวลาที่โหลดต่ำสุด จะช่วยให้พิจารณาได้ง่ายขึ้นมาก ซึ่งกราฟชนิดนี้เรียกว่า กราฟของโหลดคิวเวรชัน (Load duration curve) หรือเรียกอีกชื่อว่า กราฟแสดงควมยาวนานของการใช้ไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 11.1 โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งวัน ดังรูปที่ 11.3

- ก) จงเขียนกราฟของโหลดตัวเรชั่น
ข) หาค่ากำลังเฉลี่ยตลอดทั้งวัน



รูปที่ 11.3 โหลดกราฟประจำวันตามตัวอย่างที่ 11.1



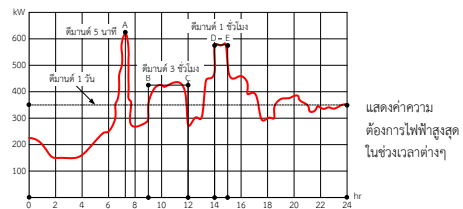
วิธีทำ

7

11.3 ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Maximum demand)

ดีมานด์ (Demand) หมายถึง ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงเวลาหนึ่งที่พิจารณา มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW) หรือ เมกะวัตต์ (MW)

$$\text{ดีมานด์ (Demand)} = \frac{\text{พลังงาน (kW-hr) ที่ต้องการในหนึ่งคาบ}}{\text{เวลา (hr) ในหนึ่งคาบ}}$$



8

11.4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายโหลด

11.4.1 องค์ประกอบความต้องการไฟฟ้า (Demand factor) คือ อัตราส่วนระหว่างความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้น กับโหลดไฟฟ้าสูงสุดที่แจ้งการใช้งานเอาไว้ทั้งหมดรวมกัน หรือโหลดติดตั้ง (Connected load) หาได้จากสมการดังนี้

$$\text{Demand factor} = \frac{\text{Maximum demand}}{\text{Total connected load}}$$

11.4.2 องค์ประกอบการใช้ไฟฟ้า หรือ โหลดแฟกเตอร์ (Load factor) คือ อัตราส่วนระหว่างโหลดเฉลี่ยในช่วงเวลาที่พิจารณา กับโหลดสูงสุดในช่วงเวลานั้น เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

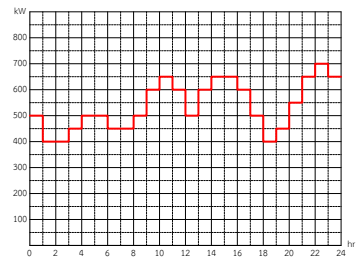
$$\text{Load factor} = \frac{\text{โหลดเฉลี่ย (P}_{\text{mean}}\text{)}}{\text{โหลดสูงสุด (P}_{\text{max}}\text{)}} \times 100$$

เมื่อ โหลดเฉลี่ย (P_{mean}) = ความต้องการกำลังเฉลี่ย (demand)
โหลดสูงสุด (P_{max}) = ความต้องการกำลังสูงสุด (max. demand)

9

ตัวอย่างที่ 11.2 โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งวัน ดังรูป มีการติดตั้งโหลดทั้งหมด 1,000 kW จงหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้

- ก) กราฟของโหลดตัวเรชั่น
ข) กำลังเฉลี่ยตลอดทั้งวัน
ค) ดีมานด์แฟกเตอร์
ง) โหลดแฟกเตอร์



วิธีทำ

10

โหลดแฟกเตอร์ประจำวัน (Daily load factor)

$$\text{Daily Load factor} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (kW-hr) ที่ใช้ใน 1 วัน}}{\text{ดีมานด์สูงสุดวัน 1 วัน} \times 24} \times 100$$

โหลดแฟกเตอร์ประจำเดือน (Monthly load factor)

$$\text{Monthly Load factor} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (kW-hr) ที่ใช้ใน 1 เดือน}}{\text{ดีมานด์สูงสุดใน 1 เดือน} \times 720} \times 100$$

โหลดแฟกเตอร์ประจำปี (Yearly load factor)

$$\text{Yearly Load factor} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (kW-hr) ที่ใช้ใน 1 ปี}}{\text{ดีมานด์สูงสุดใน 1 ปี} \times 8,760} \times 100$$

11.4.3 องค์ประกอบการเบี่ยงเบน หรือไดเวอร์ซิตีแฟกเตอร์ (Diversity factor)

$$\text{Diversity factor} = \frac{\sum P_{\text{max}(i)}}{P_{\text{max}}}$$

เมื่อ $\sum P_{\text{max}(i)}$ = ผลรวมโหลดสูงสุดของการใช้ไฟฟ้าของกลุ่ม
 $P_{\text{max}(i)}$ = โหลดสูงสุดของการใช้ไฟฟ้าของกลุ่ม
 P_{max} = โหลดรวมสูงสุดของระบบ

11

ตัวอย่างที่ 11.3 สถานีไฟฟ้าแห่งหนึ่ง จ่ายไฟให้กับโหลด 5 แห่ง แต่ละแห่งมีโหลดติดตั้งและดีมานด์แฟกเตอร์ดังนี้คือ

รายการโหลด	โหลดติดตั้ง	ดีมานด์แฟกเตอร์
ก	600 kW	0.6
ข	650 kW	0.5
ค	800 kW	0.4
ง	700 kW	0.75
จ	900 kW	0.6

ถ้าโหลดรวมสูงสุดของระบบ = 1,000 kW จงหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้

- ก) โหลดสูงสุดของแต่ละแห่ง
ข) ไดเวอร์ซิตีแฟกเตอร์



วิธีทำ

.....
.....

12

11.4.4 องค์ประกอบการเบี่ยงเบนพหุคูณ หรือโคอินซิเดนซ์แฟกเตอร์ (Coincidence factor)

โคอินซิเดนซ์แฟกเตอร์ คือ ส่วนกลับของไดเวอร์ซิตีแฟกเตอร์

$$\text{Coincidence factor} = \frac{1}{\text{Diversity factor}}$$

หรือ

$$\text{Coincidence factor} = \frac{P_{\max}}{\sum P_{\max(i)}}$$

ตัวอย่างที่ 11.4 สถานีไฟฟ้าย่อยแห่งหนึ่งจ่ายโหลด 4 แห่ง แต่ละแห่งมีค่าโหลดสูงสุด 200, 300, 325 และ 400 kVA ตามลำดับ ถ้าโหลดแต่ละแห่งจ่ายโหลดจากหม้อแปลงแต่ละตัว และค่าไดเวอร์ซิตีแฟกเตอร์ของโหลดทั้งกลุ่มเป็น 1.6 จงหาค่า

- โหลดสูงสุดเมื่อรวมจ่ายโหลดจากหม้อแปลงตัวเดียว
- ขนาดของหม้อแปลงจะลดลงจากเดิมกี่เปอร์เซ็นต์

 วิธีทำ

.....
.....

13

11.4.5 องค์ประกอบความสูญเสีย (Loss factor)

ในการคำนวณหาความสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในสายส่ง หรือสายจำหน่ายไฟฟ้า นั้น มักนิยมหาความสูญเสียกำลังไฟฟ้าในขณะที่มีโหลดไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้ค่าองค์ประกอบความสูญเสีย (Loss factor) เข้ามาเกี่ยวข้องในการคำนวณดังนี้

$$\text{Loss factor} = \frac{\text{ความสูญเสียกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย}}{\text{ความสูญเสียกำลังไฟฟ้าในขณะที่มีโหลดสูงสุด}}$$

ในทางปฏิบัติการคำนวณหาค่า Loss factor จากค่า Load factor โดยใช้สูตรสำเร็จง่าย ๆ ดังนี้

$$\text{Loss factor} = 0.3 (\text{Load factor}) + 0.7 (\text{Load factor})^2$$

14