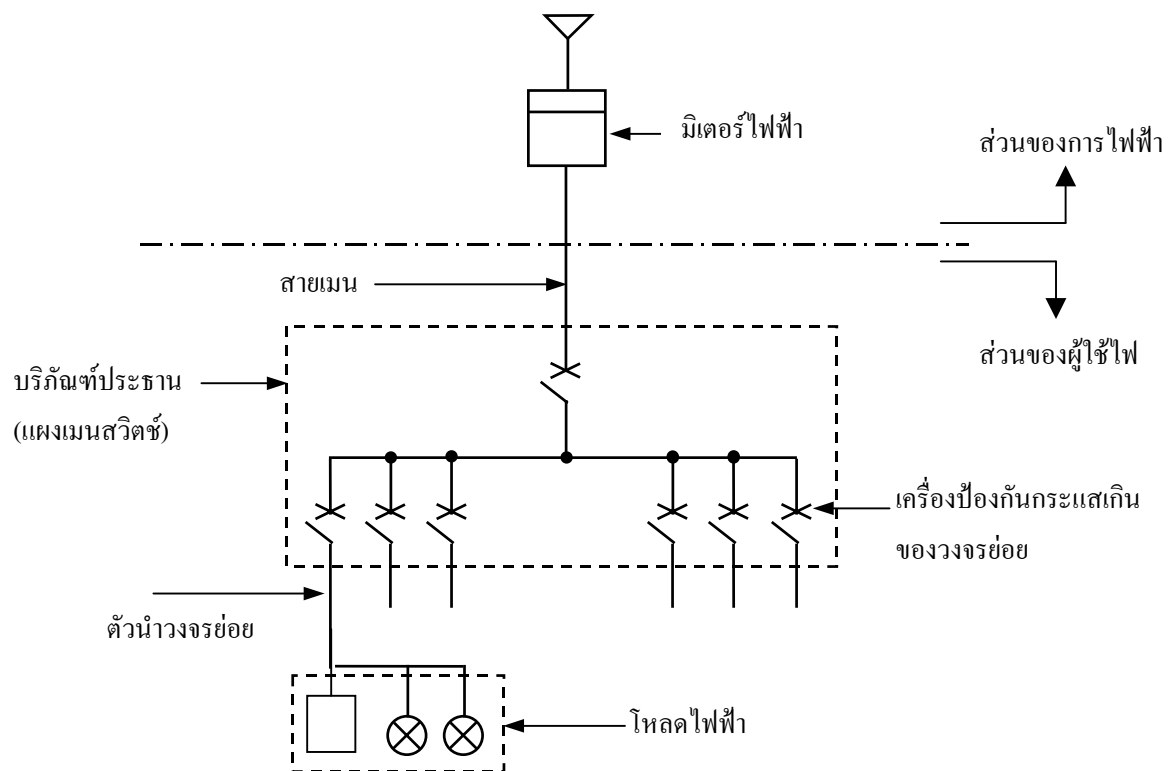


3. ระบบไฟฟ้า

3.1 บทนำ

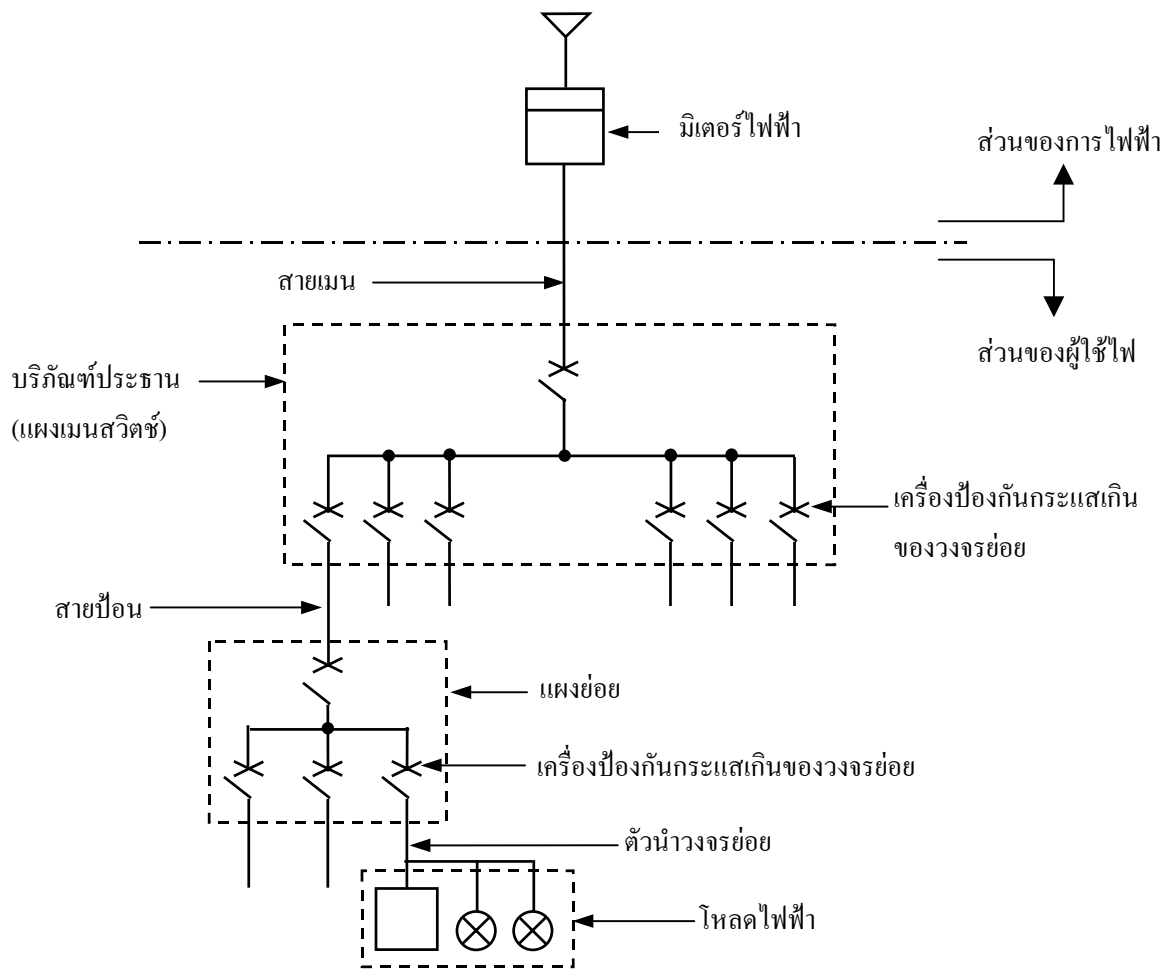
ในบทที่ 1 ได้เข้าใจถึงความหมายของวงจรย่อย สายป้อน และ สายเมน แล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงการกำหนดขนาดของตัวนำและขนาดของฟักัดเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อย สายป้อน และ สายเมน พร้อมทั้งวิธีการเลือกมิเตอร์ให้เหมาะสม

ระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก หรือ ขนาดทั่วไป ส่วนใหญ่ประกอบสายเมน และ วงจรย่อยเท่านั้น ดังแสดงตัวอย่างผังผังระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยในรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 ตัวอย่างแผนผังระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก หรือ ขนาดทั่วไป

สำหรับระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ หรือ อาคารขนาดเล็กส่วนใหญ่ประกอบด้วยสายเมน สายป้อน และ วงจรย่อย ดังแสดงตัวอย่างผังผังระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ หรือ อาคารขนาดเล็กในรูปที่ 3-2

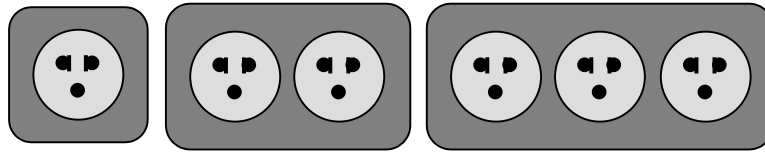


รูปที่ 3-2 ตัวอย่างแผนผังระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ หรือ อาคารขนาดเล็ก

3.2 โหลดไฟฟ้าและการคำนวณโหลดไฟฟ้า

จากรูปที่ 3-1 และ รูปที่ 3-2 จะเห็นว่าขนาดตัวนำสำหรับวงจรย่อย สายป้อน และ สายเมน จะขึ้นอยู่กับโหลด ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลของโหลดที่นำมาใช้งาน สำหรับตัวอย่างโหลดที่มีการใช้งาน ได้แก่ โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง โหลดเต้ารับ และโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่นเครื่องปรับอากาศ และ เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น โดยที่โหลดแสงสว่างและโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบแน่นอนให้คำนวณตามติดตั่งจริง

ส่วนโหลดเต้ารับที่ใช้งานทั่วไป ให้คำนวณโหลดจุดละ 180 VA ทั้งชนิดเต้าเดี่ยว เต้าคู่ และ ชนิดสามเต้า ดังแสดงในรูปที่ 3-3 แต่ถ้าเป็นโหลดเต้ารับที่ไม่ได้ใช้งานทั่วไป ให้คำนวณโหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น



รูปที่ 3-3 ตัวอย่างเต้ารับเดี่ยว เต้ารับคู่ และ เต้ารับชนิดสามเต้า

สำหรับโหนดไฟฟ้าแสงสว่างที่มีการใช้งานก็มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น หลอดคอมแพกฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอดประหยัดพลังงาน หลอดฟลูออเรสเซนต์ และ หลอดไส้ เป็นต้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3-4 ส่วนค่าโหนดของหลอดแต่ละชนิดแสดงในตารางที่ 3-1 ถึง ตารางที่ 3-3



รูปที่ 3-4 ตัวอย่างหลอดหลอดคอมแพกฟลูออเรสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และ หลอดไส้

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างโหนดโดยประมาณของวงจรหลอดคอมแพกฟลูออเรสเซนต์

ขนาดหลอด(วัตต์)	โหนด(VA)	กระแส(A)
9	15	0.068
11	20	0.091
15	25	0.114
20	35	0.159

หมายเหตุ: คำนวณที่ใช้บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างโหลดโดยประมาณของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

ขนาดหลอด(วัตต์)	โหลด(VA)	กระแส(A)
18	58	0.264
32	88	0.400
36	96	0.436

- หมายเหตุ 1. คำนวณที่ใช้บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา
2. หากใช้เป็นบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาติดตั้งคาปาซิเตอร์ บัลลาสต์
ความสูญเสียต่ำหรือบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ขนาดกระแสจะมีค่า
ต่ำกว่านี้

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างโหลดโดยประมาณของวงจรหลอดไส้

ขนาดหลอด(วัตต์)	โหลด(VA)	กระแส(A)
10	10	0.045
25	25	0.114
40	40	0.182
100	100	0.455

สำหรับโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรที่ทราบค่าแน่นอน เช่น เครื่องปรับอากาศ
เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น ให้คำนวณตามจริง สำหรับตัวอย่างโหลดโดยประมาณของเครื่องปรับอากาศ
และ เครื่องทำน้ำอุ่น ตามที่แสดงในตารางที่ 3-4 และ 3-5 ตามลำดับ



รูปที่ 3-4 ตัวอย่างเครื่องปรับอากาศชนิดติดตั้ง และ ตั้งพื้น



รูปที่ 3-5 ตัวอย่างเครื่องทำน้ำอุ่น

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างโหลดโดยประมาณของเครื่องปรับอากาศแบบใช้ไฟหนึ่งเฟส

ขนาดเครื่องปรับอากาศ (Btu)	โหลด(VA)	กระแส(A)
9,000	1125	5.1
12,000	1500	6.8
18,000	1700	7.7
24,000	2600	11.8

หมายเหตุ: ในการใช้งานให้ดูจากพิกัดของเครื่องปรับอากาศตัวจริง

ตารางที่ 3-5 ตัวอย่างโหลดโดยประมาณของเครื่องทำน้ำอุ่นแบบใช้ไฟหนึ่งเฟส

ขนาดเครื่องทำน้ำอุ่น (วัตต์)	โหลด(VA)	กระแส(A)
3,500	3,500	15.9
4,500	4,500	20.5
6,000	6,000	27.27

สำหรับขนาดวัตต์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเต้าเสียบ เช่น เตารีด ตู้เย็น เต้าไมโครเวฟ เป็นต้น มีค่าโดยประมาณตามที่แสดงในตารางที่ 3-6 ตามลำดับ ถ้าจะคิดเป็นโหลด(VA) ต้องนำเรื่องตัวประกอบกำลังมาคิดด้วย

ตารางที่ 3-6 ตัวอย่างขนาดวัตต์โดยประมาณเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ แบบใช้ไฟหนึ่งเฟส

เครื่องใช้ไฟฟ้า	วัตต์(W)
เตารีด	1,000
ตู้เย็น (ความจุ-คิว)	75(5), 80(6), 125(6.3)
เต้าไมโครเวฟ	1000, 1200
เครื่องซักผ้า(ลิตร)	330(55)
หม้อหุงข้าว(ลิตร)	480(1.1), 600(1.8)
กระติกน้ำร้อน(ลิตร)	610(1.4), 670(2.4)
โทรทัศน์(นิ้ว)	65(14), 80(20), 92(21)
ปั้มน้ำ (ระยะส่ง-ม.)	200(8), 600(13)

3.3 ขนาดของตัวนำและพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อย

ขนาดกระแสของวงจรย่อยคิดจากโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ หรือ คิดจากสมการที่ 3-1 โดยที่พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมากกว่าหรือเท่ากับกระแสโหลดไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามสมการที่ 3-2 หลังจากนั้นจึงเลือกขนาดตัวนำ โดยที่ขนาดของตัวนำต้องรับกระแสได้ไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน และ ขนาดต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. โดยดูจากขนาดกระแสของตัวนำจากตารางที่ 2-2

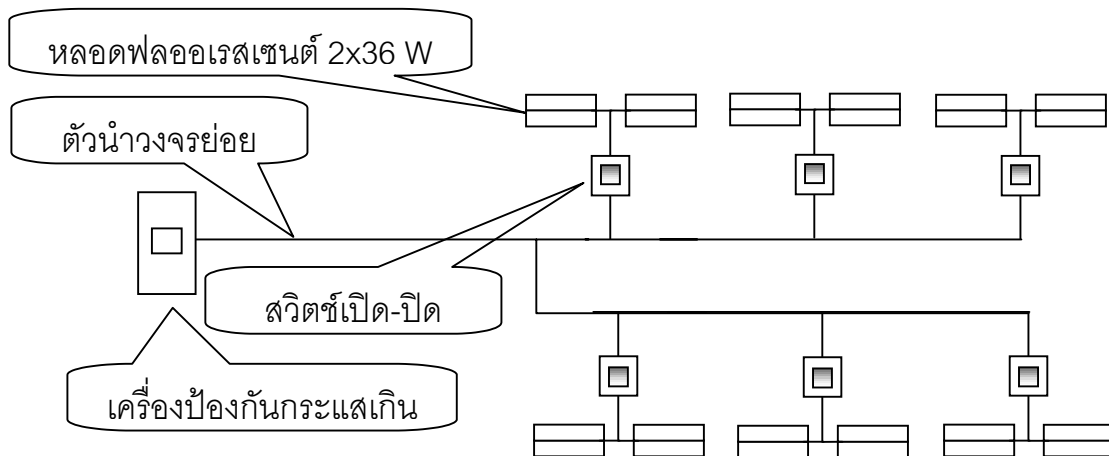
$$I_{LB} = \frac{\text{โหลดรวม}}{220} \quad (3-1)$$

หมายเหตุ I_{LB} คือ ขนาดกระแสโหลดสำหรับวงจรย่อย (A)

$$I_{CB} \geq I_{LB} \quad (3-2)$$

หมายเหตุ I_{CB} คือ พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

ตัวอย่าง 3-1 วงจรย่อยหนึ่งประกอบด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2x36 วัตต์ จำนวน 12 ชุด จงกำหนดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและขนาดตัวนำของวงจรย่อยนี้ เมื่อใช้สาย VAF เดินเกาะผนัง



รูปที่ 3-6 วงจรย่อยที่ประกอบด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2x36 วัตต์ ทั้งหมดจำนวน 12 ชุด

วิธีทำ

1. ขนาดกระแสของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2x36 วัตต์ เท่ากับ 0.87 A
2. กระแสโหลด (I_L) ในวงจรย่อยนี้เท่ากับ 12×0.873 เท่ากับ 10.48 A
3. พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินเท่ากับหรือมากกว่า 10.48 A

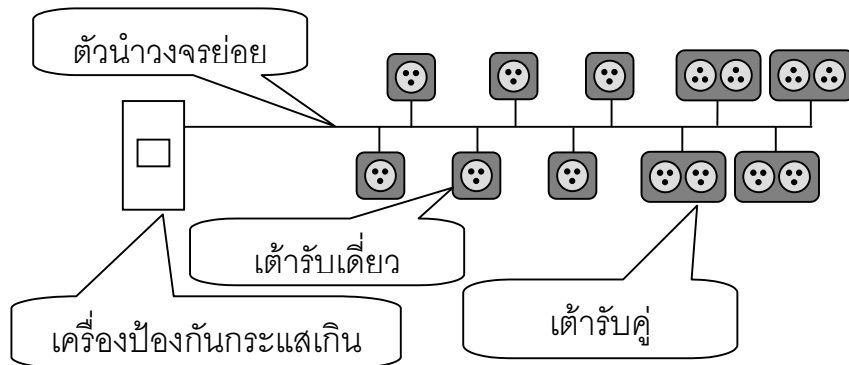
∴ เลือกเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 16 A

4. ขนาดตัวนำต้องเท่ากับหรือมากกว่า 16 A

∴ เลือกสายไฟฟ้า VAF เดินเกาะผนังขนาด 2.5 ตร.มม.(20 A) จากตารางที่ 2-2

สรุป เลือกพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 16 A และ ใช้สายไฟฟ้า VAF เดินเกาะผนังขนาด 2.5 ตร.มม.

ตัวอย่าง 3-2 วงจรย่อยหนึ่งประกอบด้วยเต้ารับเดี่ยว และเต้ารับคู่ รวมกันจำนวน 10 ชุด จงกำหนดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและขนาดตัวนำของวงจรย่อยนี้ เมื่อใช้สาย THW เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง



รูปที่ 3-7 วงจรย่อยที่ประกอบด้วยเต้ารับเดี่ยว และเต้ารับคู่ รวมกันจำนวน 10 ชุด

วิธีทำ

1. โหลดของเต้ารับ เท่ากับ 180 V A
 2. กระแสของเต้ารับเท่ากับ $180/220$ เท่ากับ 0.82 A
 3. กระแสโหลด (I_L) ในวงจรย่อยนี้เท่ากับ 10×0.82 เท่ากับ 8.2 A
 3. พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินเท่ากับหรือมากกว่า 8.2 A
 \therefore เลือกเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 16 A
 4. ขนาดตัวนำต้องเท่ากับหรือมากกว่า 16 A
 \therefore เลือกสาย THW เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง ขนาด 2.5 ตร.มม. (18 A)
- จากตารางที่ 2-2

สรุป เลือกพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 16 A และ เลือกใช้สาย THW เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนังขนาด 2.5 ตร.มม.

3.4 ขนาดของตัวนำและฟักัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับสายป้อน

ขนาดกระแสของสายป้อนคิดจากขนาดกระแสของวงจรย่อยที่ต่ออยู่ เมื่อคิดค่าดีมานแพคเตอร์ (ดีมานแพคเตอร์ หมายถึงอัตราส่วนระหว่างโหลดสูงสุดกับโหลดที่ต่ออยู่ หรือ ตัวคูณลดเนื่องจาก การใช้งานโหลดไม่พร้อมกัน) “ความต้องการโหลดสูงสุดต่อโหลดติดตั้ง หรือตัวคูณลดลงเนื่องจากการใช้งานโหลดไม่พร้อมกัน” แต่ในทางปฏิบัติโหลดประเภทที่อยู่อาศัยเป็นโหลดขนาดเล็ก และ มีโอกาสใช้พร้อมกันได้ จึงไม่ควรคิดค่าดีมานแพคเตอร์ สำหรับการกำหนดฟักัดเครื่องป้องกันกระแสเกินและตัวนำของสายป้อนคิดเช่นเดียวกับวงจรย่อย และ ตัวนำสายป้อนต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.

หากต้องการใช้ตัวคูณลดโดยคิดค่าดีมานแพคเตอร์ ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากมาตรฐาน การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

ตัวอย่าง 3-3 สายป้อนหนึ่งประกอบด้วยวงจรย่อย 2 วงจรจากตัวอย่างที่ 3-1 และ ตัวอย่างที่ 3-2 ดังนี้ 1.วงจรย่อยประกอบด้วยเต้ารับเดี่ยว และเต้ารับคู่ รวมกันจำนวน 10 ชุด 2.วงจรย่อยที่ประกอบด้วยหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2x36 วัตต์ จำนวน 12 ชุด จงกำหนดฟักัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและขนาดตัวนำของสายป้อนนี้ เมื่อใช้สาย THW เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง

- วิธีทำ**
1. วงจรย่อยที่ประกอบด้วยเต้ารับ มีโหลดเท่ากับ $10 \times 180 \text{ VA}$ หรือเท่ากับ 1,800 VA
 2. วงจรย่อยที่ประกอบด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีโหลดเท่ากับ $12 \times 2 \times 96 \text{ VA}$ หรือ เท่ากับ 2,304 VA
 3. รวมโหลดทั้งหมดของสายป้อน เท่ากับ $1,800 + 2,304$ หรือ เท่ากับ 4,104 VA
 \therefore ดังนั้น กระแสโหลดเท่ากับ $4,104 / 220$ หรือเท่ากับ 18.65 A
 4. ฟักัดเครื่องป้องกันกระแสเกินเท่ากับหรือมากกว่า 18.65 A
 \therefore เลือกเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 20 A
 5. ขนาดตัวนำต้องเท่ากับหรือมากกว่า 20 A
 \therefore เลือกสาย THW เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง ขนาด 4 ตร.มม.(24 A) จากตารางที่ 2-2

สรุป เลือกฟักัดเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 32 A และ เลือกใช้สาย THW เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนังขนาด 4 ตร.มม.

3.5 ขนาดตัวนำและพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับสายเมน

ขนาดกระแสของสายเมนคิดจากขนาดกระแสของสายป้อนที่ต่ออยู่ เมื่อคิดค่าดีมานแพคเตอร์แล้วเช่นเดียวกันกับสายป้อน แต่ในทางปฏิบัติไม่ควรคิดค่าดีมานแพคเตอร์เหตุผลเช่นเดียวกันกับสายป้อน สำหรับการกำหนดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินและตัวนำของสายเมนเป็นไปตามตารางที่ 3-8 และ ตารางที่ 3-9

กรณีที่เดินสายเมนในท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรงขนาดสายเมนเข้าอาคารต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. และ ควรใช้สายที่สามารถป้องกันความชื้นเข้าไปในสายได้ดี เช่น สาย NYY เป็นต้น

ตารางที่ 3-8

ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตี้สวิตช์ คัทเอาต์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์สำหรับสายเมน
(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	โหลด สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดสายเมน เล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (ตร.มม.)		แผงเมนสวิตช์				
		สาย อะลูมิเนียม	สาย ทองแดง	เซฟตี้สวิตช์หรือ โหลดเบรกสวิตช์		คัทเอาต์ใช้ร่วมกับ คาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิต เบรกเกอร์
				ขนาดสวิตช์ ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์ สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดคัท เอาต์ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์ สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดปรับตั้ง สูงสุด (แอมแปร์)
5 (15)	12	10	4	30	15	20	16	15-16
15 (45)	36	25	10	60	40-50	60	35-50	40-50
30 (100)	80	50	35	100	100	-	-	100

หมายเหตุตารางที่ 3-8

1. สำหรับสายเมนแนะนำให้ใช้สายทองแดง
2. สำหรับวิธีการเดินสายแบบอื่น ให้พิจารณาขนาดสายเมนใหม่
3. ขนาดมิเตอร์ 15(45) A, 30(100) A มีทั้งแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส
4. สำหรับมิเตอร์ 3 เฟส ให้ใช้สายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส

ตารางที่ 3-9
พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดมิเตอร์
(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	พิกัดสูงสุดของเครื่อง ป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	โหลดสูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดสายเมนเล็กที่สุด เดินลอยในอากาศ (ตร.มม.)
5 (15)	16	10	4
15 (45)	50	30	10
30 (100)	100	75	25
50 (150)	125	100	50
200	200	150	70
	250	200	95
400	300	250	120
	400	300	185
	500	400	240

หมายเหตุตารางที่ 3-9

1. พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (ประเภทที่ปรับค่าพิกัดได้ ให้ใช้ค่าสูงสุดเป็นเกณฑ์) มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในตารางได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้
2. สำหรับวิธีการเดินสายแบบอื่น ให้พิจารณาขนาดสายเมนใหม่
3. ขนาดมิเตอร์ 15(45) A, 30(100) A, 50(100) A มีทั้งแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส
4. สำหรับมิเตอร์ 3 เฟส ให้ใช้สายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส

ตัวอย่างที่ 3-4 อาคารสำนักงานหลังหนึ่งอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ใช้ไฟระบบ 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย คำนวณโหลดของสายเมนโดยคิดค่าดีมานแฟกเตอร์แล้วได้กระแส เท่ากับ 63 A จงหาขนาดสายเมน และ พิกัดกระแสของเมนสวิตช์ พร้อมทั้งขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าที่เหมาะสมกับอาคารหลังนี้

วิธีทำ อาคารหลังนี้อยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ดังนั้นต้องพิจารณาตารางที่ 3-9 จากตารางพบว่าพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องไม่เกิน 100 A โดยที่ขนาดสายเมนเดินลอยในอากาศ ไม่เล็กกว่า 25 ตร.มม. และ เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าที่ใช้คือขนาด 30(100) A