

โหลดเครื่องปรับอากาศ

- ขนาดสายตัวนำ คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ จะจัดให้อยู่ในกลุ่มของมอเตอร์ที่ใช้งานต่อเนื่อง หรือไม่ต่อเนื่องได้ ตามตารางที่ 7.9
- พิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศแต่ละขนาด สามารถหาได้จาก ตารางที่ 7.10
- ขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้า ใช้ตารางที่ 7.5
- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน คิดที่ 80 % ของพิกัดกระแสสูงสุดของสายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งนั้น

ตารางที่ 7.10

ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 1 เฟส 230V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
1	12,000	1.50
1.5	18,000	1.70
2	24,000	2.60
3	36,000	4.20

ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 3 เฟส 400V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
4	48,000	6.12
5	60,000	7.83
6	72,000	9.74
7	84,000	12.18
8	96,000	12.97
9	108,000	14.02
10	120,000	16.45
12.5	150,000	18.82
15	180,000	22.90
20	240,000	35.54

ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 3 เฟส 400V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
25	300,000	50.35
30	360,000	55.75
35	420,000	57.92
40	480,000	70.43
50	600,000	92.93

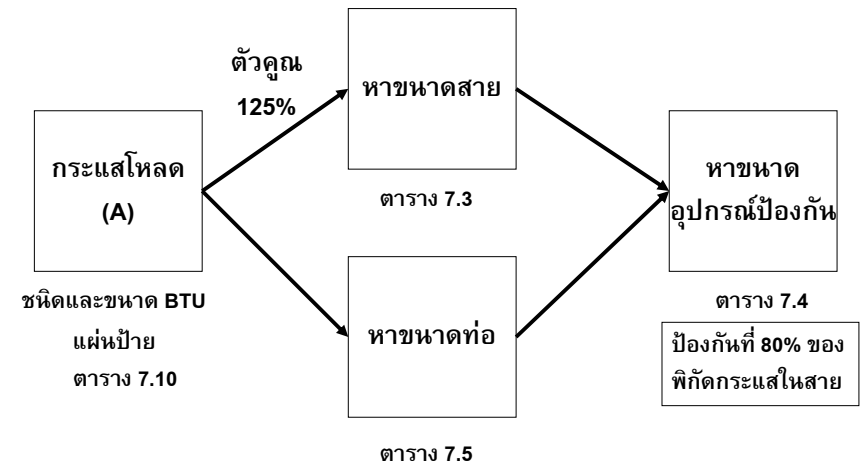
ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศ Package (Air Cooled) 3 เฟส, 400V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
7.5	90,000	10.40
9	108,000	14.48
11	132,000	17.44
13	156,000	22.18
16	192,000	25.34
18	216,000	26.39

ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศ Package (Water Cooled) 3 เฟส, 400V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
5	60,000	7.90
7.5	90,000	8.42
10	120,000	11.65
15	180,000	17.51
20	240,000	23.56
25	300,000	32.91
30	360,000	40.15
35	420,000	52.65
45	540,000	62.53
55	660,000	77.01

ขั้นตอนในการหาขนาดสาย , ขนาดท่อ และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน โหลดไฟฟ้ากำลัง (เครื่องปรับอากาศ)



ตัวอย่างที่ 7.6 จงหาขนาดสายไฟฟ้า THW วงจรย่อย ขนาดท่อร้อยสายโลหะ และขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB) ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 40 ton 480,000 BTU 400V 3P

วิธีทำ จากตารางที่ 7.10 จะได้

- พิกัดโหลดของเครื่องปรับอากาศ จากตารางที่ 7.10

$$= 70.43 \text{ KVA} = 70,430 \text{ VA.}$$

- พิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ

$$\frac{70430}{\sqrt{3} \times 400} = 101.65 \text{ A.}$$

- ขนาดของสายไฟฟ้าเท่ากับ 125% ของพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ

$$101.65 \times 1.25 = 127.07 \text{ A}$$

เลือกใช้สายขนาด 70 sqmm.(148A) THW เดินในท่อ EMT

- ขนาดท่อร้อยสาย ใช้สายระบบ 3 เฟส 4 สาย

จากตารางที่ 7.5 เลือกใช้ท่อขนาด 2" EMT

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกันเท่ากับ 80 % ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย

$$148 \times 0.8 = 118.4 \text{ A}$$

เลือกใช้ CB ขนาด = 125AT/225AF

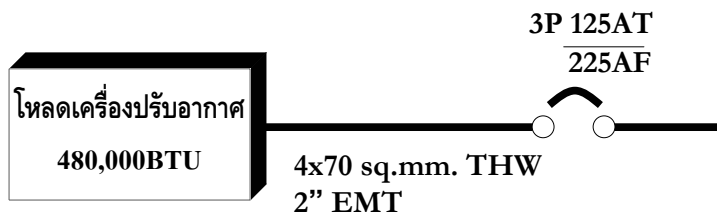
การหาขนาด BTU/H ของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับห้อง ๆ หนึ่ง สามารถหาได้โดยใช้ตารางที่ 7.11 ประกอบการคำนวณ

การประมาณการโหลดสำหรับเครื่องปรับอากาศ*

(1 ตัน (ton) = 12000 BTU/H)

ประเภทธุรกิจ	พื้นที่/ton	พื้นที่ห้อง m ² /ton
ร้านขายของชำ		15-20
ซูเปอร์มาเก็ต		15-20
บาร์ ในคีตต๊ับ	5	
โรงภาพยนตร์	10	
ร้านขายอาหาร	5	
ภัตตาคาร	6-8	
ร้านขายกาแฟ	6-8	
สำนักงานทั่วไป		20
ห้องทำงานส่วนตัว		20
อาคารสำนักงานชั้นบนสุดติดกับหลังคา		15
ร้านตัดผม		25
ร้านเสริมสวย		25
ธนาคาร		18

*ขนาดเครื่องปรับอากาศที่หาได้อาจเพิ่มอีก 20% สำหรับอาคารที่มีคนเข้าออกอยู่เป็นประจำ



ตัวอย่างที่ 7.7 สำนักงานทั่วไปกว้าง 20 เมตร ยาว 30 เมตร ต้องใช้
เครื่องปรับอากาศขนาดเท่าใด

วิธีทำ จากตารางที่ 7.11

สำนักงานทั่วไปต้องการเครื่องปรับอากาศ 20 m²/ton

ดังนั้น ต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด

$$\frac{20 \times 30}{20} = 30 \text{ ton}$$

$$= 12,000 \times 30$$

$$= 360,000 \text{ BTU/H}$$

$$\text{ขนาดเครื่องปรับอากาศ (BTU)} = \text{พื้นที่ห้อง (กว้าง x ยาว)} \times 650 - 800$$

โหลดเครื่องเชื่อม หาค่าต่าง ๆ ของเครื่องเชื่อมได้จากตารางที่ 7.15

ขนาดตัวนำวงจรย่อยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและการเลือกขนาดอุปกรณ์ป้องกันสำหรับเครื่องเชื่อมอาร์คกระแส
สลับ 220 v 1Ø 50 Hz

เครื่องเชื่อม ไฟฟ้า (kVA)	พิกัด กระแส (A)	รวม ทำงาน (%)	ขนาดกระแส		เครื่องปรับอากาศ วงจร (A)	เครื่องป้องกันกระแสเกิน ลิวต์ หรือคัตเอาท์ชนิด (A)		ขนาดตัวนำ 75°C (mm ²)	
			ตัวนำ (A)	วงจร (A)		สำหรับ เครื่องเชื่อม	สำหรับตัวนำ	ในอากาศ	ในท่อ
5	22.7		12.5	30	-	30	2.5	2.5	
6.2	28.2		15.5	60	-	40	4	4	
10	45.5		25	60	-	60	6	6	
15	68.2	30	37.5	100	-	90	10	10	
20	90.9		50	200	-	125	10	16	
24	109.1		60	200	-	125	10	16	
24.5	111.4		61	200	-	125	10	16	
5	22.7		14.3	30	-	30	2.5	2.5	
6.2	28.2		17.8	60	-	40	4	4	
10	45.5		28.7	60	-	60	6	6	
15	68.2	40	43	100	-	90	10	10	
20	90.9		57.3	200	-	125	10	16	
24	109.1		68.7	200	-	160	16	25	
24.5	111.4		70.2	200	-	160	16	25	
5	22.7		16.2	60	-	40	4	4	
6.2	28.2		20	60	-	40	4	4	
10	45.5		32.3	100	-	90	10	10	
15	68.2	50	48.4	200	-	125	10	16	
20	90.9		64.6	200	-	160	16	25	
24	109.1		77.5	200	-	160	16	25	
24.5	111.4		79.1	200	-	160	16	25	
5	22.7		17.7	60	-	40	4	4	
6.2	28.2		22	60	-	50	6	6	
10	45.5		35.5	100	-	90	10	10	
15	68.2	60	53.2	200	-	125	10	16	
20	90.9		70.9	200	-	160	16	25	
24	109.1		85.1	200	-	200	25	35	
24.5	111.4		86.9	200	-	200	25	35	
5	22.7		22.7	60	40	50	6	6	
6.2	28.2		28.2	60	50	60	6	6	
10	45.5	100	45.5	200	90	125	10	16	
15	68.2		68.2	200	125	160	16	25	
20	90.9		90.9	200	175	200	25	35	
24	109.1		109.1	400	200	250	35	50	
24.5	111.4		111.4	400	200	250	35	50	

7.6 การทำตารางโหลด (Load Schedule)

การจัดทำตารางโหลดโดยการพิจารณาต่อวงจรย่อยเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย
ซึ่งมีกฎเกณฑ์โดยทั่วไปๆ ไปดังนี้

1. ในแต่ละแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย จะต้องมียังจรสำรอง (Spare) เพื่อรองรับการ
เพิ่มโหลดในอนาคต

2. ในการคำนวณเพื่อทำตารางโหลดให้ทำดังนี้

- เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ คิดโหลดที่อัตรากำหนดหรือจากแผ่นป้าย(Rated Load)
- เฝ้ารับไฟฟ้าทั่วไป (Receptacle) คิดค่าพิกัด 180VA ต่อจุด
- วงจรสำรอง (Spare) คิดว่าจ่ายโหลดไฟเหมือนกับวงจรทั่วไป
- ถ้ามีวงจรย่อยมากเกินไปกว่า 42 วงจร ต้องใช้แผงควบคุมไฟฟ้าย่อย 2 ชุด

3. ในกรณีที่เป็นไฟฟ้า 3 เฟส พยายามจัดแบ่งโหลดให้เท่ากันทุกเฟส

PANEL BOARD LOAD SCHEDULE										PROJECT :																																				
PANEL NO. : LP1										LOCATION :																																				
CONNECTED TO : MDB										CAPACITY : 12 cct																																				
CCT NO.	DESCRIPTION	LOAD (VA)			CB		CABLE	TYPE.	COND.	CIRCUIT DIAGRAM																																				
		PHASE A	PHASE B	PHASE C	P	AT																																								
1	Lighting	800			1	10	2x1.5	THW	1/2"	<table border="1"> <tr><td>OA</td><td>OB</td><td>OC</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	OA	OB	OC																																	
OA	OB	OC																																												
3	Lighting		800		1	10	2x1.5	THW	1/2"																																					
5	Lighting			800	1	10	2x1.5	THW	1/2"																																					
7	Lighting	800			1	10	2x1.5	THW	1/2"																																					
9	Lighting		800		1	10	2x1.5	THW	1/2"																																					
11	Spare			500	1	10	2x1.5	THW	1/2"																																					
2	Receptacle	1100			1	15	2x2.5	THW	1/2"																																					
4	Receptacle		1100		1	15	2x2.5	THW	1/2"																																					
6	Receptacle			1100	1	15	2x2.5	THW	1/2"																																					
8	Spare	1500			1	15	2x2.5	THW	1/2"																																					
10	Spare		1500		1	15	2x2.5	THW	1/2"																																					
12	Spare			1500	1	15	2x2.5	THW	1/2"																																					
VA / PHASE TOTAL		4,200	4,200	3,900	MAIN CIRCUIT BREAKER : 25AT / 100AF BRANCH CIRCUIT BREAKER IC 25 KA AT 240 V MAIN CABLE : THW 4x6 sqmm. 3/4" EMT																																									

7.7 การหาขนาดสายป้อนและขนาด CB

ขั้นตอนในการคำนวณหาขนาดสายป้อนทำได้ดังนี้

- รวมโหลดในทุกวงจย่อย จะได้โหลดทั้งหมดของแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย
- นำค่าโหลดมาคำนวณหาขนาดสายป้อนและขนาดอุปกรณ์ป้องกัน
 - ขนาดสายป้อน = 125% x พิกัดกระแส
 - ขนาด CB = 80% x พิกัดกระแสสูงสุดของสาย

การคำนวณทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 : ใช้ค่าโหลดเพียง 1 เฟส โดยจะใช้ค่าโหลดที่สูงที่สุดของเฟส

สูตร $I = \frac{VA}{V}$ $I = \frac{VA}{220}$

วิธีที่ 2 : ใช้ค่าโหลด 3 เฟส โดยจะใช้ค่าโหลดรวมของผู้ควบคุมไฟฟ้าย่อย

สูตร $I = \frac{VA}{\sqrt{3} \times V}$ $I = \frac{VA}{\sqrt{3} \times 380}$

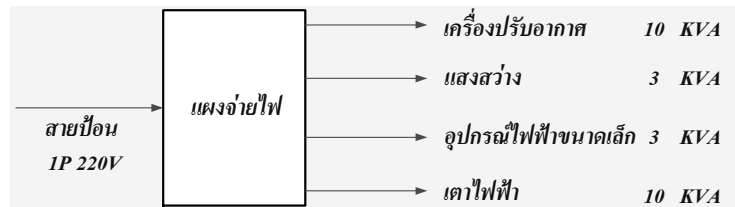
3. การลดขนาดสายป้อน สามารถใช้ตัวคูณความต้องการใช้ไฟฟ้า (Demand factor) ตามตารางที่ 7.16

ตารางแสดงค่าตัวคูณความต้องการใช้ไฟฟ้า (Demand factor) (ว.ส.ท.)

ชนิดของอาคาร	กำลังไฟฟ้าที่ใช้	ตัวคูณลดขนาด (%)
อาคารที่พักอาศัย	2,000 แรก	100
(ยกเว้นโรงแรม)	ที่เกิน 2,000	35
โรงพยาบาล *	50,000 แรก	40
	ที่เกิน 50,000	20
โรงแรมรวมถึงแฟลต	20,000	50
ที่ไม่มีการทำอาหาร	20,001 – 100,000	40
	ที่เกิน 100,000	30
อาคารประเภทอื่น	โหลดทั้งหมด	100

* ค่าตัวคูณตามตารางนี้ห้ามใช้สำหรับสายป้อนในสถานที่บางแห่งของโรงพยาบาล หรือ โรงแรม ซึ่งบางขณะไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องใช้พร้อมกัน เช่น ในห้องผ่าตัด ห้องอาหาร หรือห้องโถง

ตัวอย่างที่ 7.8 จงคำนวณหาขนาดสายป้อนของอพาทเมนต์ซึ่งมีโหลดต่าง ๆ จากการประมาณการตามลักษณะการใช้งานและพื้นที่ ดังแสดงในแผงจ่ายไฟ ต่อไปนี้



$$\begin{aligned} \text{โหลดที่ต้องการลด} &= \text{โหลดแสงสว่าง} + \text{โหลดอุปกรณ์ไฟฟ้า} \\ &= 3 \text{ KVA} + 3 \text{ KVA} \\ &= 6 \text{ KVA} \end{aligned}$$

จากตารางที่ 7.16 ค่าตัวคูณความต้องการใช้ไฟฟ้า (Demand factor)

$$2,000 \text{ VA แรก} \quad 100\% = 2,000 \text{ VA}$$

$$\text{เกิน } 2,000 \text{ VA} \quad 35\% = 4,000 \times 0.35 = 1,400 \text{ VA}$$

รวมโหลดหลังคิดตัวคูณลดเท่ากับ 3,400 VA

$$\text{ดังนั้นโหลดรวมของอพาทเมนต์} = 10,000 + 10,000 + 3,400$$

$$= 23,400 \text{ VA}$$

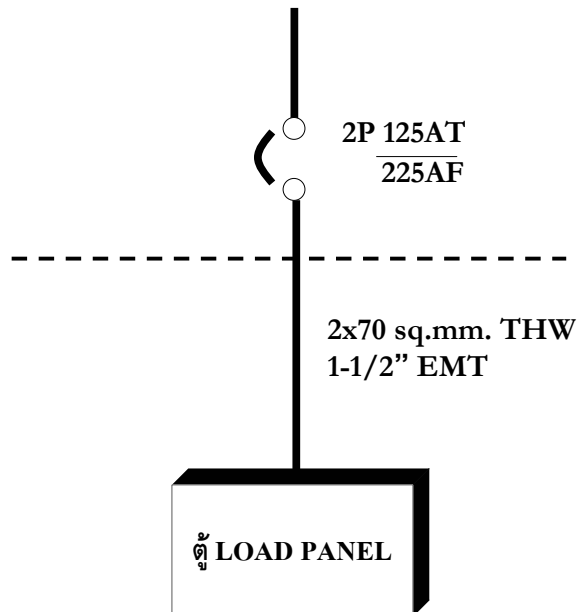
วิธีที่ 1 : ใช้ค่าโหลด 1 เฟส โดยจะใช้ค่าโหลดที่สูงที่สุดของเฟส

สูตร
$$I = \frac{VA}{V}$$

จากโหลดรวมของอพาทเมนต์เท่ากับ 23,400 VA

$$\therefore I = \frac{23,400}{220} = 106.36 \text{ A.}$$

- ขนาดสายป้อน = 125% x พิกัดกระแส
= 1.25 x 106.36 = 132.95 A
เลือกใช้ขนาดสาย THW 70 sqmm.(148 A)
- ขนาดท่อร้อยสาย สายขนาด 70 sq.mm. (148A) จำนวน 2 เส้น
ใช้ท่อขนาด 1-1/2 “ EMT
- ขนาด CB = 80% x พิกัดกระแสสูงสุดของสาย
= 0.8 x 148 = 118.4 A
เลือกใช้ CB ขนาด 125AT / 225AF , 2P



7.8 การหาขนาดอุปกรณ์ป้องกันในตู้ MDB หม้อแปลงไฟฟ้า และสายประธาน

การหาขนาดของ Main CB

สามารถทำได้เหมือนกับการหาขนาด CB ของตู้ควบคุมไฟฟ้าย่อย ดังนี้

- ขนาดสายประธาน = 125% x พิกัดกระแส
- ขนาด CB = 80% x พิกัดกระแสสูงสุดของสาย

วิธีการหาที่สามารถใช้ได้ทั้งวิธี 1 เฟส และ 3 เฟส

MAIN DISTRIBUTION BOARD SCHEDULE

PROJECT : M-PLAZA
LOCATION : FLOOR 1

LOAD PANEL	LOAD (VA)			CB			WIRE SIZE sq.mm	TYPE.	CONDUIT DIAMETER or WIRE WAY or CABLE TRAY
	PHASE A	PHASE B	PHASE C	AT (A)	AF (A)	IC (KA)			
LP1	4200	4200	3900	25	100	25	4x6	THW	3/4"EMT
LP2	6000	6200	6500	35	100	25	4x10	THW	1" EMT
LP3	4500	4000	4200	25	100	25	4x6	THW	3/4"EMT
LP4	8500	8500	8500	50	100	25	4x16	THW	1-1/4"EMT
LP5	5500	5500	5500	35	100	25	4x10	THW	1" EMT
LP6	6000	6200	6000	35	100	25	4x10	THW	1" EMT
LP7	4500	4200	4400	25	100	25	4x6	THW	3/4"EMT
LP8	6200	6000	6100	35	100	25	4x10	THW	1" EMT
LP9	4500	4500	4200	25	100	25	4x6	THW	3/4"EMT
SPARE	4500	4500	4500	25	100	25	4x6	THW	3/4"EMT
SPARE	4500	4500	4500	25	100	25	4x6	THW	3/4"EMT
TOTAL	58900	58300	58300						
		175500							

ตัวอย่างที่ 7.9 จงหาขนาดสายประธานและขนาด Main CB สมมติให้
มีโหลดสูงสุดที่เฟส A เท่ากับ 58,900 VA

วิธีทำ ใช้วิธีที่ 1

สูตร

$$I = \frac{VA}{V}$$

โหลดสูงสุดที่เฟส A เท่ากับ 58,900 VA

$$\therefore I = \frac{58,900}{220} = 267.72 \text{ A.}$$

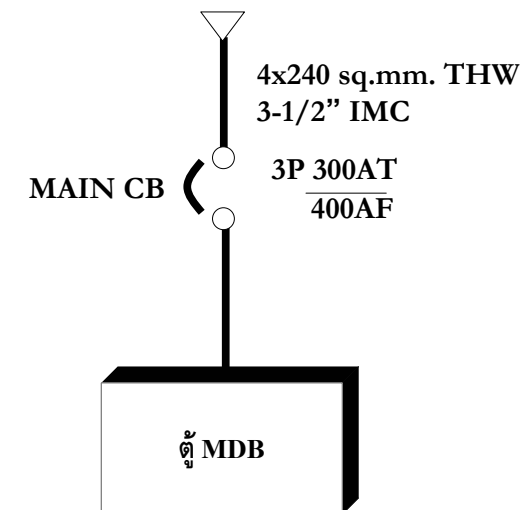
- ขนาดสายป้อน = 125% x พิกัดกระแส
= 1.25 x 267.72 = 334.65 A

เลือกใช้ขนาดสาย THW 4 x 240 sqmm.(344 A)

- ขนาด CB = 80% x พิกัดกระแสสูงสุดของสาย
= 0.8 x 344 = 275.2 A

เลือกใช้ CB ขนาด 300 AT / 400 AF , 3P

FROM TRANSFORMER



การกำหนดขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า

ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า สามารถกำหนดได้จากค่าพิกัดโหลดรวมของผู้ MDB โดยขนาดต้องให้เหมาะสมตามสภาพการใช้งานจริงของอาคาร

หากมีการกำหนดขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ แล้ว จะต้องกำหนดขนาดสายประธานตามกฎของการไฟฟ้าฯ ด้วย ซึ่งสามารถกำหนดได้ดังตารางที่ 7.17

ตารางขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าและขนาดสายประธาน ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ขนาดหม้อแปลง KVA	พิกัดกระแส สูงสุด A	สายทองแดงหุ้มฉนวน THW (เดินลอยในอากาศ)				สายอลูมิเนียมหุ้มฉนวน TWA (เดินลอยในอากาศ)			
		ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด
30	43.3	4x16				4x35			
50	72.2	4x35				4x50			
100	144.3	4x70	8x35			4x95	8x50		
160	230.9	4x120	8x50			4x185	8x70		
200	288.7	4x150	8x70			4x185	8x95		
250	360.8	4x185	8x95	12x50		4x240	8x120	12x70	
315	454.7	4x240	8x120	12x70		4x400	8x185	12x95	
400	577.3	4x400	8x150	12x95		4x500	8x185	12x120	
500	721.7	4x500	8x185	12x120			8x240	12x185	
630	909.3		8x240	12x150	16x120		8x400	12x185	16x185
800	1154.7		8x400	12x240	16x185		8x500	12x300	16x240
1000	1443.4		8x500	12x300	16x240			12x400	16x300

ตัวอย่างที่ 7.10 กำหนดให้โหลดของผู้ MDB เท่ากับ 175,500VA จงหาขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าและสายประธานตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

TOTAL	58900	58300	58300						
		175500							

วิธีทำ โหลดรวมของผู้ MDB มีค่าเท่ากับ 175,500VA หรือ 175KVA

จากตารางที่ 7.17

- เลือกใช้หม้อแปลงขนาด 200 KVA (เผื่ออนาคต)
- ใช้สายประธานขนาด 4 x 150 sqmm. THW เดินลอยในอากาศ

การกำหนดขนาดมิเตอร์ไฟฟ้า

ขนาดของมิเตอร์และสายประธานสามารถ เลือกใช้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ ดังตารางที่ 7.18

ตารางขนาดของมิเตอร์และสายประธาน

ขนาดมิเตอร์	ขนาดโหลด	ขนาดสายที่ต่อเข้ามิเตอร์		ขนาดสายที่ต่อออกมิเตอร์	
		สายอลูมิเนียม	สายทองแดง	สายอลูมิเนียม	สายทองแดง
1P,2W,220V	(A)	สายอลูมิเนียม	สายทองแดง	สายอลูมิเนียม	สายทองแดง
3 (9)	5	16	6	10	4
5 (15)	5-10	16	6	10	4
10 (30) , 15 (45)	10-20	16	10	16	10
15 (45) , 20 (40)	20-30	25	10	25	10
30 (60) , 30 (100)	30-50	35	35	35	35
30 (100) , 50(100)	50-100	50	50	50	35

ขนาดมิเตอร์	ขนาดโพล	ขนาดสายที่ต่อเข้ามิเตอร์		ขนาดสายที่ต่อออกมิเตอร์	
		สายอลูมิเนียม	สายทองแดง	สายอลูมิเนียม	สายทองแดง
3P,4W,380V	(A)				
10 (30) , 15 (45)	10-20	16	10	16	10
15 (45) , 20 (40)	20-30	25	10	25	10
30 (60) , 30 (100)	30-50	35	35	35	35
30 (100) , 50(100)	50-100	50	50	50	35