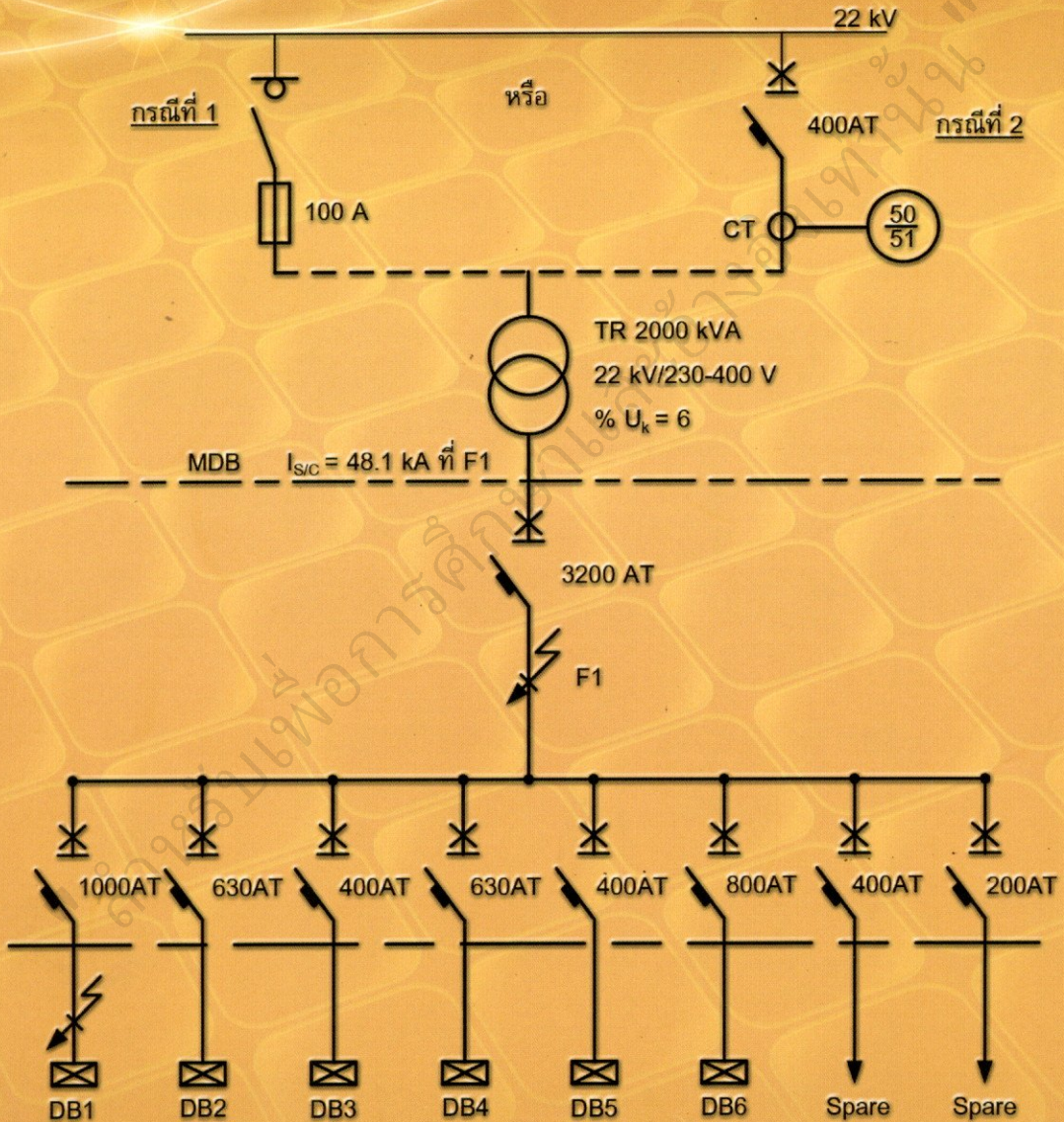


# การออกแบบระบบไฟฟ้า

## ELECTRICAL SYSTEM DESIGN

ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 4 ตามมาตรฐาน วสท. 2556



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ห้องสมุดเทเวศร์



401016225

ประสิทธิ์ พิทยพันธ์

# คำนำ

## ครั้งที่ 7

หนังสือการออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design) ฉบับตั้งแต่พิมพ์ครั้งที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ได้รับการตอบรับอย่างดีในหมู่ช่าง และวิศวกรไฟฟ้า และได้รับการใช้เป็นตำราเรียนในมหาวิทยาลัยหลายแห่ง

ขณะนี้ทางกระทรวงอุตสาหกรรมได้ออกมาตรฐานใหม่สำหรับสายไฟฟ้า มอก. 11-2553 และวิศวกรรมสถานได้ปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าใหม่เป็นฉบับ พศ. 2556

ข้าพเจ้าจึงได้ปรับปรุงหนังสือการออกแบบระบบไฟฟ้าใหม่ทั้งเล่ม เพื่อให้ตรงกับมาตรฐานใหม่และปรับปรุงเนื้อหาของหลายบทเพื่อให้ถูกต้อง ตามมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

วิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า จำเป็นมากสำหรับวิศวกรไฟฟ้ากำลัง เนื่องจากต้องใช้อยู่ตลอดเวลาการทำงาน ข้าพเจ้าจึงได้ใช้ประสบการณ์ที่ออกแบบระบบไฟฟ้ามากกว่า 40 ปี และสอนวิชานี้มาเป็นเวลานาน เขียนหนังสือเล่มนี้ให้มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อให้ผู้อ่านได้ประโยชน์สูงสุด

สุดท้ายผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะคงให้ประโยชน์กับผู้อ่านได้



( ผศ.ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ )

# สารบัญ

## บทที่ 1 หลักการเบื้องต้น

1.1	บทนำ	1
1.2	งานของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า	1
1.3	แบบระบบไฟฟ้าที่ดี	2
1.4	มาตรฐาน	3
1.5	สัญลักษณ์	7
1.6	Single Line Diagram และ Riser Diagram	8
1.7	มาตรฐานแรงดันต่ำ	10

## บทที่ 2 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

2.1	บทนำ	11
2.2	ระบบไฟฟ้ากำลัง	11
2.3	การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย	12
2.4	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	12
2.5	การไฟฟ้านครหลวง	14
2.6	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	16
2.7	การจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า	19
2.8	การจัดวงจรการจ่ายไฟฟ้า	23

## บทที่ 3 สายไฟฟ้า

3.1	บทนำ	31
3.2	ส่วนประกอบ	31
3.3	สายไฟฟ้าแรงดันสูง	32
3.4	สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ	36
3.5	สายไฟฟ้าตามมอก. 11-2553	39
3.6	กลุ่มการติดตั้งและตารางพิกัดสายไฟฟ้า	45
3.7	ตารางพิกัดสายไฟฟ้าของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)	47
3.8	ตัวอย่างการคำนวณ	71
3.9	แรงดันตก	79

## บทที่ 4 ท่อสาย ( Raceways )

4.1	บทนำ	95
4.2	ชนิดของท่อสาย	95
4.3	ท่อโลหะหนา	95

# สารบัญ (ต่อ)

4.4	ท่อโลหะหนาปานกลาง	99
4.5	ท่อโลหะบาง	99
4.6	ท่อโลหะอ่อน	100
4.7	ท่อโลหะแข็ง	101
4.8	จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย	102
4.9	รางเดินสาย	109
4.10	รางเดินสายประกอบ	109
4.11	รางเคเบิล	114
4.12	กล่องไฟฟ้า	117
4.13	ข้อต่อเปิด	118
4.14	การคำนวณความจุของกล่องไฟฟ้า	118
4.15	กล่องดึงสาย	124
4.16	อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย	127

## บทที่ 5 บริภัณฑ์ไฟฟ้า

5.1	บทนำ	129
5.2	บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันปานกลาง	129
5.3	กั๊บดักฟ้าผ่า	130
5.4	สวิตช์ปลดวงจร	131
5.5	สวิตช์ต่อลงดิน	132
5.6	ฟิวส์แรงดันสูง	132
5.7	สวิตช์สำหรับตัดโหลด	133
5.8	หม้อแปลงเครื่องวัด	135
5.9	รีเลย์ป้องกัน	137
5.10	เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันปานกลาง	138
5.11	คอนแทกเตอร์แรงดันปานกลาง	140
5.12	สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง	140
5.13	ริงเมนยูนิิต	143
5.14	หม้อแปลง	144
5.15	บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ	147
5.16	เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ	148
5.17	ฟิวส์แรงดันต่ำ	153
5.18	แผงย่อย	154

# สารบัญ (ต่อ)

5.19	บริษัทเครื่องวัด	156
5.20	คอนแทกเตอร์แม่เหล็กไฟฟ้า	158
5.21	แผงสวิตช์	159
5.22	บัลเบย์	161

## บทที่ 6 การต่อลวดดิน

6.1	บทนำ	165
6.2	ชนิดการต่อลงดินและส่วนประกอบต่างๆ	165
6.3	การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า	166
6.4	วงจรและระบบไฟฟ้าที่ห้ามต่อลงดิน	168
6.5	การต่อลงดินของระบบประจําาน	169
6.6	การต่อลงดินของวงจรที่มีบริษัทประจําานชุดเดียวจ่ายไฟให้อาคาร 2 หลัง หรือ มากกว่า	176
6.7	การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก	178
6.8	การต่อลงดินของเครื่องบริษัทไฟฟ้า	179
6.9	สายต่อหลักดิน	184
6.10	คุณสมบัติของดิน	187
6.11	ระบบหลักดิน	188
6.12	ระบบหลักดินที่นิยมใช้	189
6.13	การคำนวณความต้านทานของหลักดิน	192
6.14	การวัดค่าความต้านทานของดิน	196
6.15	ความต้านทานระหว่างหลักดินกับดิน	198

## บทที่ 7 วารย่อยและสายป้อนไฟฟ้าแสงสว่างหรือบริษัทไฟฟ้า

7.1	บทนำ	199
7.2	โหลดไฟฟ้า	199
7.3	โหลดไฟฟ้าของสถานประกอบการ	202
7.4	การแบ่งวงจรไฟฟ้า	210
7.5	วงจรย่อย	211
7.6	สายป้อน	231
7.7	การจัดทำรายการโหลด	236

## บทที่ 8 วารย่อยและสายป้อนมอเตอร์

8.1	บทนำ	243
8.2	ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์	243

# สารบัญ (ต่อ)

8.3	ชนิดของมอเตอร์	244
8.4	พิกัดกระแสของมอเตอร์	244
8.5	วงจรร้อยมอเตอร์	246
8.6	การป้องกันการลัดวงจร	247
8.7	การป้องกันโหลดเกิน	252
8.8	เครื่องควบคุมมอเตอร์	253
8.9	เครื่องปลดวงจรมอเตอร์	255
8.10	วงจรถควบคุมมอเตอร์	256
8.11	ตารางขนาดสายไฟฟ้า, ท่อร้อยสาย และบริภัณฑ์ป้องกันมอเตอร์	260
8.12	วงจรสายป้อนมอเตอร์	265
8.13	วงจรร้อยและสายป้อนสำหรับมอเตอร์-คอมเพรสเซอร์แบบปิดผนึก	272
8.14	ตัวอย่างการออกแบบวงจรร้อยและสายป้อน	274
<b>บทที่ 9 การคำนวณโหลด</b>		
9.1	บทนำ	285
9.2	การคำนวณโหลดตามมาตรฐาน วสท.	285
9.3	การคำนวณโหลดโดยการรวมวงจรร้อย	290
9.4	การทำรายการสายป้อน และสายประธาน	291
9.5	การคำนวณโหลดของอาคารชุด	294
9.6	การประมาณโหลด	307
<b>บทที่ 10 วจรประธาน</b>		
10.1	บทนำ	317
10.2	ตัวนำประธาน	317
10.3	บริภัณฑ์ประธาน	318
10.4	ตัวนำประธานในระบบแรงต่ำ	319
10.5	บริภัณฑ์ประธานในระบบแรงต่ำ	322
10.6	การป้องกันการลัดวงจรลงดิน	329
10.7	ตัวนำประธานในระบบแรงสูง	332
10.8	บริภัณฑ์ประธานระบบแรงสูง	334
<b>บทที่ 11 การคำนวณกระแสลัดวงจร</b>		
11.1	บทนำ	343
11.2	มาตรฐานการคำนวณกระแสลัดวงจร	343

# สารบัญ (ต่อ)

## 1.1 บทนำ

11.3	แหล่งจ่ายไฟสมมูล	345
11.4	อิมพีแดนซ์ลัดวงจร	346
11.5	การคำนวณกระแสลัดวงจร	355
11.6	ตัวอย่างการคำนวณกระแสลัดวงจร	359
11.7	การคำนวณกระแสลัดวงจรด้วยคอมพิวเตอร์	365
11.8	ค่ากระแสลัดวงจรจากคอมพิวเตอร์	365
11.9	การใช้ตาราง	376

## บทที่ 12 การป้องกันระบบไฟฟ้าและการจัดลำดับการดำเนินงานของบริภัณฑ์ป้องกัน

12.1	บทนำ	379
12.2	การแบ่งระบบป้องกันไฟฟ้าแรงดันต่ำ	379
12.3	การทำงานประสานกัน	382
12.4	ขอบเขตการป้องกันของบริภัณฑ์ไฟฟ้า	385
12.5	ลักษณะสมบัติของบริภัณฑ์ป้องกัน	393
12.6	การป้องกันกระแสผิวดิน	399
12.7	ตัวอย่างการป้องกัน	399

## บทที่ 13 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

13.1	บทนำ	417
13.2	ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	417
13.3	เครื่องต้นกำลัง	418
13.4	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	420
13.5	สวิตช์สับเปลี่ยน	423
13.6	พิกัดของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	424
13.7	การสตาร์ทมอเตอร์จากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	425
13.8	การหาขนาดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	428
13.9	การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	432
13.10	การติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	434

## บทที่ 14 การปรับปรุงตัวประกอบกำลัง

14.1	บทนำ	443
14.2	กำลังไฟฟ้า	443
14.3	นิยามของ Power Factor	444
14.4	พื้นฐานการปรับปรุง Power Factor	445

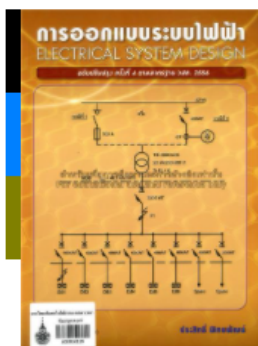
# สารบัญ (ต่อ)

14.5	ประโยชน์ของการปรับปรุง P.F.	449
14.6	Capacitor แรงดันต่ำ	453
14.7	พิกัด LV Capacitors	455
14.8	วิธีการปรับปรุง P.F.	456
14.9	การควบคุม Capacitors แบบอัตโนมัติ	458
14.10	การหา ขนาด สาย CB, Fuse สำหรับ Capacitors	461
14.11	ขนาดพิกัดรวม ของ Capacitor ในระบบไฟฟ้า	462
14.12	Harmonic กับการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง	463
<b>บทที่ 15 หลักการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง</b>		
15.1	บทนำ	469
15.2	แบบแปลนอาคาร	469
15.3	รายละเอียดข้อกำหนด	469
15.4	พระราชบัญญัติและกฎข้อบังคับการก่อสร้างอาคารและการติดตั้งระบบไฟฟ้า	471
15.5	การแบ่งขั้นตอนการออกแบบ	471
15.6	การวางแผนการออกแบบระบบไฟฟ้า	473
15.7	การวางแผนการออกแบบระบบการจ่ายไฟฟ้า	475
15.8	ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง	476
15.9	ข้อมูลของระบบไฟฟ้าที่จะให้สถาปนิก	477
<b>บทที่ 16 ตัวอย่างการออกแบบระบบไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม</b>		
16.1	บทนำ	481
16.2	ข้อกำหนดในการออกแบบระบบไฟฟ้า	481
16.3	การประมาณโหลด	490
16.4	การวางแผนการออกแบบระบบไฟฟ้า	491
16.5	ขนาดของระบบไฟฟ้าโรงงาน	500
16.6	ตัวอย่างการคำนวณ	501
16.7	แบบทั้งหมดของระบบไฟฟ้า	511
16.8	Load Schedule, Feeder Schedule และ Main Schedule	524
<b>บรรณานุกรม</b>		537




สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

<http://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00104490>



**การออกแบบระบบไฟฟ้า = Electrical system design / โดย ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์.**

Author	ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์
Published	กรุงเทพฯ : ทีซีจี พรินต์ติ้ง, 2561
Edition	พิมพ์ครั้งที่ 7 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 4 ตามมาตรฐาน วสท.2556)
Detail	537 หน้า : ภาพประกอบ ; 26 ซม
Subject	ไฟฟ้า -- เครื่องมือและอุปกรณ์(+) วงจรไฟฟ้า(+) ระบบไฟฟ้ากำลัง(+)
ISBN	9786164742000
ประเภทแหล่งที่มา	 Book



" สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น "