

พิกัดของสายไฟฟ้าและการเลือกใช้ที่เหมาะสม

บทนำ

ในการพิจารณาเลือกสายไฟฟ้าที่เหมาะสมนั้น มีหลายข้อด้วยกันที่ต้องพิจารณา ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพ ความเชื่อถือได้ และความปลอดภัยในการใช้งาน ข้อกำหนดที่ต้องพิจารณาในการเลือกสายไฟฟ้า ได้แก่

- พิกัดแรงดัน (Voltage Rating)
- พิกัดกระแส (Current Rating)
- แรงดันตก (Voltage Drop)
- สายควบ (Multiple Conductors)

พิกัดแรงดัน

สายไฟฟ้าที่จะใช้ต้องสามารถทนต่อแรงดันใช้งานได้ตาม มอก. 11-2531 ได้กำหนดแรงดันใช้งานเอาไว้ 2 ระดับ คือ 300 V และ 750 V ดังนั้นในการเลือกชนิดของสายไฟฟ้าจึงต้องคำนึงถึงพิกัดแรงดันให้เหมาะสมด้วย

พิกัดกระแส

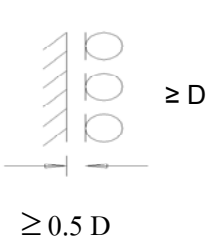
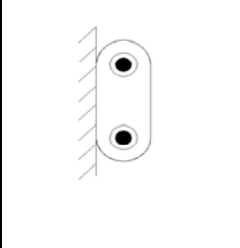
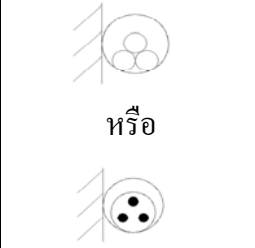
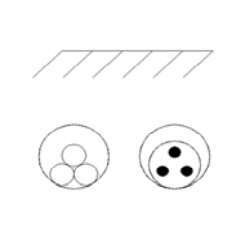

พิกัดกระแส คือ ความสามารถของสายไฟฟ้า ในการที่จะนำกระแสไฟฟ้าปริมาณหนึ่งอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ใช้งาน โดยไม่ทำให้อุณหภูมิสุดท้ายมีค่าเกินอุณหภูมิที่กำหนดไว้

พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1. ขนาดของสายไฟฟ้า** สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดใหญ่ ก็จะมีค่าพิกัดกระแสสูงกว่าสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดเล็กกว่า
 - 2. ชนิดของฉนวนที่หุ้มสายไฟฟ้า** การที่สายไฟฟ้ามีฉนวนที่มีคุณภาพดี ย่อมที่จะทำให้สายไฟฟ้าชนิดนั้นมีค่าพิกัดกระแสสูงขึ้น
 - 3. อุณหภูมิโดยรอบ** เนื่องจากค่าความต้านทานของตัวนำจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นดังนั้นถ้าอุณหภูมิบริเวณรอบ ๆ ของสายไฟฟ้าที่ใช้มีค่าสูงขึ้น ก็จะส่งผลให้ค่าพิกัดของกระแสลดลงจากค่าปกติ
 - 4. ลักษณะการติดตั้ง** เนื่องจากการติดตั้งสายไฟฟ้า สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น เดินลอย เดินในท่อร้อยสายหรือเดินฝังใต้ดิน การติดตั้งแต่ละแบบก็จะมีการถ่ายเทอากาศได้ยากง่ายต่างกัน ถ้าสายไฟฟ้าติดตั้งในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก ก็จะมีค่าพิกัดกระแสสูงกว่ากรณีติดตั้งในบริเวณอากาศที่ถ่ายเทไม่สะดวก
- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าชนิดต่างๆ สำหรับการติดตั้งแต่ละแบบตาม “ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ” ของ ว.ส.ท. แสดงในตารางที่ 3.1 ถึง 3.9 ตอนท้ายของแต่ละตารางจะแสดงตัวคูณค่าพิกัดกระแสในกรณีอุณหภูมิรอบตัวนำ (Ambient Temperature) แตกต่างจากที่ระบุในตาราง

ตารางที่ 3.1

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน PVC ตาม มอก. 11-2531 อุณหภูมิตัวนำ 70 °C ขนาด แรงดัน 300 V และ 750 V อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค) และ 30 °C (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ)

ขนาดสาย (mm ²)	ขนาดกระแส (A)						
	วิธีการเดินสาย						
			 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

D = เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของสายไฟฟ้า


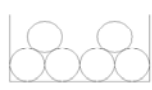
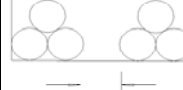



หมายเหตุ อุณหภูมิโดยรอบต่างจาก 40 °C (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค) หรือ 30 °C (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ) ให้
คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณลดดังนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (°C)	ตัวคูณ	
	วิธีเดินสาย ก-ค	วิธีเดินสาย ง และ จ
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	-

ตารางที่ 3.2

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน PVC ตาม มอก. 11-2531 อุณหภูมิตัวนำ 70 °C

ขนาดแรงดัน 300V และ 750 V อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิล

ขนาดสาย (mm ²)	ขนาดกระแส (A)					
	วิธีการเดินสาย					
	 ≥ D		 ≥ 2.15 D			
	ก	ข	ค	ง	จ	ฉ
1	-	-	-	-	11	10
1.5	-	-	-	-	14	13
2.5	-	-	-	-	18	17
4	-	-	-	-	24	23
6	-	-	-	-	31	29
10	-	-	-	-	43	41
16	-	-	-	-	56	53
25	-	-	-	-	77	73
35	-	-	-	-	95	90
50	169	110	143	101	119	113
70	217	141	183	130	148	140
95	271	176	230	163	187	178
120	316	205	267	190	214	203
150	364	237	308	218	251	238
185	424	276	360	254	287	273
240	509	331	432	305	344	327
300	592	444	504	414	400	393
400	696	522	593	487	-	-
500	818	613	699	572	-	-

D = เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของสายไฟฟ้า

หมายเหตุ อุณหภูมิโดยรอบต่างจาก 40 °C ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณลด ดังนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (°C)	ตัวคูณ
31-35	1.08
36-40	1
41-45	0.91
46-50	0.82
51-55	0.71
56-60	0.58

ตารางที่ 3.3

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงค์พอลิเอททีลีน อุณหภูมิตัวนำ 90 °C ขนาดแรงดัน 600 V อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C (สำหรับเดินสายในอากาศ) และ 30 °C (สำหรับการเดินสายใต้ดิน)

ขนาด สาย (mm ²)	ขนาดกระแส (A)				
	ลักษณะการใช้งาน				
	ก	ข	ค		ง
	สายเดี่ยวเดินใน อากาศ	สายเดี่ยว 3 เส้น เดินในท่อโลหะ ในอากาศ	สายเดี่ยว 3 เส้นเดินในท่อฝังดิน		สายเดี่ยวไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหลายแกน ไม่เกิน 3 แกน ฝังดินโดยตรง
		ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ		
2.5	36	25	31	28	44
4	47	33	41	36	57
6	60	42	52	46	71
10	82	56	70	61	94
16	110	76	93	81	122
25	148	100	123	107	156
35	184	123	151	130	187
50	224	153	184	156	221
70	286	191	230	197	270
95	356	239	285	241	325
120	417	275	329	277	368
150	481	322	380	318	413
185	559	368	436	363	466
240	672	440	518	430	539
300	782	510	615	501	607
400	921	604	734	586	687
500	1080	686	855	685	773

หมายเหตุ อุณหภูมิโดยรอบต่างจาก 40 °C (สำหรับการเดินสายในอากาศ) หรือ 30 °C (สำหรับเดินสายใต้ดิน) ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณลด ดังนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (°C)	ตัวคูณ	
	การเดินสายในอากาศ	การเดินสายใต้ดิน
21-25	-	1.04
26-30	-	1
31-35	1.05	0.96
36-40	1	0.91
41-45	0.95	0.87
46-50	0.89	0.82
51-55	0.84	-
56-60	0.78	-

ตารางที่ 3.4

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงค์พอลิเอททีลีน อุณหภูมิตัวนำ 90 °C ขนาดแรงดัน 600 V อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C (สำหรับเดินสายในอากาศ)

ขนาดสาย (mm ²)	ขนาดกระแส (A)	
	ลักษณะการใช้งาน	
	สายเดี่ยวเดินในอากาศ	เดินในรางเคเบิล
2.5	36	23
4	47	31
6	60	39
10	82	53
16	110	72
25	148	96
35	184	120
50	224	146
70	286	186
95	356	231
120	417	271
150	481	313
185	559	363
240	672	437
300	782	587
400	921	691
500	1080	810

หมายเหตุ พิกัดขนาดกระแสตามวิธีการเดินสาย XLPE ในรางเคเบิล ผู้เขียนกำหนดด้วยข้อกำหนดดังนี้

- กรณีขนาดสายที่เล็กกว่า 300 mm²
พิกัดกระแสเมื่อเดินในรางเคเบิล = 65% ของพิกัดกระแสสายเดี่ยวเดินในอากาศ
- กรณีขนาดสายตั้งแต่ 300 mm² ขึ้นไป
พิกัดกระแสเมื่อเดินในรางเคเบิล = 75 % ของพิกัดกระแสสายเดี่ยวเดินในอากาศ

ตารางที่ 3.5

ขนาดกระแสของสายทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงค์โพลีเอททีลีน มีซิลด์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C ขนาดแรงดัน 12 kV หรือ 24 kV อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C (สำหรับการเดินสายในอากาศ) และ 30 °C (สำหรับการเดินสายใต้ดิน)

ขนาดสาย (mm ²)	ขนาดกระแส (A)			
	ลักษณะการใช้งาน			
	สายเดี่ยว 3 เส้นเดินใน ท่อโลหะในอากาศ	สายเดี่ยว 3 เส้นเดินในท่อฝังดิน		สายเดี่ยว 1 วงจร ฝังดินโดยตรง
ท่อโลหะ		ท่อโลหะ		
35	148	176	149	209
50	175	209	178	247
70	215	258	218	302
95	265	315	265	361
120	303	361	303	410
150	348	413	341	460
185	396	469	386	519
240	478	563	454	601
300	551	650	521	679
400	636	751	607	772
500	730	869	706	878

หมายเหตุ อุณหภูมิโดยรอบต่างจาก 40 °C (สำหรับการเดินสายในอากาศ) หรือ 30 °C (สำหรับการเดินสายใต้ดิน) ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณลดดังนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (°C)	ตัวคูณ	
	การเดินสายในอากาศ	การเดินสายใต้ดิน
21-25	-	1.04
26-30	-	1
31-35	1.05	0.96
36-40	1	0.91
41-45	0.95	0.87
46-50	0.89	0.82
51-55	0.84	-
56-60	0.78	-

ตารางที่ 3.6

ขนาดกระแสของสายทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงค์โพลีเอททีลีน มีชีลด์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C ขนาดแรงดัน 12 kV หรือ 24 kV อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินใน Duct Bank ไม่เกิน 8 ท่อ

ขนาดสาย (mm ²)	ขนาดกระแสต่อ 1 วงจร							
	จำนวนวงจรทั้งหมด							
	1	2	3	4	5	6	7	8
35	175	160	147	137	130	122	116	110
50	210	191	175	162	153	144	136	130
70	251	228	208	193	182	171	161	154
95	313	282	256	236	222	208	196	187
120	357	322	292	270	254	238	224	213
150	405	362	327	300	282	263	248	235
185	461	410	369	339	318	296	278	264
240	535	475	427	392	367	342	321	305
300	611	539	481	440	411	382	358	339
400	694	619	553	507	473	440	412	391
500	797	695	616	560	522	483	451	427

หมายเหตุ อุณหภูมิโดยรอบต่างจาก 30 °C ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณลด ดังนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (°C)	ตัวคูณ
21-25	1.04
26-30	1
31-35	0.96
36-40	0.91
41-45	0.87
46-50	0.82
51-55	-
56-60	-

สำหรับกรณีสายไฟฟ้า ที่เดินในท่อร้อยสาย ค่าพิกัดกระแสที่แสดงไว้ในตาราง จะใช้กับกรณีที่จำนวนสายในท่อ ร้อยสายมีไม่เกิน 3 เส้นเท่านั้น แต่ถ้ามีมากกว่า 3 เส้น จะต้องใช้ตัวคูณลดค่าพิกัดกระแส (Derating Factor) ในตารางที่ 3.7 ในการนับจำนวนสายไฟในท่อร้อยสายมีหลักเกณฑ์ดังนี้

การนับจำนวนสายไฟในท่อร้อยสาย

- ถือว่าจำนวนแกนคือจำนวนเส้น
- ไม่ต้องนับสายนิวทรัล ในระบบ 3 เฟสที่ออกแบบไว้เป็น โหลดสมดุล (บางขณะอาจมีกระแสไหลผ่าน)
- จะต้องนับสายนิวทรัล ในกรณีที่โหลดส่วนใหญ่ (มากกว่า 50%) เป็นโหลดชนิด Electric Discharge เช่นหลอด ฟลูออเรสเซนต์ , อุปกรณ์เกี่ยวกับ Data Processing และอุปกรณ์อื่นที่ทำให้เกิดกระแส Harmonic ในสายนิวทรัล
- ไม่ต้องนับตัวนำสำหรับต่อลงดิน

ตารางที่ 3.7 ตัวคูณลดค่าพิกัดกระแส (Derating Factor)

จำนวนสาย	ตัวคูณ
4-6	0.82
7-9	0.72
10-20	0.56
21-30	0.48
31-40	0.44
เกิน 40	0.38

ตารางที่ 3.8

ขนาดกระแสนของสายเคเบิลชนิดเอ็มไอ ตัวนำและเปลือก (Sheath) ทำด้วยทองแดงกรณีมีพีวีซีหุ้ม

(Covered) และเปลือกต่อการสัมผัสถึงได้ อุณหภูมิของเปลือกโลหะ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส


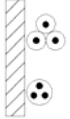
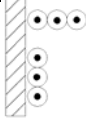
ขนาดแรงดัน (V)	ขนาดระบุของตัวนำ (mm ²)	ขนาดกระแส (A)		
		จำนวนและรูปแบบการจัดวางของตัวนำ		
		2 ตัวนำ	3 ตัวนำ	
		สายเคเบิลแกนเดียว หรือสองแกน	สายเคเบิลหลายแกนหรือ แกนเดี่ยววางแบบ Trefoil	สายเคเบิลแกนเดี่ยว วางแบบ Flat
500	1.5	20	16	18
	2.5	27	22	25
750	1.5	21	18	20
	2.5	29	24	26
	4	38	31	35
	6	48	41	44
	10	65	55	60
	15	87	73	78
	25	113	95	102
	35	139	116	125
	50	172	144	154
	70	210	176	188
	95	252	212	224
	120	289	243	258
	150	330	278	294
185	374	315	333	
240	437	369	388	

หมายเหตุ

1. สำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยว ให้นำเปลือกทองแดงของแต่ละวงจรต่อเข้าด้วยกันที่ปลายทั้งสองด้านของวงจร
2. ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณ 0.9 สำหรับกรณีไม่มีพีวีซีหุ้มและเปลือกต่อการสัมผัสถึงได้

ตารางที่ 3.9

ขนาดกระแสของสายเคเบิลชนิดเอ็มไอตัวนำและเปลือก (Sheath) ทำด้วยทองแดงกรณีไม่มีพีวีซี หุ้ม (Covered) อุณหภูมิของเปลือกโลหะ 105 องศาเซลเซียส อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส

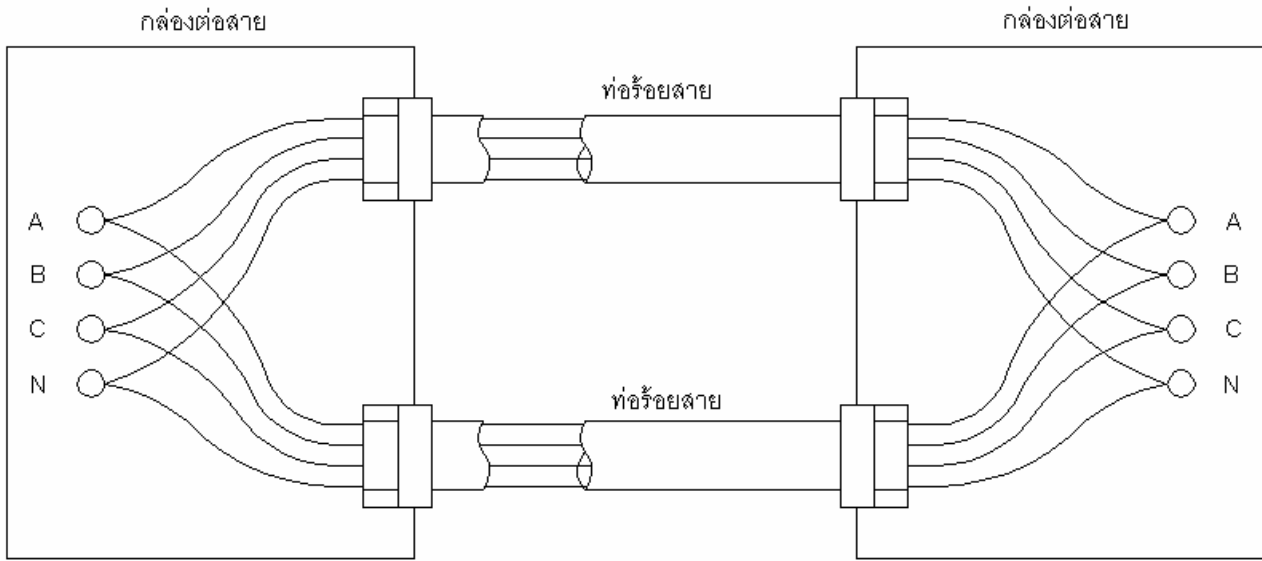
ขนาดแรงดัน (V)	ขนาดระบุของตัวนำ (mm ²)	ขนาดกระแส (A)		
		จำนวนและรูปแบบการจัดวางของตัวนำ		
		2 ตัวนำ	3 ตัวนำ	
		สายเคเบิลแกนเดี่ยว หรือสองแกน	สายเคเบิลหลายแกน หรือแกนเดี่ยววางแบบ Trefoil	สายเคเบิลแกนเดี่ยววางแบบ Flat
500	1.5	 26	 22	 25
	2.5	35	30	33
	2.5	47	40	43
750	1.5	29	24	28
	2.5	39	32	38
	4	51	43	49
	6	64	54	62
	10	88	75	84
	15	117	98	109
	25	153	129	142
	35	187	157	172
	50	231	195	212
	70	282	239	258
	95	339	207	307
	120	390	330	352
	150	446	377	400
185	506	428	453	
240	592	500	526	

หมายเหตุ

1. ไม่อนุญาตให้ใช้ในที่ซึ่งเปลือยต่อการสัมผัสได้ถึงและสถานที่ที่มีโอกาสสัมผัสกับวัสดุติดไฟ
2. สำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยว ให้นำเปลือกทองแดงของแต่ละวงจรต่อเข้าด้วยกันที่ปลายทั้งสองด้านของวงจร

3.4 สายควบ

ในวงจรที่มีการใช้ไฟฟ้ามาก ๆ นั้น พิกัดกระแสของสายฟ้าเส้นเดียวอาจไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องใช้สายหลายเส้น ต่อขนานกัน ซึ่งเรียกว่า สายควบ สายไฟฟ้าที่เดินควบกันปลายทั้งสองด้านของเฟสเดียวกันต้องต่อเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สายควบ

ข้อกำหนดสำหรับการใช้สายควบ มีดังนี้

- ใช้กับตัวนำที่มีขนาดตั้งแต่ 50 mm² ขึ้นไป
- สายไฟฟ้าที่จะเดินควบกันได้นั้นจะต้องเป็นสายไฟฟ้าชนิดเดียวกัน
- สายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องมีความยาวเท่ากัน
- ลักษณะการเดินสายไฟฟ้าเหมือนกัน
-

ตัวอย่างที่ 3.1 เครื่องทำความร้อน (Water Heater) ขนาด 6000 W 220 V จงหาขนาดสายไฟฟ้างต่อไปนี้ โดยพิจารณาเป็น โหลดต่อเนื่อง

1. สาย T-11 (VAF)
2. สาย T-4 ในท่อโลหะร้อยสายในอากาศ

วิธีทำ

$$\text{กระแสโหลด } I_L = \frac{6000}{220} = 27.3 \text{ A}$$

$$\text{พิกัดกระแสของสายไฟฟ้า } I_C \geq 1.25 \times 27.3 = 34 \text{ A}$$

(เนื่องจากเป็นโหลดต่อเนื่องจึงอาจมีการเผื่อขนาดสายไว้ 25%)

1. จากตารางที่ 3.1 วิธีการเดินสายแบบ ข.

ใช้สาย T-11 ขนาด 2 x 6 mm² (พิกัดกระแส 35 A)

2. จากตารางที่ 3.1 วิธีการเดินสายแบบ ค.

ใช้สาย T-4 ขนาด 2 x 10 mm² (พิกัดกระแส 43 A)

ตัวอย่างที่ 3.2

เครื่อง Microwave ขนาด 2200 VA 220 V ใช้สายไฟฟ้าตารางที่ 4 (T-4) เดินในท่อโลหะร้อยสายในอากาศ จงหาขนาดของสายวงจรร้อยที่ใช้ โคนพิจารณาเป็นโหลดไม่ต่อเนื่อง

วิธีทำ

$$\text{กระแสโหลด } I_L = \frac{2200}{220} = 10 \text{ A}$$

$$\text{พิกัดกระแสของสายไฟฟ้า } I_C \geq 1.25 \times 27.3 = 34 \text{ A}$$

จากตารางที่ 3.1 วิธีการเดินสายแบบ ค. และจากข้อกำหนดของการไฟฟ้า ที่กำหนดให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับวงจรร้อยคือ 2.5 mm^2

$$\therefore \text{จึงเลือกใช้สายขนาด } 2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \quad (\text{พิกัดกระแส } 18 \text{ A})$$

ตัวอย่างที่ 3.3 หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 kVA LV 400/230 V ถ้าใช้สาย T-6 (NYY 1/C) เดินในท่อโลหะฝังใต้ดินเป็นสายประธานจากหม้อแปลงลูกนี้ จงหาขนาดสายไฟฟ้างกล่าว

วิธีทำ

$$I_n = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 722 \text{ A}$$

$$I_C \geq 1.25 \times I_n = 1.25 \times 722 = 903 \text{ A}$$

ใช้สายควบ 3 เส้น

$$= \frac{903}{3} = 301 \text{ A}$$

$$\therefore \text{ใช้สายไฟฟ้างขนาด } 3 \begin{cases} 3 \times 150 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 95 \text{ mm}^2 \end{cases} \begin{array}{l} \text{สายเฟส} = 3 \times 332 = 966 \text{ A} \\ \text{สายศูนย์} = 3 \times 242 = 726 \text{ A} \end{array}$$

หมายเหตุ : โหลดของหม้อแปลงไฟฟ้านั้นมีหลายประเภท ทั้งแบบต่อเนื่อง และไม่ต่อเนื่อง โดยส่วนมากจะประกอบด้วย โหลดหลายชนิด คือ

- โหลด 3 เฟสสมดุล เช่น มอเตอร์ 3 เฟส
- โหลดเฟสเดียวที่มี Harmonic เช่น หลอด HID
- โหลดเฟสเดียวที่ไม่มี Harmonic

ในการกำหนดขนาดสายของหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อเป็นการเผื่อไว้ ให้ถือว่าเป็นโหลดแบบต่อเนื่องทั้งหมด ส่วนในการคำนวณหาขนาดสายนิวทรัลนั้น โหลด 3 เฟส สมดุลไม่ต้องนำมาคิด จะคิดเฉพาะโหลดเฟสเดียว ทั้งที่มีและไม่มี Harmonic เท่านั้น โดยโหลดที่ไม่มี Harmonic สามารถใช้

Demand Factor = 0.7 กับส่วนที่เกิน 200 A ได้

นอกจากนี้ ถ้าโหลด 3 เฟสสมดุล มีขนาดมากกว่า 40% ของโหลดทั้งหมด อาจใช้ขนาดสายนิวทรัลเท่ากับประมาณ 50% ของสายเฟสได้ (Half Neutral) เนื่องจากสายไฟฟ้างขนาดประมาณ 50% โดยทั่วไปสามารถนำกระแสได้ถึงประมาณ 60%

ตัวอย่างที่ 3.4 โหลดขดลวดทำความร้อน (Heater) ขนาด 40 kW 380 V 3 เฟส 3 สาย จงหาขนาดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 เดินในท่อโลหะร้อยสายในอากาศโดยพิจารณาเป็นโหลดต่อเนื่องผ่านบริเวณดังนี้

1. บริเวณที่มีอุณหภูมิ 40 °C
2. บริเวณที่มีอุณหภูมิ 50 °C

วิธีทำ

$$\text{กระแสโหลด } I_L = \frac{40 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} = 60.8 \text{ A}$$

$$I_C \geq 1.25 \times 60.8 = 76 \text{ A}$$

1. 40 °C

$$\text{เนื่องจากอุณหภูมิโดยรอบ} = 40 \text{ °C}$$

$$\therefore \text{ไม่ต้องใช้ตัวคูณลด } I_C \geq 76 \text{ A}$$

จากตารางที่ 3.1 วิธีการเดินสายแบบ ค.

$$\text{ใช้สายขนาด } 3 \times 25 \text{ mm}^2 \quad (77A)$$

2. 50 °C

$$\text{เนื่องจากอุณหภูมิโดยรอบ} = 50 \text{ °C}$$

$$\text{จากตาราง ใช้ตัวคูณลด} = 0.82$$

$$I_C \geq \frac{76}{0.82}$$

$$= 93 \text{ A}$$

จากตารางที่ 3.1 วิธีการเดินสายแบบ ค.

$$\text{ใช้สายขนาด } 3 \times 35 \text{ mm}^2 \quad (95A)$$

ตัวอย่างที่ 3.5 โหลดสายป้อนเฟสเดียวทั้งหมดขนาด 60 kVA 3 เฟส 4 สาย 380/220 V ใช้สายไฟฟ้าตารางที่ 4 เดินในท่อโลหะร้อยสายในอากาศ จงขนาดสายเมื่อ

1. โหลดมากกว่า 50% เป็นโหลด HID
 2. โหลดมากกว่า 50% เป็น Resistive Load
- โดยการใช้งานเป็นโหลดต่อเนื่องทั้งหมด

วิธีทำ

$$\text{กระแสโหลด } I_L = \frac{60 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} = 91.2 \text{ A}$$

$$I_C \geq 1.25 \times 91.2 = 114 \text{ A}$$

1. โหลดมากกว่า 50% เป็นโหลด HID ซึ่งเป็นหลอดชนิด Electric Discharge ทำให้เกิด

กระแสฮาร์มอนิกในสายนิวทรัล จึงต้องนับสายนิวทรัลด้วยในการนับจำนวนสายในท่อร้อยสาย

จากตารางตัวคูณลด ในกรณีสาย 4-6 เส้นในท่อร้อยสายให้ใช้ตัวคูณลด 0.82

$$I_C \geq \frac{114}{0.82} = 139 \text{ A}$$

จากตารางที่ 3.3 วิธีการเดินสายแบบ ค.

ใช้สาย T-4 ขนาด $4 \times 70 \text{ mm}^2$ (148 A)

2. โหลดมากกว่า 50% เป็น Resistive Load จึงไม่ต้องนับสายนิวทรัลในการนับจำนวนสายในท่อร้อยสาย ทำให้สายไฟฟ้าในท่อสายมีไม่เกิน 3 เส้น จึงไม่ต้องใช้ตัวคูณลด

$$I_C \geq 1.25 \times 91.2 = 114 \text{ A}$$

จากตารางที่ 3.3 ตามวิธีการเดินสายแบบ ค.

ใช้สาย T-4 ขนาด $4 \times 50 \text{ mm}^2$ (119 A)

หมายเหตุ: เนื่องจากกระแสโหลดน้อยกว่า 200 A และเป็นโหลดเฟสเดียวทั้งหมดจึงใช้ขนาดสายนิวทรัลเท่ากับขนาดสายเฟส

ตัวอย่างที่ 3.6 มอเตอร์ขนาด 37 kW 380 V = 72 A จงหาขนาดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 ในท่อโลหะร้อยสายในอากาศ จากสตาร์ทเตอร์ไปยังมอเตอร์ โดยเริ่มเดินเครื่องดังนี้

1. DOL (Direct On Line Starting)
2. สตาร์-เดลตา (Star-Delta Starting)

วิธีทำ

1. มอเตอร์มีการเริ่มเดินเครื่องแบบ DOL

พิกัดกระแสมอเตอร์ $I_n = 72 \text{ A}$

โดยทั่วไปโหลดมอเตอร์ถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่อง

$$\begin{aligned} \therefore & \geq 1.25 \\ & = 1.25 \times 72 \\ & = 90 \text{ A} \end{aligned}$$

จากตารางที่ 3.3 ตามวิธีการเดินสายแบบ ค.

ใช้สาย T-4, $3 \times 3.5 \text{ mm}^2$ (91A)

2. การเริ่มเดินเครื่องแบบสตาร์-เดลตานั้น จะต้องเดินสายจากสตาร์ทเตอร์ไปยังมอเตอร์จำนวน 6 เส้นด้วยกันและกระแสของสายแต่ละเส้นจะเท่ากับ 58% หรือ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ของกระแสพิกัด เนื่องจากต่อกันแบบเดลตา ดังนั้น

$$\begin{aligned} I_C & \geq 1.25 \times I_n \times 0.58 \\ & = 1.25 \times 72 \times 0.58 \\ & = 52 \text{ A} \end{aligned}$$

แต่เนื่องจากมีจำนวนสายทั้งหมด 6 เส้นในท่อสายเดียวกัน จึงต้องใช้ตัวคูณลด = 0.82

$$I_C \geq \frac{52}{0.82} = 63 \text{ A}$$

จากตารางที่ 3.1 ตามวิธีการเดินสายแบบ ค.

ใช้สาย T-4 $6 \times 25 \text{ mm}^2$ (74 A)

ตัวอย่างที่ 3.7 มอเตอร์ขนาด 132 kW 380 V , $I_n = 245$ A สตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์ท-เดลตา ใช้สาย T-7 (NYY 3/C) มีการเดินสายดังนี้

1. ในท่อโลหะร้อยสายฝังดิน
2. ใน Cable Tray

วิธีทำ

เนื่องจากสตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์ท - เดลตา ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 I_c &\geq 1.25 \times I_n \times 0.58 \\
 &= 1.25 \times 245 \times 0.58 \\
 &= 178 \text{ A}
 \end{aligned}$$

1. ในท่อโลหะร้อยสายฝังดิน
จากตารางตัวคูณลดในกรณีสาย 4 - 6 เส้นในท่อร้อยสายให้ใช้ตัวคูณลด 0.82
ใช้สาย T-7, 2(3/C , 95 mm²) (42A)
2. ใน Cable Tray
จากตารางที่ 3.2 วิธีการเดินสายแบบ จ.
ใช้สาย T-7 , 2(3/C , 95 mm²) (187A)

ตัวอย่างที่ 3.8 จงหาขนาดสายป้อนที่จ่ายให้โหลดขนาด 200 kVA , 380 V 3 เฟส 4 สาย โดยโหลดส่วนใหญ่เป็นแบบ 3 เฟส กำหนดให้ใช้สาย T-4 เดินในท่อโลหะร้อยสายในอากาศ

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{200 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} = 303.9 \text{ A} \\
 I_c &\geq 1.25 \times 303.9 = 380 \text{ A}
 \end{aligned}$$

และเนื่องจากโหลดส่วนใหญ่เป็นโหลดแบบ 3 เฟส โดยทั่วไปนิยมใช้สายนิวทรัลมีขนาดประมาณ 50% ของสายเฟส

จากตารางที่ 3.1 วิธีการเดินสายแบบ ค.

ใช้สาย T-4 , $\left(\begin{array}{l} 3 \times 300 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 150 \text{ mm}^2 \end{array} \right)$ (400 A)

ถ้าทำเป็นสายควบ 2 ชุด จะได้พิกัดกระแสแต่ละชุดเท่ากับ

$$I_c \geq \frac{380}{2} = 190 \text{ A}$$

ใช้สาย T-4 , $2 \left(\begin{array}{l} 3 \times 120 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 70 \text{ mm}^2 \end{array} \right)$

$$\text{พิกัดสายเฟส} = 2 \times 214 = 428 \text{ A}$$

ถ้าทำเป็นสายควบ 3 ชุด จะได้พิกัดกระแสแต่ละชุดเท่ากับ

$$I_c \geq \frac{380}{3} = 127 \text{ A}$$

$$\text{ใช้สาย T-4, } 3 \begin{pmatrix} 3 \times 70 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 35 \text{ mm}^2 \end{pmatrix}$$

$$\text{พิกัดสายเฟส} = 3 \times 148 = 444 \text{ A}$$

ตัวอย่างที่ 3.9 หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1000 kVA , 24 kV/416-240 V จ่ายไฟให้โหลดซึ่งมีโหลดสามเฟส
 สมดุล 400 kVA ที่เหลือเป็นโหลดเฟสเดียวให้คำนวณหาขนาดของสายไฟฟ้างต่อไปนี้

1. สาย XLPE เดินสายในท่อโลหะฝังใต้ดิน ด้าน HV
2. สาย CV (90 °C) เดินในรางเคเบิลและเดินในท่อโลหะฝังดินด้าน LV

วิธีทำ

$$I_n \text{ (HV)} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 24} = 24.1 \text{ A}$$

$$I_n \text{ (HV)} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 0.416} = 1388 \text{ A}$$

1. ด้าน HV

$$I_c \geq 1.25 \times 24.1 = 30 \text{ A}$$

สาย XLPE ขนาดเล็กที่สุดที่ใช้คือ 35 mm² (176 A)

หมายเหตุ : สาย XLPE แรงดันสูงขนาด 35 mm² สามารถใช้เป็นสายประธานของหม้อแปลง
 จำนวนได้ถึง 2500 kVA (I_n = 60.3 A ที่ 24 kV)

2. ด้าน LV

$$I_c \geq 1.25 \times 1388 = 1735 \text{ A}$$

- ใช้สาย CV , เดินในรางเคเบิล

$$\text{ใช้สายควบ 3 ชุด} = \frac{1735}{3} = 578 \text{ A}$$

$$\text{ใช้สาย CV, } 3 \begin{pmatrix} 3 \times 300 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 150 \text{ mm}^2 \end{pmatrix}$$

$$\text{พิกัดสายเฟส} = 3 \times 587 = 1761 \text{ A}$$

$$\text{ใช้สายควบ 4 ชุด} = \frac{1735}{4} = 434 \text{ A}$$

$$\text{ใช้สาย CV, } 4 \begin{pmatrix} 3 \times 240 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 120 \text{ mm}^2 \end{pmatrix}$$

$$\text{พิกัดสายเฟส} = 4 \times 437 = 1748 \text{ A}$$

- ใช้สาย CV เดินในท่อโลหะฝังดิน

$$\text{ใช้สายควบ 3 ชุด} = \frac{1735}{3} = 578 \text{ A}$$

$$\text{ใช้สาย CV, } 3 \left(\begin{array}{l} 3 \times 300 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 150 \text{ mm}^2 \end{array} \right)$$

$$\text{พิกัดสายเฟส} = 3 \times 615 = 1845 \text{ A}$$

$$\text{ใช้สายควบ 4 ชุด} = \frac{1735}{4} = 434 \text{ A}$$

$$\text{ใช้สาย CV, } 4 \left(\begin{array}{l} 3 \times 185 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 95 \text{ mm}^2 \end{array} \right)$$

$$\text{พิกัดสายเฟส} = 4 \times 436 = 1744 \text{ A}$$

หมายเหตุ: หม้อแปลงไฟฟ้าลูกนี้จ่ายโหลดสามเฟสรวมประมาณ 40% ดังนั้นขนาดสายนิวทรัลสามารถ
ใช้ขนาดประมาณ 50% ของขนาดสายเฟสได้