บทที่ 7

การออกแบบระบบไฟฟ้า และการคำนวณโหลดระบบไฟฟ้า

7.1 วิธีการออกแบบระบบไฟฟ้า

1. ศึกษาแบบทางสถาปัตยกรรม เพื่อให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ของอาคาร การใช้งานของห้องที่สถาปนิกได้ทำการออกแบบไว้

2. ประมาณการใช้โหลด โดยใช้ข้อมูลจากสถาปนิก และความต้องการของเจ้าของอาคาร

3. กำหนดตำแหน่งและแนวทางของสายประธานจากการไฟฟ้า ฯ ที่จ่ายให้แก่อาคาร ขนาดแรงดันไฟฟ้าของระบบ และตำแหน่งของมิเตอร์วัดไฟฟ้า

4. ศึกษาชนิดและการใช้งานของพื้นที่ในอาคาร อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการใช้และขนาดการกินกระแสของอุปกรณ์แต่ละชนิด

5. ศึกษาความต้องการของโหลดไฟฟ้าระบบอื่นๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ ระบบลิฟท์ และระบบประปา เป็นต้น

6. ศึกษาและกำหนดตำแหน่งติดตั้ง ขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น ห้องติดตั้งหม้อแปลง ตู้ MDB ,ตู้ SDB หรือ Load Panel เป็นต้น

7. คำนวณและออกแบบความต้องการของแสงสว่างของแต่ละห้อง ตามชนิดของการใช้งาน พร้อมทั้งกำหนดชนิดของดวงโคม

8. กำหนดตำแหน่งของดวงโคมและเต้ารับในแบบและหากมีระบบไฟฟ้าสื่อสาร เช่น ระบบโทรศัพท์ ,ระบบโทรทัศน์ ,ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ ควรจะเขียนแบบแยกแผ่นกัน ทั้งนี้เพื่อความง่ายในการอ่านแบบ

9. แยกวงจรย่อยโดยโยงสายลงในแบบเพื่อควบคุมดวงโคม หรือเชื่อมต่อวงจรของเต้ารับไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในวงจรเดียวกันเข้าด้วยกัน พร้อมทั้งกำหนดหมายเลขของ วงจรในแผงจ่ายไฟ

10. คำนวณโหลดแต่ละแผงควบคุมไฟฟ้าย่อยพร้อมทั้งชนิด ขนาดของสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย และเซอร์กิตเบรคเกอร์ (CB) ลงในตารางโหลด

11. นำโหลดในแต่ละแผงควบคุมไฟฟ้า รวมกันในแต่ละเฟสของระบบแล้วคำนวณหาสายป้อน และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกันตู้ควบคุมไฟฟ้าย่อย

12. รวมโหลดทั้งหมดของแผงควบคุมไฟฟ้าย่อยทั้งอาคาร เพื่อคำนวณหาพิกัดของอุปกรณ์ป้องกัน รวมถึงการกำหนดขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า และสายประธาน

13. เขียน Riser Diagram และ Single Line Diagram

14. คำนวณและออกแบบระบบอื่น ๆ เช่นระบบล่อฟ้า ระบบสื่อสารในอาคาร ระบบป้องกันภัย และอื่นๆ

15. ตรวจสอบและแก้ไขแบบให้ถูกต้องสมบูรณ์

16. เขียนข้อกำหนดและรายละเอียดประกอบแบบลงในแบบ

17. ทำการประมาณราคา เพื่อผู้ว่าจ้างจะได้ใช้เป็นราคากลางในการคัดเลือกผู้รับเหมาทำการก่อสร้างติดตั้งต่อไป

7.2 มาตรฐาน กฎและระเบียบ ในการออกแบบระบบไฟฟ้า

7.2.1 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของการพลังงานแห่งชาติ

เป็นมาตรฐานความปลอดภัยหลักสำหรับงานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งการไฟฟ้าทั้งสามแห่ง ได้ยึดถือมาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดกฎและข้อบังคับของการไฟฟ้าฯ แต่ละแห่ง (ปัจจุบัน ใช้มาตรฐานการติดตั้งร่วมกัน)

7.2.2 กฎการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ใช้ในการกำหนดมาตรฐานในการออกแบบไฟฟ้า การเดินสายและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า การออกแบบระบบป้องกันเกี่ยวกับการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า เขตการรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

7.2.3 กฎกระทรวงมหาดไทย

กระทรวงมหาดไทยมีหน้าที่รับผิดชอบ เกี่ยวกับความปลอดภัยในการก่อสร้างอาคาร จึงได้ออกกฎกระทรวง เพื่อให้ผู้ติดตั้งและผู้ใช้ไฟฟ้าปฏิบัติตาม

7.2.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.)

สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่มีส่วนสำคัญเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า เช่น สายไฟฟ้า บัลลาสต์ ฟิวส์ อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้า วิธีการทดสอบ การกำหนดคุณภาพ และมาตรฐานต่ำสุด ความปลอดภัย ขนาดและชนิดของผลิตภัณฑ์ โดยจะมีการตรวจสอบ และประทับตรารับรองมาตรฐานแก่ผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานตามที่กำหนด

7.2.5 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.)

มาตรฐานฉบับนี้กำหนดหลักการทั่วไปในการออกแบบไฟฟ้า วัสดุ และวิธีการเดินสาย ตลอดจนการใช้งานและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

7.2.6 มาตรฐานอื่น ๆ

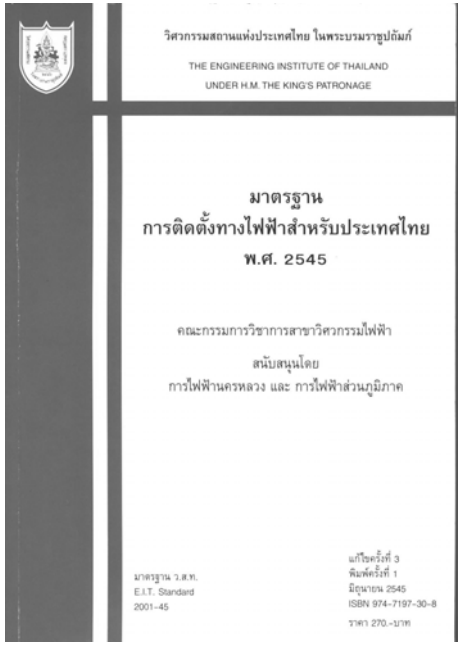
- Natinal Electrical Code (NEC) เป็นมาตรฐานของ USA และเป็นมาตรฐานหลักในการร่างมาตรฐานของ ว.ส.ท.

- **National Electrical Manufacturer Association Standard (NEMA) เป็นมาตรฐานของ USA ซึ่งกำหนดและแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า ตามประเภทของการใช้งาน**

- **Underwriter's Laboratories(UL) กำหนดและทำการทดสอบมาตรฐานต่ำสุด ของความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า ที่จะนำไปใช้งาน**

- **IES Lighting Handbook Illuminating Engineering Society (IES) เป็นมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมส่องสว่าง ที่ต้องใช้ในการออกแบบทางด้านการส่องสว่าง การกำหนดตำแหน่ง และ ชนิดของดวงโคม**

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย 2545



7.3 หลักเกณฑ์ในการออกแบบระบบไฟฟ้า

- **ความปลอดภัย (Safety)**
- **ความเชื่อมั่นของระบบ (Reliability)**
- **ความง่ายในการดัดแปลง (Flexibility)**
- **ความประหยัด (Economy)**
- **แรงดันตก (Voltage Drop)**

7.4 การประมาณโหลด (Load Estimating)

โหลดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

⇨ โหลดแสงสว่าง (Lighting Load)

⇨ โหลดไฟฟ้ากำลัง (Power Load)

- เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป
- เครื่องปรับอากาศ , เครื่องทำความเย็น
- ระบบลิฟต์ , บันไดเลื่อน
- ระบบสุขาภิบาล
- ระบบโทรศัพท์
- ระบบโทรทัศน์
- ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ระบบเครื่องดูดควัน เป็นต้น

โหลดไฟฟ้ายังสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

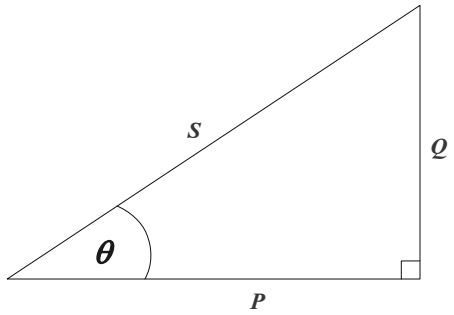
- โหลดต่อเนื่อง อันได้แก่ โหลดทางไฟฟ้าที่จะต้องใช้งานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา เช่น โหลดแสงสว่าง โหลดบันไดเลื่อน เป็นต้น

- โหลดไม่ต่อเนื่อง ได้แก่โหลดที่มีลักษณะการทำงานเป็นครั้งคราว เป็นคาบเวลา เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศ (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าหากมีการใช้งานอยู่ตลอดเวลาก็ถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่องได้เช่นเดียวกัน)

ในการแยกชนิดของโหลดจะส่งผลในการคำนวณออกแบบและการกำหนดขนาดสายวงจรย่อย,สายป้อนและอุปกรณ์ป้องกัน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

7.5 การคำนวณขนาดของโหลด

การคำนวณค่าโหลดที่นิยมใช้โดยทั่วไปในปัจจุบันจะคิดค่าในหน่วย VA (โวลท์-แอมป์) ซึ่งเป็นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ หรือเป็นค่าที่เครื่องวัดทางไฟฟ้าสามารถวัดได้จริง และเมื่อรวมค่าทั้งหมดของโหลดแล้วสามารถเลือกใช้ขนาดของหม้อแปลงได้ทั้งนี้ และการกำหนดอุปกรณ์ป้องกันก็สามารถคำนวณได้ง่ายและชัดเจน



รูปที่ 7.1 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าทั้ง 3 ชนิด

กำลังไฟฟ้าจริง (true power) ⇨ $P = VI\cos\theta$ W.

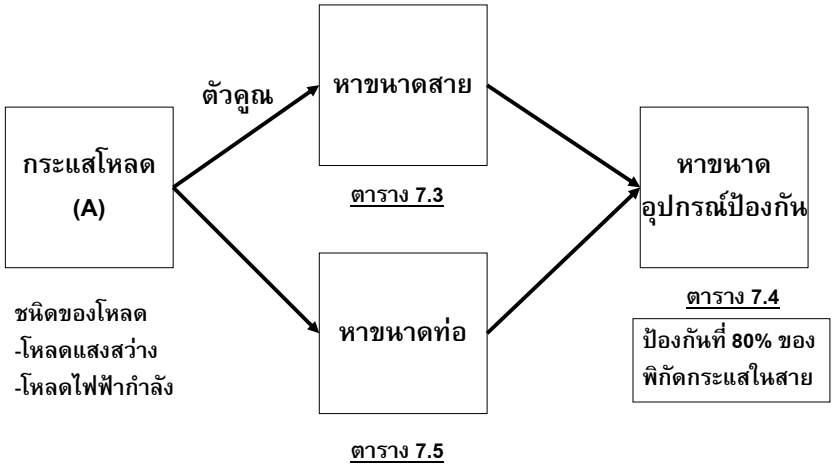
กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ (reactive power) ⇨ $Q = VI\sin\theta$ VAR.

กำลังไฟฟ้าปรากฏ (apparent power) ⇨ $S = VI$ VA.

ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ⇨ $\therefore I = \frac{P}{\cos\theta}$

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ⇨ $\therefore I = \frac{P}{\sqrt{3}.\cos\theta}$

ขั้นตอนในการหาขนาดสาย , ขนาดท่อ และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน



7.5.1 โหลดแสงสว่าง

- ขนาดกำลังไฟฟ้า (VA) ของหลอด หากทราบค่า P.F ให้คำนวณโดยใช้สูตร หากไม่ทราบค่า P.F ให้ใช้ตารางที่ 7.2

- ขนาดของสาย ต้องทนกระแสได้มากกว่า 125% ของพิกัดกระแสทั้งหมดของวงจรย่อย ตามตารางที่ 7.3

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน(CB) จะป้องกันที่ 80% ของขนาดพิกัดสูงสุดกระแสของสายไฟฟ้า ตารางที่ 7.4

- ขนาดของท่อร้อยสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าที่เดินร้อยในท่อร้อยสายมีพื้นที่หน้าตัดรวมไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ ใช้ตารางที่ 7.5

ตาราง 7.1 พิกัดกระแสของหลอดไส้

ชนิดของหลอด	กระแส (A)	กำลัง (VA)
40W	0.182	40
60W	0.273	60
75W	0.341	75
100W	0.455	100
150W	0.682	150

ตาราง 7.2 พิกัดกระแสของหลอดดิสชาร์จ

ชนิดของหลอด	กำลังวัตต์	POWER CONSUMPTION			
		LOW POWER FACTOR		HIGH POWER FACTOR	
		กระแส (A)	กำลัง (VA)	กระแส (A)	กำลัง (VA)
ฟลูออเรสเซนต์	20 (18)	0.370	81.40 (100)	0.160	35.20 (50)
	40 (36)	0.430	94.60 (100)	0.270	59.40 (60)
	32	0.410	90.20 (100)	0.240	52.80 (60)
คอมแพค ฟลูออเรสเซนต์	9	0.190	41.80 (50)	0.100	22.00 (30)
SL	13	0.175	38.50 (50)	0.100	22.00 (30)
	18	0.220	48.40 (50)	0.140	30.80 (40)
	25	0.315	69.30 (50)	0.180	39.60 (50)
คอมแพค ฟลูออเรสเซนต์	5	0.180	39.60 (50)	0.070	15.40 (20)
PL (TC-S)	7	0.175	38.50 (50)	0.070	15.40 (20)
	9	0.170	37.40 (50)	0.070	15.40 (20)
	11	0.155	34.10 (50)	0.080	17.60 (20)

ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย 2545
อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กสุดของวงจรแสงสว่างคือ
สายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร (sq.mm.)

- ขนาดของสายทนกระแสได้มากกว่า 125% ของพิกัดกระแสทั้งหมดของวงจรย่อย และเลือกสายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายไฟฟ้า

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB) ป้องกันที่ 80% ของขนาดพิกัดสูงสุดของพิกัดกระแสของสายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายชนิดนั้น

- ขนาดของท่อร้อยสายไฟฟ้า ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ กำหนดให้สายไฟฟ้าที่เดินร้อยในท่อร้อยสายมีพื้นที่หน้าตัดรวมไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ

ตาราง 7.3 พิกัดกระแสของสายไฟฟ้า

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ตาม มอก. 11-2531 อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส ขนาดแรงดัน 300 หรือ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค) และ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการ เดินสาย ง และ จ)

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
	วิธีการเดินสาย (หมายเหตุ 2)						
	≥ D, ≥ 0.5D		หรือ		หรือ	หรือ	
	ก	ข	ค		ง		จ
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	287	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

หมายเหตุ

1) D = เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

2) ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้งเป็นไปดังนี้

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง
ก	≥ D, ≥ 0.5D	• สายแกนเดียวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ
ข		• สายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง
ค	หรือ	• สายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อในอากาศในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน
ง	หรือ	• สายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อฝังดิน
จ	หรือ	• สายแกนเดียวหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน ฝังดินโดยตรง

หมายเหตุ (ต่อ)

3) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย n-ค) หรือ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ) ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณดังนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ตัวคูณ	
	วิธีเดินสาย n-ค (หมายเหตุ 1)	วิธีเดินสาย ง และ จ (หมายเหตุ 1)
21-25	-	1.06
26-30	-	1
31-35	1.08	0.94
36-40	1	0.87
41-45	0.91	0.79
46-50	0.82	0.71
51-55	0.71	-
56-60	0.58	-

4) ในที่ซึ่งมีการเดินสายผสมระหว่างการเดินสายในอากาศหรือเกาะผนัง (วิธีการเดินสาย ก หรือ ข) และการเดินสายในท่อ (วิธีการเดินสาย ค) หากความยาวสายที่เดินในท่อไม่เกินครึ่งหนึ่งของความยาวสายทั้งหมด และสายที่เดินในท่อยาวไม่เกิน 6 เมตร อนุญาตให้ใช้ค่าขนาดกระแสตามวิธีการเดินสายในอากาศหรือเกาะผนังได้

ตาราง 7.4 ขนาดมาตรฐานของ Circuit Breaker

พิกัดกระแสตัดวงจรของตัดตอนอัตโนมัติเปลือกหุ้มฉนวน(molded case circuit breaker) ที่พิกัดฉนวน 600 V เป็นกิโลแอมป์(kA) SYM. r.m.s.

พิกัดกระแสโครง (ampere frame) (AF)	พิกัดกระแสตัด (ampere trip) (AT)	อัตราพิกัดกระแสตัดลัดวงจรที่แรงดันพิกัด		
		240 V	380/415 V	480 V
50	5,6,10,15,20,25, 30,35,40,50	2.5-10 (85)	2.5-7.5 (30)	2.5-5 (22)
100	15,20,25,30,35, 40,50,60,70,80, 90,100,	7.5-35 (85)	5-30 (45)	5-25 (42)
225	125,150,175,200, 225	15-42 (85)	10-30 (50)	10-25 (42)
400	125,150,175,200, 225,250,300,350, 400	30-50 (85)	17-36 (50)	15-30 (42)
600	450,500,600	30-50 (85)	22-45 (60)	20-30 (42)
800	600,700,800	50-85 (130)	30-60 (100)	30-42 (85)
1000	800,900,1000	60-85 (130)	30-65 (100)	30-50 (85)
1200	800,1000,1200	70-85 (130)	35-65 (100)	35-50 (85)
1600	1000,1200,1600	70-130	40-100	34-85
2000	1200,1600,2000	70-130	40-100	34-85

ในวงเล็บ ( ) เป็นตัดตอนอัตโนมัติชนิดพิกัดกระแสตัดลัดวงจรสูง

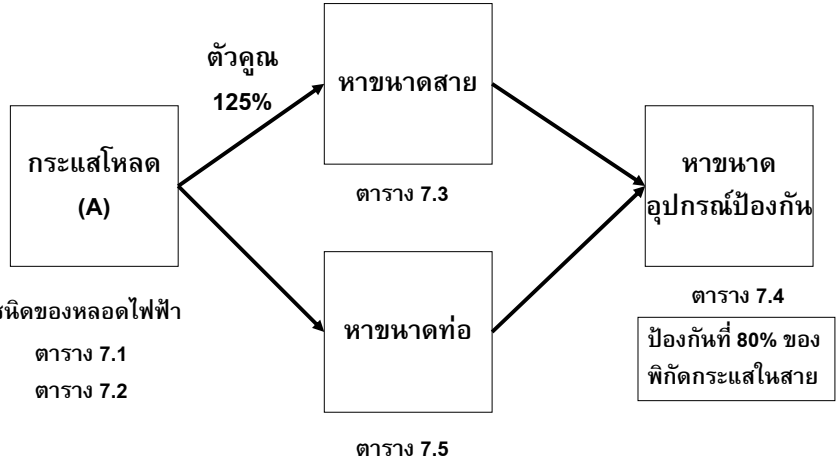
จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 (THW) ในท่อร้อยสาย

ขนาดสายไฟ (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 ในท่อร้อยสาย											
1	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6	11	17	28	44	-	-	-	-	-	-	-
2.5	4	8	13	22	34	-	-	-	-	-	-	-
4	3	5	9	15	23	36	-	-	-	-	-	-
6	2	4	7	12	19	29	-	-	-	-	-	-
10	1	3	4	7	12	19	32	-	-	-	-	-
16	1	1	3	5	9	14	23	36	-	-	-	-
25	1	1	1	3	5	9	15	23	29	-	-	-
35	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-
50	-	-	1	1	3	5	9	14	17	21	34	-
70	-	-	1	1	2	4	7	10	13	16	26	37
95	-	-	1	1	1	3	5	7	10	12	19	27
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10	16	23
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8	13	19
185	-	-	-	-	1	1	2	4	5	6	10	15
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	6
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย mm	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150
(นิ้ว)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6

หมายเหตุ

- ตารางที่ 4.4 และ 4.5 ใช้ตามภาคผนวกของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

ขั้นตอนในการหาขนาดสาย , ขนาดท่อ และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกันโหลดแสงสว่าง



<u>ตัวอย่างที่ 7.1</u> วงจรย่อยวงจรหนึ่งมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36W LOW POWER FACTOR จำนวน 10 หลอด จงหาขนาดสายวงจรย่อย และขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB)

<u>วิธีทำ</u> **จากตารางที่ 7.2**

หลอดฟลูออเสเซนต์ ขนาด 36 W 1 หลอด

พิกัดโหลด = 100 VA

หลอดฟลูออเสเซนต์ ขนาด 36W 10 หลอด

พิกัดโหลด 10x100 VA = 1000 VA.

พิกัดกระแส = 4.545 A.

- ขนาดของสาย 4.545x1.25 = 5.68 A.

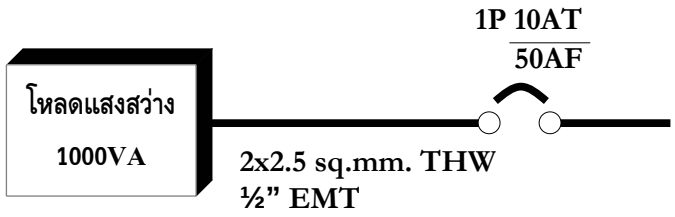
เลือกใช้สายชนิด THW เดินในท่อร้อยสายโลหะ ได้ขนาด 2.5 sqmm. (18A)

- ขนาดของท่อร้อยสาย

สายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้น จากตารางที่ 7.5 เลือกใช้ท่อขนาด 1/2"

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 18x0.8 = 14.4 A

เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันขนาด 10AT / 50AF (สูงกว่าพิกัดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน



<u>ตัวอย่าง</u> วงจรย่อยวงจรหนึ่งมีโคมไฟฟ้า หลอดเมทัลฮาไลด์ ขนาด 400W LOW POWER FACTOR จำนวน 6 หลอด จงหาขนาดสายวงจรย่อย (สาย THW เดินในท่อ EMT) และขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB)

วิธีทำ

หลอดเมทัลฮาไลด์ ขนาด 400W LOW POWER FACTOR 1 หลอด

พิกัดโหลด (จากตารางโหลดของหลอดไฟฟ้า)= 800 VA.

หลอดเมทัลฮาไลด์ ขนาด 400W LOW POWER FACTOR 6 หลอด

พิกัดโหลด 6x800 VA = 4800 VA.

พิกัดกระแส = 21.82 A.

- ขนาดของสาย 21.82x1.25 = 27.275 A.

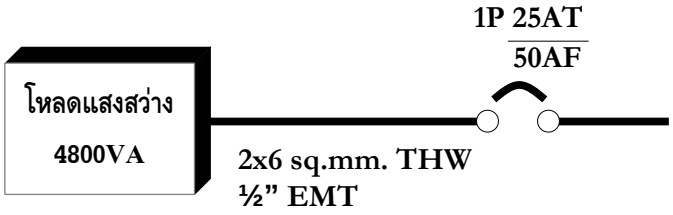
เลือกใช้สายชนิด THW เดินในท่อร้อยสายโลหะ ได้ขนาด 6 sqmm. (31A)

- ขนาดของท่อร้อยสาย

สายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้น จากตารางที่ 7.5 เลือกใช้ท่อขนาด 1/2”

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 31x0.8 = 24.8 A

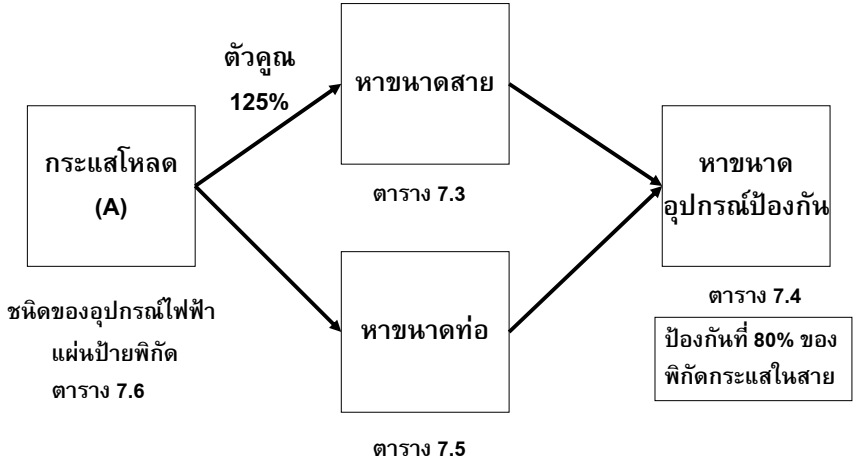
เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันขนาด 25AT / 50AF (สูงกว่าพิกัดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน



7.5.2 โหลดไฟฟ้ากำลัง

โหลดจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า(Outlet) : จะคิดตามค่าพิกัดกระแสที่ใช้งานจริงจากป้ายพิกัดของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ ใช้ตารางที่ 7.6

ขั้นตอนในการหาขนาดสาย , ขนาดท่อ และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน โหลดไฟฟ้ากำลัง (อุปกรณ์ไฟฟ้า)



ตารางที่ 7.6 ตารางค่าพิกัดโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ห้องครัว	ขนาด (W)	ควรจะเลือก (VA)
เตาต้มน้ำ	6000	6000
ตู้อบ	4000	5000
เครื่องจ้างจาน	1200	2000
กระทะ	1500	2000
เครื่องชงกาแฟ	1000	2000
ตู้เย็น	400	2000
ตู้แช่แข็ง	600	2000
ห้องซักผ้า	**ขนาด (W)**	**ควรจะเลือก (VA)**
เครื่องซักผ้า	1500	2000
เครื่องอบแห้ง	5000	6000
เครื่องทำน้ำอุ่น	5000	6000
อื่น ๆ	**ขนาด (W)**	**ควรจะเลือก (VA)**
ทีวี	400	1000
แสงสว่าง	1500	2000
ปั๊มน้ำ	600	2000
เครื่องทำความร้อน	8000	10000
พัดลมระบายอากาศ	400	2000

ตัวอย่างที่ 7.2 วงจรควบคุมเครื่องซักผ้า 220V. 1 เครื่อง จงหาขนาดของสายไฟฟ้า ขนาดร้อยท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ป้องกันวงจร(CB)

วิธีทำ จากตารางที่ 7.6

พิกัดของเครื่องซักผ้า 2000 VA

กระแสของเครื่องซักผ้า

- ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของพิกัดกระแสโหลด

  9.1 x 1.25 = 11.375 A

  เลือกสายขนาด 2.5 sqmm.(18A) THWเดินในท่อโลหะ

- ขนาดท่อร้อยสาย

  จากตารางที่ 7.5 เลือกใช้ท่อขนาด 1/2”

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย

  18 x 0.8 = 14.4 A

  เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกัน ขนาด 15 AT 50 AF

ตัวอย่าง วงจรควบคุมหม้อต้มน้ำไฟฟ้า ขนาด 3500 W. 220V. 1 เครื่อง จงหาขนาดของสายไฟฟ้า THW และขนาดร้อยท่อสาย EMT และอุปกรณ์ป้องกันวงจร

พิกัดของหม้อต้มน้ำไฟฟ้า (จากโจทย์์) 3500VA

กระแสของเครื่องซักผ้า

- ขนาดของสายไฟฟ้า 125%ของพิกัดกระแสโหลด

  15.9x1.25 = 19.875A.

  เลือกใช้สาย THW ขนาด 4 sqmm.(24A)

- ขนาดท่อร้อยสาย

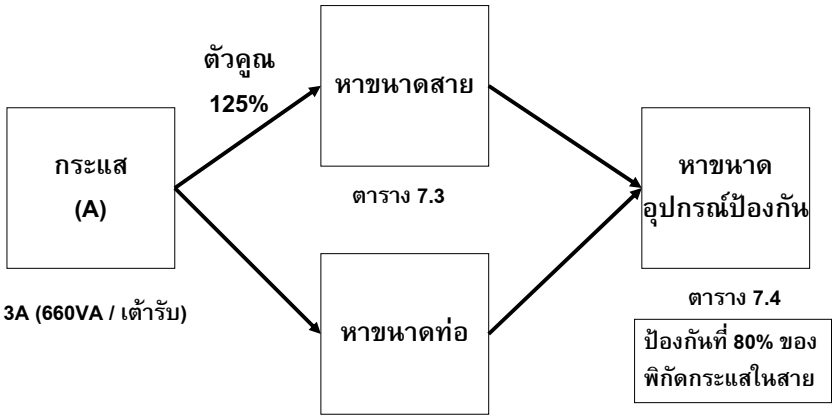
จากตารางที่ 7.5 เลือกใช้ท่อขนาด 1/2”

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80%ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย

24x0.8 = 19.2A

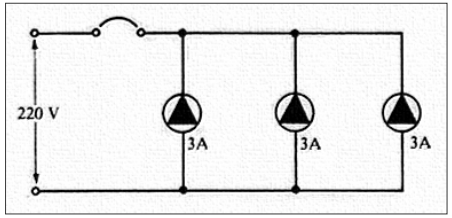
เลือกใช้ CB ขนาด = 20AT / 50AF

ขั้นตอนในการหาขนาดสาย , ขนาดท่อ และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน โหลดไฟฟ้ากำลัง (เต้ารับไฟฟ้ากำลัง , Power Outlet)



<u>โหลดจุดต่อเต้ารับไฟฟ้าแบบใช้งานหนัก (Power Outlet)</u> : ให้คิดตามจำนวนจุดของเต้ารับไฟฟ้าแบบใช้งานหนัก โดยคิดค่ากำลังไฟฟ้าจุดละ 3A (660 จุด / เต้ารับ)

<u>ตัวอย่างที่ 7.3</u>



โหลดรวมของวงจรย่อย 3+3+3 = 9 A

กำลังไฟฟ้า 9 x 220 = 1980 VA

- ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของพิกัดกระแสโหลด

  9 x 1.25 = 11.25 A

  เลือกสายขนาด ขนาด 2.5 sqmm.(18A) THW เดินในท่อโลหะ

- ขนาดท่อร้อยสาย

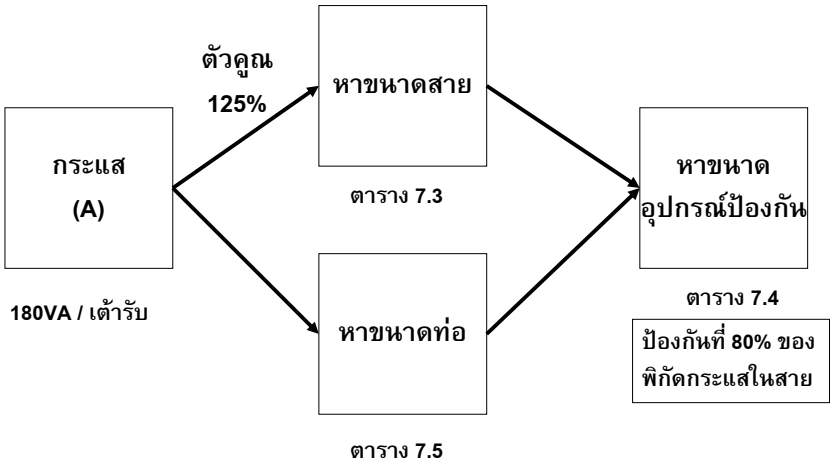
  จากตารางที่ 7.5 เลือกใช้ท่อขนาด 1/2”

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย

  18 x 0.8 = 14.4 A

  เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกัน ขนาด 15 AT 50 AF

ขั้นตอนในการหาขนาดสาย , ขนาดท่อ และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน โหลดไฟฟ้ากำลัง (เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป , RECEPTACLE)

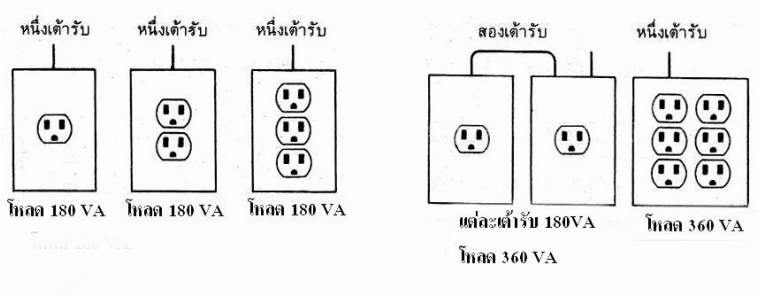


<u>โหลดจุดต่อเต้ารับไฟฟ้าทั่วไป (Receptacle)</u>

การพิจารณาในการวางตำแหน่งของเต้ารับไฟฟ้า ควรจะต้องพิจารณาดังนี้

- อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสะดวกในการใช้งาน
- มีเต้ารับทุกห้อง ยกเว้นห้องน้ำ
- เต้ารับควรจะมีทุก ๆ ระยะ 12 ฟุต (3.60เมตร)
- ในห้องครัวควรมีเต้ารับอย่างน้อย 3 จุด และควรแยกวงจรย่อยออกมาจากวงจร เต้ารับห้องอื่น ๆ

- การคิดโหลดของเต้ารับไฟฟ้าทั่วไป ให้คิดจุดละ 180VA / เต้ารับ



รูปที่ 7.2 แสดงจุดต่อเต้ารับไฟฟ้าจุดละ 1 A

<u>ตัวอย่าง</u> **วงจรย่อยมีเต้ารับไฟฟ้าทั่วไป (RECEPTACLE) 15 จุด จงหาขนาดของสายไฟฟ้า VAF เดินลอยเกาะบนผนังด้วยเข็มขัดรัดสาย และอุปกรณ์ป้องกันวงจร**

พิกัดโหลดของเต้ารับรวม **15x180VA. = 2700VA.**

กระแสของเต้ารับไฟฟ้า $\frac{2700}{220} = 12.27 A.$

- ขนาดของสายไฟฟ้า 125%ของพิกัดกระแสโหลด

12.27x1.25 = 15.3375A

เลือกใช้สาย VAF ขนาด 2.5 sqmm.(20A)

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80%ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย

20x0.8 = 16A

เลือกใช้ CB ขนาด = 15AT