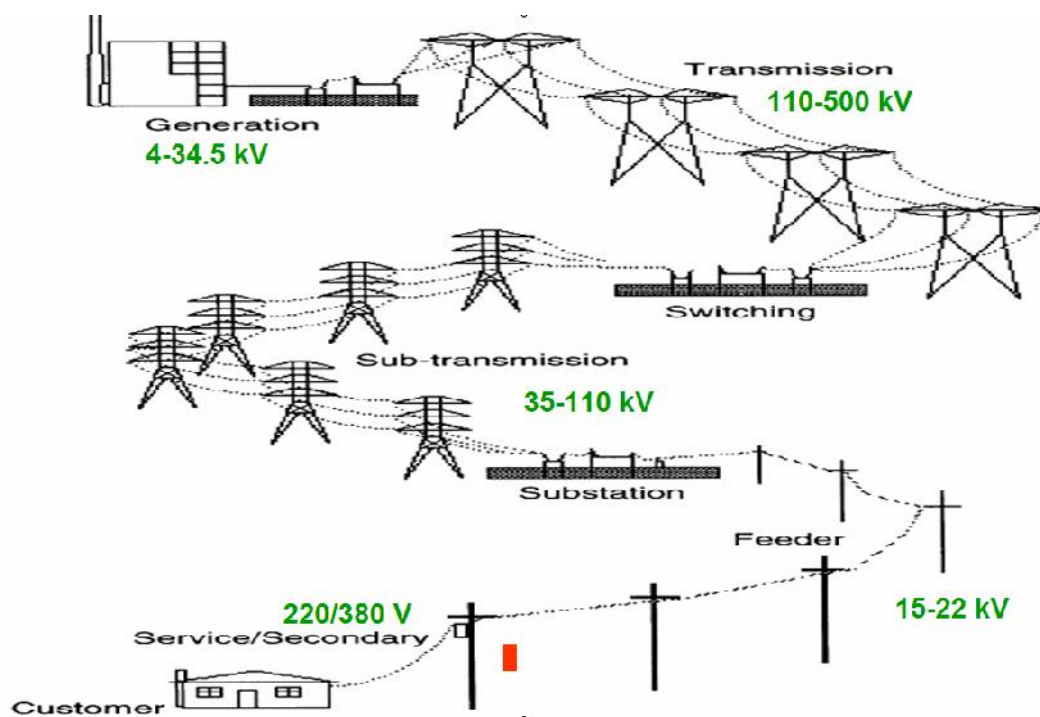


BỘ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VĨNH LONG

GIÁO TRÌNH

CUNG CẤP ĐIỆN



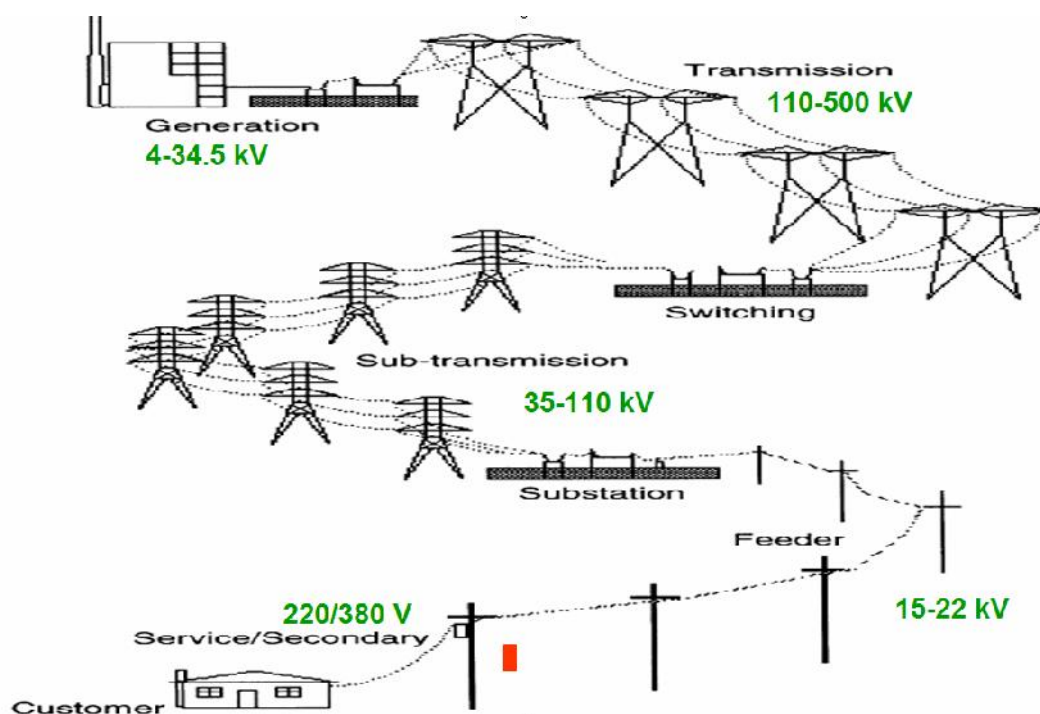
Năm 2013

BỘ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VĨNH LONG

GIÁO TRÌNH

CUNG CẤP ĐIỆN

Mã học phần: DT1303



Năm 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa nền công nghiệp và nông nghiệp ngày nay luôn gắn liền với nguồn điện năng từ lưới điện quốc gia. Năng lượng điện ngày nay càng được đòi hỏi cao hơn về chất lượng, đảm bảo hơn về độ tin cậy và tổn thất ít hơn về điện năng. Các yếu tố đó được đáp ứng có nghĩa là đảm bảo về chất lượng điện năng. Một kỹ sư khi ra trường phải làm chủ được kiến thức, phương pháp thiết kế, tính toán được các yếu tố, các đại lượng điện tồn tại trong hệ thống điện. Biết tư vấn và hoạch định được các phương án cung cấp điện cho mạng điện xí nghiệp, hộ gia đình.

Nội dung quyển giáo trình này dựa theo chương trình chi tiết trình độ đại học chuyên ngành công nghệ kỹ thuật điện – điện tử đã được phê duyệt. Quyển giáo trình này được dùng làm tài liệu chính cho sinh viên hệ đại học và là tài liệu tham khảo cho các sinh viên, cán bộ kỹ thuật chuyên ngành.

Quyển giáo trình gồm 11 chương được trình bày đầy đủ phần lý thuyết, phương pháp tính toán phần điện của mạng điện, những vấn đề liên quan đến mạng điện ở chế độ xác lập. Trong quyển sách cũng trình bày các ví dụ liên quan để người đọc dễ hiểu và vận dụng tốt hơn các câu hỏi và bài tập cuối chương.

Phần phụ lục, tác giả tập hợp một số bảng tra, tiêu chuẩn ngành điện để sinh viên tìm kiếm thông tin tra cứu khi làm bài tập.

Nhân dịp này, tác giả chủ biên quyển giáo trình xin chân thành cảm ơn các đồng nghiệp đã cung cấp tài liệu mới, góp ý, phản biện nội dung làm cho quyển giáo trình được dùng là tài liệu chính chuyên ngành giúp cho sinh viên và người đọc có nhiều kiến thức bổ ích trong quá trình học tập và nghiên cứu.

Trong phạm vi quyển giáo trình nhỏ, với nguồn tài liệu thông tin có hạn, thời gian biên soạn không nhiều, chắc chắn còn nhiều thiếu sót, tác giả chân thành mong đồng nghiệp và độc giả góp ý kiến xây dựng.

Địa chỉ góp ý:

- Khoa Điện – Điện tử trường ĐH SPKT Vĩnh Long – 73 Nguyễn Huệ - F2 - TPVL

- Mail : ngminhvl@yahoo.com

Tháng 10 năm 2013

Biên soạn

GVC. ThS NGUYỄN VĂN MINH

MỤC LỤC

Chương 1: KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN

1.1 Các đặc điểm của cung cấp điện xí nghiệp công nghiệp.....	1
1.2 Các dạng nguồn điện.....	2
1.3 Khái niệm về mạng điện xí nghiệp công nghiệp.....	7
1.4 Các đặc điểm của hộ tiêu thụ.....	9
1.5 Các yêu cầu của thiết kế cung cấp điện.....	9
1.6 Hướng nghiên cứu và phát triển trong lãnh vực cung cấp điện	10

Chương 2: CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ - KỸ THUẬT CỦA PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN

2.1 Khái niệm chung.....	13
2.2 Phương pháp tính toán kinh tế kỹ thuật.....	13
2.3 Tính toán tổn thất kinh tế do ngừng cung cấp điện.....	17
2.4 Tính toán kinh tế kỹ thuật trong trường hợp thiết kế mở rộng và thay thế	18

Chương 3: XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN

3.1 Khái niệm chung.....	31
3.2 Đồ thị phụ tải.....	31
3.3 Các đại lượng và hệ số tính toán	35
3.4 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán.....	38
3.5 Xác định phụ tải tính toán cho các phụ tải đặc biệt.....	43
3.6 Lựa chọn phương pháp xác định phụ tải tính toán.....	47
3.7 Trình tự tính toán phụ tải điện ở các cấp của hệ thống điện.....	48
3.8 Xác định tâm phụ tải điện.....	48
3.9 Dự báo phụ tải điện.....	50

Chương 4: SƠ ĐỒ VÀ KẾT CẤU MẠNG HẠ ÁP

4.1 Khái niệm chung.....	64
4.2 Các hệ thống điện hạ áp.....	64
4.3 Sơ đồ nối dây mạng hạ áp.....	65
4.4 Kết cấu mạng điện.....	68

Chương 5: TRẠM BIẾN ÁP TRUNG / HẠ ÁP

5.1 Khái niệm chung.....	76
5.2 Phân loại trạm biến áp trung/hạ áp	76
5.3 Chọn vị trí, số lượng và dung lượng trạm biến áp trung/hạ áp	77
5.4 Sơ đồ nối dây trạm biến áp trung/hạ áp.....	83

5.5 Kết cấu trạm biến áp trung/hạ áp	89
5.6 Đo lường và kiểm tra trong trạm biến áp trung/hạ áp	89
5.7 Vận hành trạm biến áp trung/hạ áp	90

Chương 6: TÍNH TOÁN VỀ ĐIỆN

6.1 Khái niệm chung.....	94
6.2 Tổn thất công suất trong mạng điện.....	94
6.3 Tổn thất điện năng trong mạng điện.....	100
6.4 Tổn thất điện áp trong mạng điện.....	108

Chương 7: TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH MẠNG HẠ ÁP

7.1 Khái niệm chung.....	123
7.2 Các dạng ngắn mạch chính.....	124
7.3 Các giả thiết cơ bản	126
7.4 Tính toán điện kháng các phần tử.....	127
7.5 Tính dòng ngắn mạch ba pha đối xứng.....	145
7.6 Phương pháp tính toán gần đúng.....	148
7.7 Tính toán ngắn mạch mạng hạ áp.....	150
7.8 Các bài toán điển hình.....	151

Chương 8: LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ CUNG CẤP ĐIỆN HẠ ÁP

8.1 Các điều kiện chung để lựa chọn thiết bị điện hạ áp.....	164
8.2 Lựa chọn và kiểm tra dây dẫn và cáp	167
8.3 Lựa chọn và kiểm tra thiết bị điện hạ áp.....	177

Chương 9: CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP

9.1 Khái niệm chung.....	194
9.2 Các đại lượng và đơn vị đo ánh sáng	195
9.3 Các loại nguồn sáng và phụ tùng đi kèm	200
9.4 Các hình thức chiếu sáng.....	205
9.5 Tiêu chuẩn và yêu cầu chiếu sáng	206
9.6 Các phương pháp tính toán chiếu sáng.....	207
9.7 Thiết kế chiếu sáng.....	213

Chương 10: CÁC NGUỒN ĐIỆN DỰ PHÒNG

10.1 Khái niệm chung.....	227
10.2 Chọn lựa và đặc tính các nguồn điện dự phòng	227
10.3 Máy phát dự phòng tại chỗ	230
10.4 Bộ chuyển đổi ATS.....	230

10.5 Bộ lưu điện UPS	232
Chương 11: NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT	
11.1 Khái niệm chung.....	235
11.2 Các tính chất của hệ số công suất.....	235
11.3 Ý nghĩa và mục đích của việc nâng cao $\cos\varphi$	237
11.4 Các biện pháp nâng cao $\cos\varphi$	238
11.5 Các thiết bị bù	238
11.6 Lựa chọn phương án bù.....	239
11.7 Xác định vị trí lắp đặt tụ bù	241
11.8 Xác định dung lượng bù tối ưu	243
PHỤ LỤC.....	255
TÀI LIỆU THAM KHẢO	254

PHỤ LỤC

Bảng 12.1 Dòng điện lâu dài ch phép của dây dẫn hạ áp ruột đồng bọc cao su hoặc PVC

Tiết diện ruột, mm ²	Dòng điện cho phép (A)					
	Dây đặt hở	Dây đặt chung trong ống				
		2 dây một ruột	3 dây một ruột	4 dây một ruột	1 dây hai ruột	1 dây ba ruột
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1,0	17	16	15	14	15	14
1,5	23	19	17	16	18	15
2,5	30	27	25	25	25	21
4	41	38	35	30	32	27
6	50	46	42	40	40	34
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	-	-	-
185	510	-	-	-	-	-
240	605	-	-	-	-	-
300	695	-	-	-	-	-
400	830	-	-	-	-	-

Bảng 12.2 Dòng điện lâu dài ch phép của dây dẫn hạ áp ruột đồng cách điện cao su vỏ bảo vệ bằng kim loại, và cáp ruột đồng cách điện cao su trong vỏ chì, PVC hoặc cao su có hoặc không có đai thép.

Tiết diện ruột, mm ²	Dòng điện ^(*) cho phép (A)				
	Dây và cáp				
	Một ruột	Hai ruột	Ba ruột		
	Khi đặt trong:				
	Không khí	Không khí	Đất	Không khí	Đất
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	485	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-

Bảng 12.3 Các khí cụ điện trên thị trường

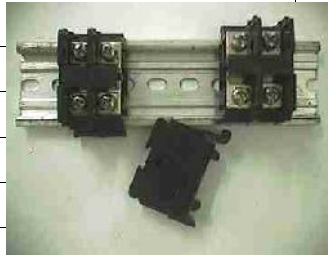
1	PILOT LAMP		
	ĐÈN BÁO TRỰC TIẾP (NEON)	Ø 25/30	YS PL2-O22AR
	ĐÈN BÁO CÓ TĂNG PHÔ 220/ 6,3V	Ø 25/30	YS PL2-T22AR
	ĐÈN BÁO CÓ TĂNG PHÔ 380 (/440)/ 6,3V	Ø 25/30	YS PL2-T38(44)AR

	ĐÈN BÁO LED 110V (G,O,R,Y)	Ø 25/30	YS PL2-AL/DL 11
	ĐÈN BÁO LED 220V (G,O,R,Y)	Ø 25/30	YS PL2-AL/DL 22
	ĐÈN BÁO LED (NAVY)	Ø 25/30	YS PL2-AL/DL 11N
	ĐÈN BÁO LED (WHITE)	Ø 25/30	YS PL2-AL/DL 11W
	ĐÈN BÁO TRỰC TIẾP	Ø 50 (cap)	YS PL5-024AR
	ĐÈN BÁO CÓ TẮNG PHÔ	Ø 50 (cap)	YS PL5-11/22AR
	ĐÈN BÁO LED	Ø 50 (cap)	YS PL5-DL24R,G,O,Y
	ĐÈN BÁO LED	Ø 80 (cap)	YS PL8-DL24R,G,O,Y
2	ILLUMINATED PUSH BUTTON SWITCH		
	NÚT ẤN ĐÈN CÓ TẮNG PHÔ 220/6,3V	Ø 25/30	YSNPBL2-T22AR
	NÚT ẤN ĐÈN 24V	Ø 25/30	YSNPBL2-024AR
	NÚT ẤN ĐÈN CÓ TẮNG PHÔ 380(/440)/6,3V	Ø 25/30	YSNPBL3-T38/44AR
	NÚT ẤN ĐÈN LED 110V (G,O,R,Y)	Ø 25/30	YSNPBL2-AL/DL 11
	NÚT ẤN ĐÈN LED 220V (G,O,R,Y)	Ø 25/30	YSNPBL2-AL/DL 22
3	PUSH BUTTON SWITCH		
	NÚT NHẤN (1a or 1b)	Ø 25/30	YS AP12/13 - 01
	NÚT NHẤN (1a + 1b)	Ø 25/30	YS AP12/13 - 11
	CONTACT BLOCK 1A OR 1B		
4	SUPER EMERGENCY PUSH BUTTON SWITCH		
	NÚT ẤN KHẨN	Ø 25/30	YSEP 12/13
	NÚT ẤN SIÊU KHẨN	Ø 30	YSSEP 136 -11RA
	NÚT ẤN SIÊU KHẨN	Ø 25	YSSEP 323 -11RA
	NÚT ẤN SIÊU KHẨN	Ø 30	YSSEP 334 -11RA
5	POWER PUSH BUTTON SWITCH		
	NÚT ẤN ĐÔI (DÍNH)	15A	YS PP-15E
	NÚT ẤN ĐÔI (DÍNH)	30A	YS PP-30E
6	ROTARY SWITCH		
	CÔNG TẮC XOAY (2 VỊ TRI - 1a or 1b)	Ø 25/30	YS AR2 - 2 - 01LB
	CÔNG TẮC XOAY (2 VỊ TRI - 3 VỊ TRI) - 1a + 1b	Ø 25/30	YS AR2 - 2 - 11LB
7	KEY SWITCH		
	CÔNG TẮC CÓ KHÓA	Ø 25/30	YS AK2/3 -311

					
					
8	Z TYPE AC MICRO SWITCH				
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 1015 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 1115 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 1215 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 2015 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 2115 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 2215 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 2315 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 3015 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 3315 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 3515 GW-B
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN				YS R 3615 GW-B
	NẮP ĐẬY (Protection cover between terminals)				
9	MINI MICRO SWITCH				
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN MINI				YS P -15C
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN MINI				YS R 1-15C
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN MINI				YS R 2-15C
	LOẠI CÓ NÚT BẮM (Xanh - Đỏ- Vàng...)				YS P 12 -15C
	LOẠI CÓ NÚT BẮM (Xanh - Đỏ- Vàng...)				YS P 9S -15C
	LOẠI CÓ NÚT BẮM (Xanh - Đỏ- Vàng...)				YS P 9D -15C
10	LIMIT SWITCH				
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN				YS 511RL
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN				YS 512RL
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN				YS 513RL/SL

	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN		YS 515L
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN		YS 516PB/P
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN		YS 517RP
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN		YS 518S
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN		YS 519RL
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN (có đèn)		YS 611RL
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN (có đèn)		YS 612RL
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN (có đèn)		YS 613RL/SL
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN (có đèn)		YS 615RL
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN (có đèn)		YS 616PB/P
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN (có đèn)		YS 617 RP
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN (có đèn)		YS 618S
	CÔNG TẮC GIỚI HẠN LỚN (có đèn)		YS 619RL
11	FOOT SWITCH		
	CÔNG TẮC ĐẠP CHÂN		YS FO-C1
12	LEVER SWITCH		
	CÔNG TẮC CẦN GẠT		YS LS13-1212
13	CAM SWITCH (10A)		
	CHUYỂN MẠCH VOLT RS - ST - TR		YS C 4210- C4MOB
	CHUYỂN MẠCH VOLT RS -ST -TR-0- RN -SN -TN		YS C 8300- C4MOB
	CHUYỂN MẠCH AMPERE 3 CT (R -S - T)		YS C 4300 - C4MOB
	CHUYỂN MẠCH AMPERE 2 CT (R -S - T)		YS C 4213 - C4MOB
	CHUYỂN MẠCH OFF <--0--> ON		YS C 308 - C4APB
14	BUZZER		
	CÒI BÁO ĐỘNG	Ø 25/30	YS MB2 (3) -22A
	CÒI BÁO ĐỘNG	Ø 30	YS MB3 -22A
	CÒI BÁO ĐỘNG	Ø 66	YS MB6 -22A
	CÒI BÁO ĐỘNG	Ø 25/30	YS EM2(3)-02D
	CÒI BÁO ĐỘNG	Ø 66	YS EM6-02D
	CÒI BÁO ĐỘNG	Ø 66	YS EM6-11,12D
	CÒI BÁO ĐỘNG	Ø 66	YS EM6- F(AC/DC11~22)
15	POWER RELAY		
	ROLE NGUỒN 25A		YS PR25 - 2PA -A
	ROLE NGUỒN 25A		YS PR25 - 2PC -A
16	KEEP RELAY		

	RƠLE 5A 4a4b loại AC	14 chân	YS MMK05-4PC-A
	RƠLE 5A 4a4b loại DC	14 chân	YS MMK05-4PC-D
	RƠLE 7A 4a4b loại AC	14 chân	YS MM07-4P-A
	RƠLE 7A 4a4b loại DC	14 chân	YS MM07-4P-D
17	CONTROL RELAY		
	RƠLE ĐIỀU KHIỂN	8 chân	YSMRO7-2P220A
	RƠLE ĐIỀU KHIỂN	8 chân - Có đèn	YSMRO7-2P220ASL
	RƠLE ĐIỀU KHIỂN	11 chân	YSMRO5-3P220A
	RƠLE ĐIỀU KHIỂN	11 chân-Có đèn	YSMRO5-3P220ASL
18	MINI POWER RELAY		
	RƠLE KÍNH MINI 5A 2P	Thường	YSMY05 -2P -AS/ 24DS
	RƠLE KÍNH MINI 5A 2P	Thường	YSMY05 -2P -220DS
	RƠLE KÍNH MINI 5A 2P	Có đèn	YSMY05 -2P -ASL/24DSL
	RƠLE KÍNH MINI 3A 4P	Thường	YSMY03 -4P -AS/ 24DS
	RƠLE KÍNH MINI 3A 4P	Có đèn	YSMY03 -4P -ASL/24DSL
	RƠLE KÍNH MINI 10A 2P	Thường	YS LY10 -2PAS/ 24DS
	RƠLE KÍNH MINI 10A 2P	Có đèn	YS LY10 -2PASL/24DSL
	RƠLE KÍNH MINI 10A 4P	Thường	YS LY10 -4PAS
	RƠLE KÍNH MINI 10A 4P	Có đèn	YS LY10 -4PASL
19	TIMER		
	RELAY THỜI GIAN: GIÂY ; PHÚT ; GIỜ	ON DELAY	YS LT A11
		OFF DELAY	YS OT -A00-1S
	 Y- TIMER		YS YT-A00-13
	FLICKER TIMER		YSFT
20	SMALL TIMER		
	RELAY THỜI GIAN NHỎ	2P	YS ST - M2
	RELAY THỜI GIAN NHỎ	4P	YS ST - M4
21	FLOATLESS		
	PHAO NƯỚC		YS FS - C22 - M5
	ĐẾ CẢM ỨNG PHAO NƯỚC		YS FS - 3S
22	SOCKET		
	ĐẾ RELAY 08 CHÂN		YS SK - 08
	ĐẾ RELAY 08 CHÂN (CÓ CÀI)		YS SK - 08F
	ĐẾ RELAY 11 CHÂN		YS SK - 11
	ĐẾ RELAY 14 CHÂN		YSSK14-K

	ĐẾ RELAY KÍNH			MY - 2
	ĐẾ RELAY KÍNH			MY - 4
	ĐẾ RELAY KÍNH			LY - 2
				
23	SEPARATOR/COVER/STOPPER/CHANNEL			
	NHỰA CHẮN		15A/ 25A	YS AS -25
	NHỰA CHẮN		35A	YS AS -35
	NHỰA CHẮN		60A	YS AS -60
	NẮP ĐÂY		1M	YS AC1
	ĐẦU KẸP DOMINO			YS AP
	THANH NHÔM		1M	YS AR -1
24	TERMINAL BLOCK			
	DOMINO ĐỐN		15A	YS AT015 -01
	DOMINO ĐỐN		25A	YS AT025 -01
	DOMINO ĐỐN		35A	YS AT035 -01
	DOMINO ĐỐN		60A	YS AT060 -01
25	TERMINAL BLOCK			
	DOMINO		10A 3P	YS FT010 -03
	DOMINO		15A 6P	YS FT015 -06
	DOMINO		15A 10P	YS FT015 -10
	DOMINO		20A 3P	YS FT020-03
	DOMINO		20A 4P	YS FT020-04
	DOMINO		20A 6P	YS FT020-06
	DOMINO		20A 10P	YS FT020-10

	DOMINO	20A 12P	YS FT020-12	
	DOMINO	20A 15P	YS FT020-15	
	DOMINO	20A 20P	YS FT020-20	
	DOMINO	30A 3P	YS FT030 -03	
	DOMINO	30A 4P	YS FT030 -04	
	DOMINO	30A 6P	YS FT030 -06	
	DOMINO	30A 10P	YS FT030 -10	
	DOMINO	60A 3P	YS FT060 -03	
	DOMINO		60A 4P	YS FT060 -04
	DOMINO		60A 6P	YS FT060 -06
	DOMINO		100A 3P	YS FT100-03
	DOMINO		100A 4P	YS FT100-04
	DOMINO		150A 3P	YS FT150-03
	DOMINO	150A 4P	YS FT150-04	
	DOMINO	200A 3P	YS FT200-03	
	DOMINO	200A 4P	YS FT200-04	
	DOMINO	300A 3P	YS FT300-03	
	DOMINO	300A 4P	YS FT300-04	
	DOMINO	400A 3P	YS FT400-03	
	DOMINO	400A 4P	YS FT400-04	
	DOMINO	500A 3P	YS FT500-03	
	DOMINO	500A 4P	YS FT500-04	
	DOMINO	600A 3P	YS FT600-03	
	DOMINO	600A 4P	YS FT600-04	
26	TEST TERMINAL			
	DOMINO KIỂM TRA		YS TT- 03S	
	DOMINO KIỂM TRA		YS TT- 04S	
27	C-T COMMON TERMINAL BLOCK			
	DOMINO CT		YS CT - 002	
	DOMINO CT		YS CT - 003	
	DOMINO CT		YS CT - 004	
	DOMINO CT		YS CT - 005	
	DOMINO CT		YS CT - 006	

	DOMINO CT		YS CT - 012
28	TEMPERATURE CONTROLLER (KHỐNG CHẾ NHIỆT ĐỘ)		
	KHÔNG KIM 100~200~400~600 C	72x72	YS AN7
	KHÔNG KIM 100~200~400~600 C	96x96	YS AN9
	CÓ KIM GIÓ 100-200-400 C -600 C	96x96	YS AD9
		72x72	YS AF7
	DIGITAL 200 - 400 -999 C	48x96	YS DF6
	DIGITAL 200-400 -600-1000-1200 C	72x72	YS DF7
	DIGITAL 200-400 -600-1000-1200 C	96x96	YS DF9
		48x96	YS DD6
	ĐẦU DÒ NHIỆT (CA COUPLE WIRE 2M)		
29	AC-DC VOLT METER		
	ĐỒNG HỒ DIGITAL AC	48x96	YS VM46 -A
	ĐỒNG HỒ DIGITAL DC	48x96	YS VM46 -D
	ĐỒNG HỒ DIGITAL AC (MULTI-SCALE)		YS AM46 -A -S
30	PROXIMITY S/W		
	CẢM BIẾN TỪ	03DN - 05DN - 08DN	YS P - OS17 -03DN
	CẢM BIẾN TỪ		YS P - OS25 -05DN
	CẢM BIẾN TỪ	10DN - 15DN	YS P - OS30 -10DN
	CẢM BIẾN TỪ	02 - 04 - 05 - 08DN	YS P - OR12 -02DN
	CẢM BIẾN TỪ	02 - 04 - 05 - 08DN	YS P - OR18 -02DN
	CẢM BIẾN TỪ	10DN - 15DN	YS P - OR30 -10DN
31	FUSE HOLDER		
	CẦU CHÌ	Assembly	YS FH - B1
	NẮP CẦU CHÌ	Cover	YS FH - C1
	ĐẾ CẦU CHÌ	Socket	YS FH - S1
	VỎ CẦU CHÌ	1P - 30A	YS FB - 1P30



Bảng 12.4 Thông số tụ bù

STT	TÊN HÀNG HÓA	DUNG LƯỢNG	NHÃN HIỆU	XUẤT XỨ	ĐVT
1	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	15/20/25/30	DUCATI	Italia	kvar
2	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	20/25/30	ENERLUX	Italia	kvar
3	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	15/20/25/30	HAVELLS	Ấn độ	kvar
4	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	20/25/30	EPCOS	Ấn độ	kvar
5	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	15/20/25/30	SINO	China	kvar
6	TỤ BÙ 415V (DẦU)	10/15/20/25/30/40/50	SHIZUKI	Nhật Bản	kvar
7	TỤ BÙ 415V (DẦU)	20/25/30	EUNSUNG	Hàn quốc	kvar
8	TỤ BÙ 415V (DẦU)	20/25/30	SAMWHA	Hàn quốc	kvar

STT	TÊN HÀNG HÓA	CẤP ĐIỀU KHIỂN	NHÃN HIỆU	XUẤT XỨ	ĐVT
1	BỘ ĐIỀU KHIỂN	4 CẤP (96X96)	SK	VN	Bộ
2	BỘ ĐIỀU KHIỂN	6 CẤP	SK	VN	Bộ
3	BỘ ĐIỀU KHIỂN	12 CẤP	SK	VN	Bộ
4	BỘ ĐIỀU KHIỂN	5 CẤP	DUCATI	Italia	Bộ
5	BỘ ĐIỀU KHIỂN	7 CẤP	DUCATI	Italia	Bộ
6	BỘ ĐIỀU KHIỂN	12 CẤP	DUCATI	Italia	Bộ
7	BỘ ĐIỀU KHIỂN	6 CẤP	SHIZUKI	Nhật Bản	Bộ
8	BỘ ĐIỀU KHIỂN	12 CẤP	SHIZUKI	Nhật Bản	Bộ
9	BỘ ĐIỀU KHIỂN	6 CẤP	JKL	TQ	Bộ
10	BỘ ĐIỀU KHIỂN	12 CẤP	JKL	TQ	Bộ



Chương 1

KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN

1.1 Các đặc điểm của cung cấp điện xí nghiệp.

1.1.1 Đặc điểm chung của mạng điện hạ áp.

Xí nghiệp công nghiệp Việt Nam đang tăng trưởng mạnh trong thời gian gần đây, và là phụ tải điện chiếm công suất tiêu thụ lớn nhất hệ thống điện. Trong tình hình kinh tế thị trường hiện nay, các công ty xí nghiệp công nghiệp lớn nhỏ, các tổ hợp sản xuất... đều phải tự quy hoạch, hoạch toán kinh doanh để cạnh tranh quyết liệt về chất lượng và giá cả sản phẩm. Điện năng thực sự đóng góp một phần vào chất lượng, hiệu quả sản xuất và giá thành sản phẩm và quyết định vào sự tồn tại của xí nghiệp.

Thương mại, dịch vụ chiếm một tỷ trọng ngày càng tăng trưởng trong nền kinh tế quốc dân và trở thành khách hàng quan trọng của ngành điện lực Việt Nam. Khách sạn quốc doanh, liên doanh, tư nhân ngày càng nhiều, ngày càng xây dựng nhiều tầng kèm theo các thiết bị ngày càng hiện đại đòi hỏi chất lượng điện phải đảm bảo, tin cậy. Việc thiết kế cấp điện cho loại hình này phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo các tiêu chuẩn thiết kế Việt Nam nếu không sẽ gây ra các sự cố nguy hiểm như: Quá tải, cháy nổ, mất điện liên tục... làm thiệt hại tài sản và có thể nguy hiểm đến tính mạng con người. Loại phụ tải này cần thiết bố trí máy phát dự phòng, đường dây dự phòng, hệ thống báo cháy chống trộm, thoát hiểm... làm việc tin cậy và hiệu quả.

Phụ tải điện sinh hoạt ở thành thị và nông thôn có công suất ngày càng lớn và đa dạng (Máy lạnh, máy giặt, máy nước nóng, tivi, máy tính, máy in....) do mức sống người dân ngày càng được nâng cao, kinh tế ngày càng phát triển và hội nhập. Do vậy thiết kế cấp điện cho loại phụ tải này cũng đòi hỏi lựa chọn các thiết bị tốt, có bảo vệ, đúng chủng loại và phù hợp với nhu cầu sử dụng của người dân. Độ tin cậy và an toàn cung cấp điện cần phải được chú ý.

Chất lượng điện năng được đảm bảo nghĩa là điện áp ổn định, được cấp điện liên tục, các dạng tổn thất nằm trong phạm vi cho phép là yêu cầu quan trọng khi thiết kế cung cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp.

Tóm lại, việc thiết kế, tính toán cung cấp điện cho khu vực công nghiệp, kinh tế, sinh hoạt... là rất đa dạng với những đặc thù khác nhau. Người thiết kế cần khảo sát, phân tích, cân nhắc kỹ các đặc điểm, nhu cầu của từng khu vực, từng đối tượng mới có thể đưa ra được phương án cung cấp điện hợp lý.

1.1.2 Nguồn năng lượng tự nhiên và đặc điểm năng lượng điện

a. Năng lượng thiên nhiên:

Là các dạng năng lượng tồn tại trong môi trường, nó đã hình thành từ xa xưa, đó là những dạng năng lượng quan trọng như: Than đá, dầu khí, nguồn nước, năng lượng mặt trời, sức gió, ...

b. Năng lượng điện:

Chính là điện năng sản xuất ra để phục vụ nhu cầu xã hội, nguồn điện năng này được chuyển hóa từ nhiều dạng năng lượng khác nó có nhiều ưu điểm quan trọng như:

- Dễ dàng chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác như: cơ năng, nhiệt năng, hóa năng, quang năng, ...

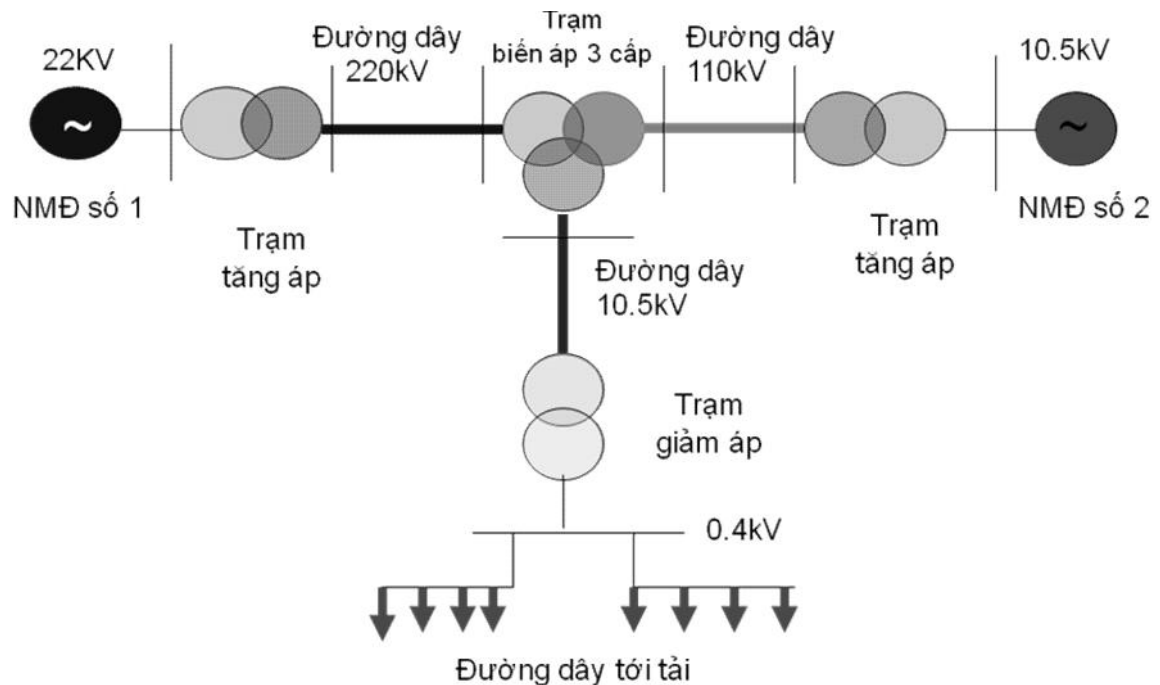
- Dễ truyền tải đi xa với hiệu suất cao.

Đặc điểm của điện năng:

- + Điện năng sản xuất ra nói chung không tích trữ được nhiều (trừ pin, acquy). Mọi thời điểm phải đảm bảo cân bằng điện năng sản xuất ra với điện năng tiêu thụ kể cả các tổn hao khi truyền tải.
- + Quá trình về điện xảy ra rất nhanh như tốc độ lan truyền sóng điện từ gần tốc độ ánh sáng, sét lan truyền, quá trình quá độ, sự cố ngắn mạch,...
- + Ngành công nghiệp điện có mối quan hệ mật thiết với các ngành khác trong đời sống xã hội.

c. Khái niệm về hệ thống điện:

Hệ thống điện là một tập các phần tử hệ thống điện thực hiện chức năng sản xuất, truyền tải, phân phối và tiêu thụ điện năng.



Hình 1.1 Sơ đồ cấu trúc hệ thống điện

1.2 Các dạng nguồn điện:

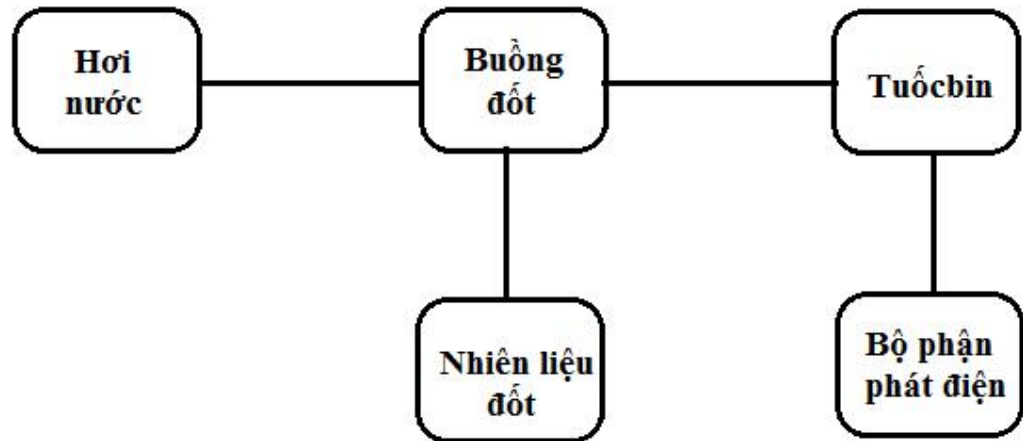
Hiện nay có nhiều phương pháp biến đổi các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, thủy năng, năng lượng gió, địa nhiệt, mặt trời...thành điện năng. Theo đó có nhiều kiểu nguồn phát điện khác nhau như: nhà máy nhiệt điện, thủy điện, trạm điện gió, địa nhiệt, điện mặt trời, điện diesel ...ở Việt Nam nguồn điện được sản xuất ra chủ yếu từ nhà máy nhiệt điện và thủy điện.

Đến nay, tổng công suất các nhà máy điện toàn hệ thống điện (Tính cả trong và ngoài EVN) là 13.512 MW, công suất khả dụng 12.948MW. Tổng công suất lắp đặt của EVN 9.844MW chiếm 72,85% toàn hệ thống (trong đó Thủy điện chiếm 33,79%,

Nhiệt điện than 11,43%), Tua bin khí 24,04%, Nhiệt điện dầu 1,48%, Diesel 2,11%). Tổng sản lượng điện sản xuất hàng năm khoảng 68.699tỷkWh, trong đó của EVN là 50tỷ kWh chiếm tỷ lệ 72,78%.

1.2.1 Nhà máy nhiệt điện:

Đây là nhà một trong những nhà máy điện quan trọng sản xuất ra điện năng trong hệ thống điện nói chung, nó là dạng năng lượng truyền thống. Có hai loại nhà máy nhiệt điện: Nhiệt điện rút hơi và nhiệt điện ngưng hơi.



Hình 1.2 Sơ đồ nguyên lý nhà máy nhiệt điện

Nguyên tắc hoạt động chung của nhà máy là: quá trình chuyển đổi các dạng năng lượng từ Nhiệt – Cơ – Năng lượng điện. Năng lượng nhiệt được tạo ra từ việc đốt nhiên liệu: than đá xấu, than bùn, dầu mazút hoặc các khí đốt tự nhiên... đã qua xử lý, dẫn qua các bộ phận truyền nhiệt, hấp thu nhiệt, tạo ra áp suất nhiệt thổi qua các tầng turbin làm quay rotor máy phát, máy phát phát ra điện. Để nâng cao hiệu suất làm việc nhà máy, người ta luôn xây dựng nhà máy với một chu trình nhiệt khép kín. Có thể sử dụng năng lượng nhiệt dư thừa để cấp cho phụ tải nhiệt xung quanh hoặc tái sinh nhiệt để sử dụng lại với khâu ban đầu. Áp suất hơi khoảng 130kG/cm², nhiệt độ khoảng 540° – 565°C trước khi đưa vào turbin.

Những nhà máy nhiệt điện công suất lớn thường được xây dựng nơi khai thác mỏ, và truyền tải điện đến các trung tâm phụ tải. Hiện nay có công suất tổ máy phát nhiệt điện được chế tạo lên đến 600 000kW.

*** Đặc điểm của nhà máy nhiệt điện ngưng hơi.**

- Xây dựng gần nguồn nguyên liệu.
- Phần lớn điện năng sản xuất ra được đưa lên lưới điện.
- Làm việc với phụ tải tự do.
- Tính linh hoạt trong vận hành kém.
- Khởi động và tăng tải chậm.
- Hiệu suất thấp 30 đến 40%
- Khối lượng tiêu thụ nhiên liệu lớn. Làm ô nhiễm môi trường.

*** Nhà máy nhiệt điện rút hơi có đặc điểm:**

Sản xuất ra 2 dạng năng lượng: Điện năng và nhiệt năng.

Đặc điểm:

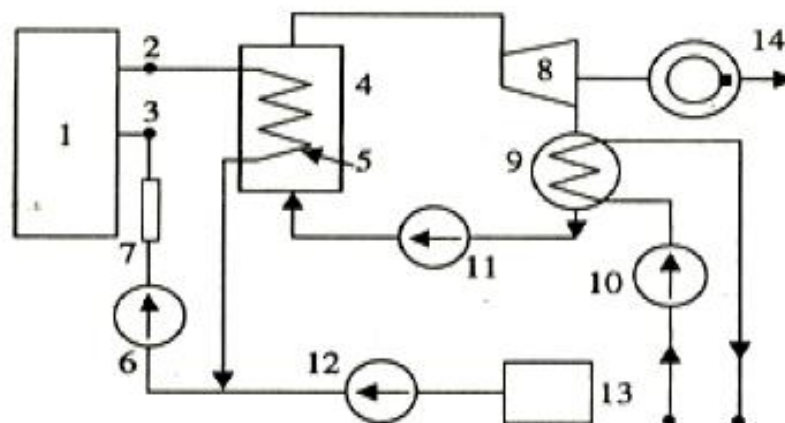
- Xây dựng gần nguồn phụ tải.
- Phần lớn điện năng được sản xuất ra cấp cho phụ tải cấp điện áp máy phát.
- Tính linh hoạt trong vận hành kém.
- Hiệu suất phụ thuộc vào phụ tải nhiệt khoảng 60 đến 70%
- Làm việc với phụ tải đầy hoặc gần đầy khi phủ đầy đồ thị phụ tải.

*** Các nhà máy nhiệt điện tại Việt Nam:**

- Nhà máy nhiệt điện Thủ Đức: công suất 276MW
- Nhà máy nhiệt điện Bà Rịa: Công suất 399MW
- Nhà máy nhiệt điện Cần Thơ: 185MW
- Nhà máy nhiệt điện Phú Mỹ (1; 2.1; 2.1 mở rộng và 4): 2.485MW.
- Nhà máy nhiệt điện Phả Lại (1 và 2): 1.040MW
- Nhà máy nhiệt điện Ninh Bình: 100MW
- Nhà máy nhiệt điện Uông Bí: 110MW
- Nhà máy nhiệt điện Uông Bí mở rộng: 300MW....

1.2.2 Nhà máy điện nguyên tử:

Tương tự nhà máy nhiệt điện về phương diện biến đổi năng lượng: tức là nhiệt năng sinh ra từ việc phân hủy hạt nhân biến thành cơ năng sau đó chuyển thành điện năng. Nhiên liệu chủ yếu dùng trong lò phản ứng hạt nhân là Urani-235 hay Plutoni 239. Chu trình nhiệt là các chu trình khép kín.



Hình 1.3 Sơ đồ nguyên lý nhà máy điện nguyên tử

Đường vòng kín 1: Lò phản ứng hạt nhân 1 và các ống 5 đặt trong bộ trao đổi nhiệt 4. Nhờ bơm 6 nên có áp suất 100at sẽ tuần hoàn chạy qua các ống của lò phản ứng và được đốt nóng đến 270 °C. Bộ lọc 7 dùng để lọc các hạt rắn có trong nước trước khi đi vào lò.

Đường vòng kín 2: gồm bộ trao đổi nhiệt 4, tuốc bin 8, bình ngưng 9. Nước lạnh qua bộ trao đổi nhiệt 4 sẽ hấp thu nhiệt và biến thành hơi có áp suất 12,5at, nhiệt độ 260°C . Hơi nước này làm quay tuốc-bin 8 và máy phát 14, sau đó ngưng đọng lại thành nước ở bình ngưng 9, được bơm 11 đưa trở về bộ trao đổi nhiệt.

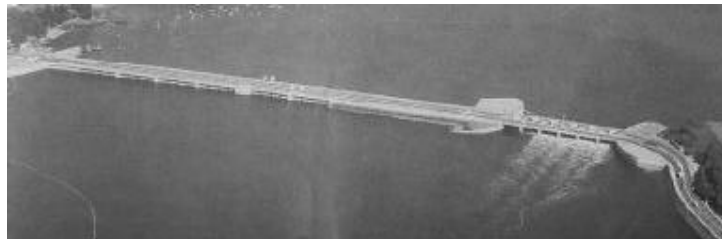
*** Đặc điểm của nhà máy điện nguyên tử:**

- Khả năng làm việc độc lập.
- Lò phản ứng hạt nhân và chất lỏng làm nguội phản ứng là những nguồn phóng xạ nguy hiểm cho cuộc sống.
- Chỉ cần một số lượng khá bé chất phóng xạ để có thể đáp ứng yêu cầu của nhà máy. Một nhà máy có công suất 100MW, mỗi ngày tiêu thụ khoảng nhiều hơn 1kg chất phóng xạ.
- Vận hành linh hoạt, sử dụng đồ thị phụ tải tự do.
- Vốn xây dựng lớn, hiệu suất cao hơn nhà máy nhiệt điện.
- Công suất tổ phát điện nhà máy: 500, 800, 1200, 1500MW.

1.2.3 Nhà máy thủy điện:

Nguyên lý của nhà máy thủy điện là sử dụng năng lượng dòng nước để làm quay trục turbin thủy lực để chạy máy phát. Ở đây quá trình biến đổi năng lượng từ thủy năng-cơ năng-điện năng.

Công suất của nhà máy phụ thuộc vào hai yếu tố chính là lưu lượng dòng nước Q và chiều cao cột nước:



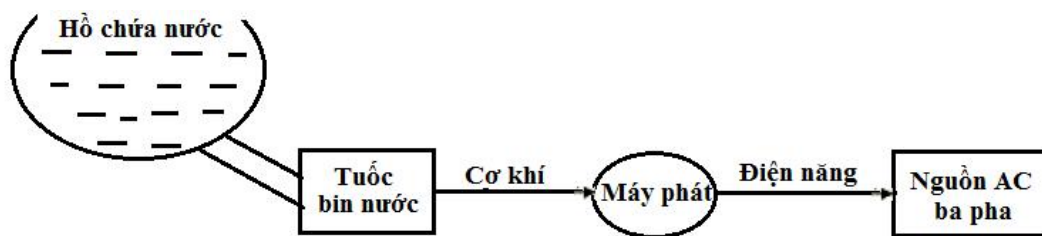
Hình 1.4 Nhà máy thủy điện

$$P = 9,81QH_{\eta}$$

Trong đó: Q : lưu lượng dòng nước (m^3/s)

H : chiều cao cột nước (m)

η : hiệu suất turbin.



Hình 1.5 Sơ đồ nguyên lý phát điện của nhà máy thủy điện.

Có 2 dạng nhà máy thủy điện: loại có đập ngăn và loại dùng máng dẫn nước:

Loại đập ngăn: Thường xây dựng ở những con sông có lưu lượng nước lớn nhưng độ dốc ít. Đập xây chắn ngang sông để tạo độ chênh lệch mực nước hai bên đập. Gian máy và trạm phân phối xây dựng ngay bên cạnh, trên đập. Ví dụ nhà máy thủy điện Sông Đà, Trị An...



Hình 1.6 Nhà máy thủy điện có thể năng thấp

Loại máng dẫn: thường xây dựng trên những con sông có lưu lượng nước ít nhưng độ dốc lớn. Nước từ mực nước cao qua máng dẫn làm quay tuốc bin nước của máy phát điện. Người ta cũng ngăn đập để trữ nước cho cả năm.

Các nhà máy thủy điện ở Việt Nam đều có hồ chứa nước để điều tiết dòng chảy. Hiện tại có 12 hồ chứa đang vận hành đầy đủ và rất nhiều hồ chứa đang xây dựng đến 2015. Hồ chứa lớn nhất đang vận hành là hồ Hòa Bình với dung tích toàn bộ 9,45 tỷ m³ và dung tích phòng lũ là 5,6 tỷ m³.

Các hồ chứa khi xây dựng còn quan tâm đến chống lũ cho hạ lưu, xây dựng đập dâng, cửa xả, tác động địa nhiệt, ảnh hưởng môi trường và biến đổi thực địa....

Hiện nay có các nhà máy thủy điện như:

- Nhà máy thủy điện Đa Nhim: 04 tổ máy phát x 40MW
- Nhà máy thủy điện Trị An: 02 tổ máy phát x 100MW
- Nhà máy thủy điện Thác Mơ: 02 tổ máy phát x 60MW
- Nhà máy thủy điện Yaly: 04 tổ máy phát x 180MW
- Nhà máy thủy điện Hòa Bình: 08 tổ máy phát x 240MW...

So với nhà máy nhiệt điện cùng công suất thì nhà máy thủy điện có những đặc điểm sau:

*** Ưu:**

- Vốn đầu tư nhà máy rẻ hơn với nhiệt điện khoảng (3 đến 5 lần).
- Giá thành điện năng thấp.
- Mức độ tự động hóa ở thủy điện dễ thực hiện hơn.
- Mở máy nhanh hơn nên đáp ứng kịp thời yêu cầu của hệ thống. Thời gian khởi động rất nhanh (5 ÷ 15 phút), việc điều chỉnh phụ tải nhanh chóng và rộng. Thời gian khởi động của nhà máy nhiệt điện từ 6 đến 8 giờ.
- Ít xảy ra sự cố.
- Không có động tác bảo quản, xử lý nhiên liệu, xử lý lò,... như ở nhiệt điện nên vận hành nhà máy đơn giản hơn.
- Thoáng mát, sạch sẽ hơn nhà máy nhiệt điện, ít ô nhiễm môi trường.
- Hiệu suất cao hơn, hiệu suất có thể đạt (85 ÷ 90)%.

Ngoài ra, việc xây dựng còn kết hợp với mục đích thủy lợi, cải thiện môi trường, tiện lợi cho giao thông đường thủy,....

*** Khuyết:**

- Vốn đầu tư lớn, chủ yếu đầu tư vào các công trình đập chắn, hồ chứa.
- Thời gian xây dựng lâu hơn.
- Phải có địa hình địa thế phù hợp.

1.2.4 Các dạng năng lượng mới:

Năng lượng mặt trời: Dùng những tấm pin quang điện, nguyên liệu chính là silic với sulfat đồng và cadini để thu nhiệt lượng từ mặt trời.



Hình 1.7 Các tấm pin năng lượng mặt trời

Năng lượng gió: Làm việc với tốc độ gió giữa 20km/ giờ đến 72km/giờ nên phụ thuộc vào thời tiết.



Hình 1.8 Các trụ phát điện dùng sức gió

Năng lượng địa nhiệt: Khoảng sâu vào lòng đất 30m thì nhiệt độ tăng 1°C , gần các miệng núi lửa nhiệt độ rất cao.

Các nguồn năng lượng khác: khí gas thiên nhiên, khí vi sinh vật, năng lượng sóng biển, các dạng chuyển động khác...



Hình 1.9 Năng lượng sóng biển

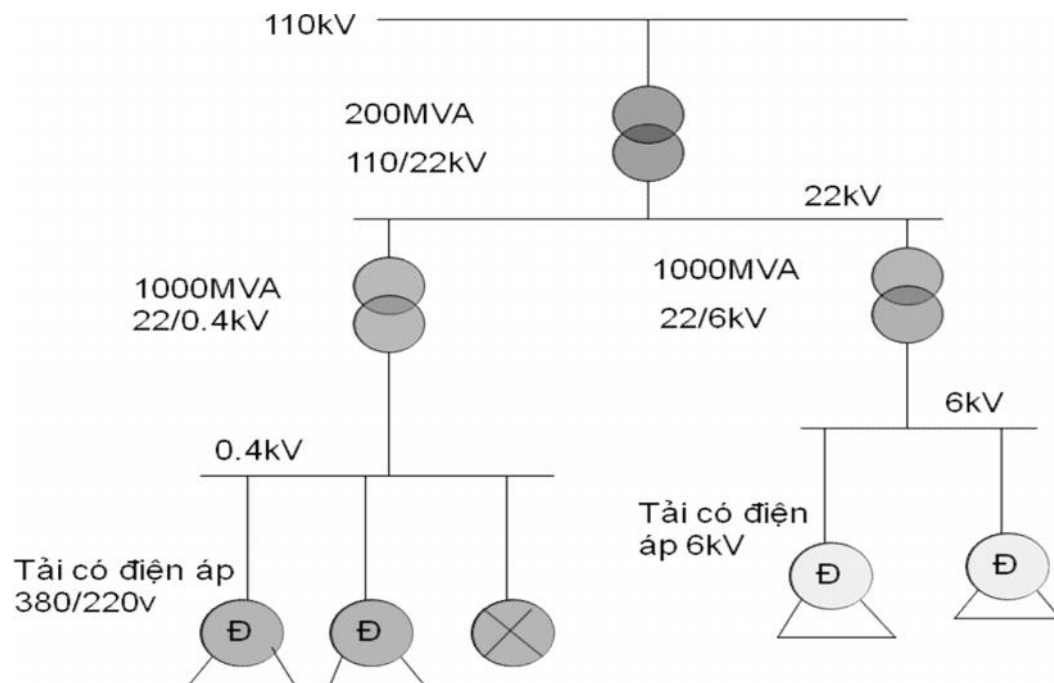
1.3 Khái niệm về mạng điện xí nghiệp công nghiệp.

Mạng điện xí nghiệp thường được kết nối vào lưới trung thế 22, 35 kV để giảm xuống 0,4kV hay 6 đến 10 kV ở cấp điện áp phụ tải sử dụng. Ngoài ra, đối với một số xí nghiệp có quy mô lớn có thể kết nối vào lưới điện 110kV và phải xây dựng trạm trung gian.

Mạng điện xí nghiệp thường được thiết kế dựa theo qui mô phụ tải của xí nghiệp. Những nhà máy xí nghiệp vừa và nhỏ thường chỉ có một trạm biến áp chính được nối vào lưới điện điện lực địa phương cấp điện áp 22kV hoặc 35kV. Mạng hạ áp của xí nghiệp này thường bố trí sơ đồ hỗn hợp: vừa phân nhánh vừa hình tia. Đường dây trục chính là dạng phân nhánh được dẫn đến từng phân xưởng thông qua trạm đóng cắt phân xưởng. Trong phân xưởng có tủ phân phối chính và thực hiện sơ đồ hình tia để điều khiển vận hành các thiết bị hạ áp cụ thể. Đường dây trục chính thường là đường dây trên không, đi dây trên sứ, cột bê tông hoặc đi men theo tường g trên các giá đỡ. Đường dây dẫn đến các thiết bị được đi độc lập và có thiết bị đóng cắt điều khiển riêng.

Đối với các xí nghiệp có qui mô lớn có nhiều phân xưởng công suất lớn được thực hiện sơ đồ đường dây dẫn sâu và có nhiều trạm biến áp phân xưởng. Xu hướng đường dây cao áp được thực hiện đi ngầm để đảm bảo an toàn và không chiếm không gian làm việc, sản xuất.

Khi kế mạng điện xí nghiệp công nghiệp nhiệm vụ người thiết kế thực hiện bao gồm các: Trạm biến áp, sơ đồ mạng điện trong xí nghiệp cao và hạ áp, lựa chọn các thiết bị đóng cắt, bảo vệ, điều khiển, lựa chọn dây dẫn truyền tải và cả qui trình vận hành hệ thống điện này đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện.



Hình 1.10 Sơ đồ mạng điện xí nghiệp

Mạng lưới phân phối điện năng đảm bảo thường xuyên sự liên kết giữa các trạm biến áp với các nơi tiêu thụ điện. Để dễ dàng cho việc phân phối điện năng, các trạm biến áp được lựa chọn phù hợp với nhu cầu phụ tải.

1.4 Các đặc điểm của hệ tiêu thụ

Tùy theo tầm quan trọng trong nền kinh tế và xã hội, hệ tiêu thụ được cung cấp với mức độ tin cậy khác nhau, có 3 loại hệ tiêu thụ:

Hệ loại 1: là hệ tiêu thụ mà khi sự cố mất điện có thể gây nguy hiểm đến tính mạng con người, thiệt hại lớn về kinh tế, dẫn đến hư hỏng thiết bị, gây rối loạn qui trình công nghệ, ảnh hưởng đến an ninh, chính trị xã hội...như: bệnh viện, bưu điện, các cơ quan công an,..

Đối với loại này, phải được cung cấp điện liên tục với độ tin cậy cao, thường dùng 2 nguồn dẫn đến, có đường dây dự phòng, nguồn dự phòng,...thời gian mất điện cho phép bằng thời gian đóng nguồn dự trữ tự động.

Hộ loại 2: là những hộ tiêu thụ mà khi mất điện chỉ liên quan đến hàng loạt sản phẩm không sản xuất được, thiệt hại kinh tế, lãng phí sức lao động ...như các phân xưởng cơ khí, xí nghiệp công nghiệp nhẹ...

Đối với loại này, phương án cung cấp điện có thể có hoặc không có nguồn dự phòng, một hay hai đường dây. Việc chọn phương án cần dựa vào vốn đầu tư ban đầu so với giá trị thiệt hại kinh tế do ngừng cấp điện. Thời gian cho phép ngừng cấp điện bằng thời gian đóng nguồn dự trữ bằng tay.

Hộ loại 3: là các hộ còn lại ngoài 2 loại trên, là những hộ không cần thiết cung cấp điện với độ tin cậy cao, là những hộ cho phép mất điện trong thời gian sửa chữa, thay thế thiết bị sự cố, thời gian mất điện trong 24 giờ. Ví dụ như các khu các khu nhà ở, các kho chứa, mạng điện nông thôn, nông nghiệp...Ta có thể dùng một đường dây đến hộ này.

Dựa vào tính chất các hộ tiêu thụ là chỉ tiêu lựa chọn hợp lý các sơ đồ cung cấp điện. Ngoài ra, các hộ tiêu thụ xí nghiệp cũng được phân loại theo chế độ làm việc:

- Hộ tiêu tiêu thụ có chế độ làm việc dài hạn: khi đó phụ tải không thay đổi hay thay đổi rất ít. Các thiết bị làm việc lâu dài mà nhiệt độ không vượt quá nhiệt độ cho phép.
- Hộ tiêu tiêu thụ có chế độ phụ tải làm việc ngắn hạn: khi đó phụ tải làm việc không đủ dài để nhiệt độ vượt quá nhiệt độ cho phép.
- Hộ tiêu tiêu thụ có chế độ phụ tải làm việc ngắn hạn lặp lại: khi đó phụ tải làm việc trong thời gian ngắn xen kẽ với thời gian nghỉ ngắn hạn.

1.5 Các yêu cầu khi thiết kế cung cấp điện

Khoảng 70 % điện năng sản xuất ra được sử dụng cho các xí nghiệp công nghiệp. Vì vậy vấn đề cung cấp điện cho lĩnh vực công nghiệp có ý nghĩa to lớn đối với nền kinh tế quốc dân. Đảm bảo cung cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp công nghiệp tức là đảm bảo cho 1 ngàn h kinh tế quan trọng nhất của đất nước hoạt động liên tục, phát huy được tiềm năng của nó, về mặt sản xuất và tiêu thụ điện năng thì công nghiệp là lĩnh vực tiêu thụ nhiều điện năng nhất. Vì vậy cung cấp và sử dụng điện hợp lý trong lĩnh vực này sẽ có tác dụng trực tiếp đến việc khai thác khả năng của các nhà máy phát điện và sử dụng hiệu quả lượng điện năng sản xuất ra.

Mục tiêu chủ yếu của thiết kế cung cấp điện là đảm bảo cho hộ tiêu thụ luôn luôn đủ điện năng với chất lượng nằm trong phạm vi cho phép.

Một phương án cung cấp điện xí nghiệp được xem là hợp lý khi thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Vốn đầu tư nhỏ, chú ý đến tiết kiệm ngoại tệ quý, vật tư hiếm.
- Đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện cao tùy theo tính chất hộ tiêu thụ.
- Chi phí vận hành hàng năm thấp.
- Thuận tiện trong vận hành, bảo quản, sửa chữa,...
- Đảm bảo chất lượng điện năng mà chủ yếu là đảm bảo độ lệch điện áp, độ dao động điện áp, dao động tần số.
- Yếu tố phát triển tài trong tương lai, thời gian thi công ngắn,...

Những yêu cầu trên thường mâu thuẫn nhau, nên người thiết kế phải biết cân nhắc và kết hợp hài hòa các yếu tố hoàn cảnh thực tế cụ thể.

Sau đây là một số bước chính để thực hiện một bản vẽ thiết kế kỹ thuật đối với phương án cung cấp điện xí nghiệp:

1. Xác định phụ tải tính toán của từng phân xưởng và của toàn xí nghiệp để đánh giá nhu cầu điện và chọn phương án cung cấp điện.
2. Xác định phương án về nguồn điện: điện áp cung cấp
3. Xác định sơ đồ cấu trúc mạng: chọn sơ đồ cung cấp điện.
4. Chọn thiết bị cho mạng: Thiết bị đóng cắt, điều khiển và bảo vệ.
5. Tính toán chống sét, nối đất chống sét và nối đất an toàn cho người và thiết bị khi vận hành.
6. Tính toán chỉ tiêu kinh tế-kỹ thuật cụ thể đối với mạng lưới điện sẽ thiết kế (Các tổn thất, hệ số công suất $\cos\phi$, dung lượng bù...)
7. Các khâu khác như: bản vẽ điện, bảng vẽ lắp đặt, bảng chiết tính vật tư, công việc tổ chức thực hiện lắp đặt.... các biên bản thi công, nghiệm thu, bàn giao.

1.6 Hướng nghiên cứu và phát triển trong lĩnh vực cung cấp điện

Tất cả các nước đều sản xuất ra điện năng, sự tiêu thụ điện năng cho 1 đầu người hàng năm đối với mỗi nước có khác nhau, thể hiện sức sản xuất của cải vật chất cho xã hội và mức sống sử dụng điện trung bình của người dân nước đó. Việc sử dụng các dạng năng lượng khác để biến thành điện năng của mỗi nước là tùy tình hình tài nguyên và đường lối phát triển năng lượng của mỗi nước.

Nhà máy nhiệt điện là 1 dạng nguồn điện kinh điển sử dụng nhiên liệu: than, dầu, khí đốt,...chiếm tỉ lệ khá cao. Hiện nay ở miền Bắc nước ta do có mỏ than lớn nên đã xây dựng các nhà máy nhiệt điện chạy than lớn như: nhiệt điện Phả Lại 1 (400 MW), Phả Lại 2 (600MW), Uông Bí (300MW) và một số nhà máy nhiệt điện khác. Ở miền Nam, do có nguồn khí khai thác từ các mỏ dầu nên đã xây dựng các nhà máy nhiệt điện chạy khí lớn như Phú Mỹ 1 (900MW), Phú Mỹ 2,1 và 2,2 (gần 600 MW). Do có nguồn khí lớn nên dự kiến sẽ xây thêm 1 số nhà máy nhiệt điện chạy khí ở khu vực này.

Nhà máy nhiệt điện điêzen có công suất nhỏ (khoảng hàng trăm KW) thường được dùng làm nguồn dự phòng hoặc làm nguồn điện cho những vùng chưa có lưới điện quốc gia. Ở miền Bắc có nhà máy thủy điện Hòa Bình (1920 MW), nhà máy thủy điện Thác Bà (108 MW), Ở miền Trung có nhà máy thủy điện Ya Ly (700MW), ở miền Nam có nhà máy thủy điện Trị An (400MW). Ngoài ra còn có 1 số nhà máy thủy điện khác có công suất nhỏ như thủy điện Vĩnh Sơn, thủy điện Sông Hinh, thủy điện Đa Nhim. Trong tương lai nước ta sẽ xây thêm một số nhà máy thủy điện lớn như: thủy điện Sơn La, thủy điện Sông Gâm ở miền bắc, thủy điện Bản Mai ở miền Trung.

Giá thành điện năng do nhà máy thủy điện sản xuất ra tương đối rẻ, hơn nữa công trình thủy điện kết hợp với tưới tiêu, chống lũ,... nên có nhiều tiện ích. Vì vậy người ta thường ưu tiên phát triển thủy điện. Tuy nhiên giữa thủy điện và nhiệt điện phải có tỉ lệ hợp lý thì hệ thống điện quốc gia mới có thể vận hành an toàn và kinh tế.

Bảng 1.1 Thống kê nhu cầu các nguồn năng lượng để phục vụ sản xuất điện năng.

Năm	Năm 2015		Năm 2020	
	Khai thác	Sản lượng điện (tỷ kWh) - PA thấp/ cơ sở/ cao	Khai thác	Sản lượng điện (tỷ kWh) - PA thấp/ cơ sở/ cao
Sản lượng than(triệu tấn)	55,8		64,3	
- Cho sản xuất điện	23,1	55,2	33,1	82,2
- Cho ngành khác	32,7		31,2	
Sản lượng khí đốt (tỷ m³)	15,1		18,3	
- Cho sản xuất điện(tỷ m ³)	13,1		16	
- Cho ngành khác(tỷ m ³)	2,0	77,6	2,3	80
Thủy điện	16.300 MW	58,7	19.400 MW	62,6
Năng lượng mới	1.420 MW	4,9	2.770 MW	7,7
Tổng sản xuất điện trong nước(TWh)		184,3		232,5
Tổng nhu cầu điện(TWh)		216/257/330		334/461/657
Thừa(+), thiếu(-)		-21,2/-62,2/ -135,2		-101,5/-228,5/- 424,5

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1. Đặc điểm của năng lượng điện?
2. Nêu nguyên tắc phát điện và đặc điểm của nhà máy thủy điện, nhiệt điện và điện nguyên tử?
3. Hộ tiêu thụ là gì? Có mấy loại, đặc điểm từng loại?
4. Yêu cầu cơ bản khi thiết kế một hệ thống cung cấp điện?
5. Nêu và phân tích những đặc điểm của quá trình sản xuất, phân phối và tiêu thụ điện năng?
6. Hãy trình bày những hiểu biết của mình về nguồn năng lượng tái sinh và triển vọng của các nhà máy sử dụng nguồn năng lượng này ?

CHƯƠNG 2

CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ - KỸ THUẬT CỦA PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN

2.1. Khái niệm chung:

Khi thiết kế hệ thống cung cấp điện xí nghiệp cần giải quyết những vấn đề quan trọng sau:

- Dựa trên quan điểm kinh tế – kỹ thuật, lựa chọn sơ đồ cung cấp điện hợp lý nhất.
- Trên cơ sở những lập luận chặt chẽ và chính xác về kinh tế – kỹ thuật ta chọn số lượng và dung lượng máy biến áp cho trạm hạ áp và trạm biến áp phân xưởng của xí nghiệp.
- Chọn cấp điện áp hợp lý tối ưu cho lưới điện, việc này có ảnh hưởng đến vốn đầu tư, khối lượng kim loại màu, tổn thất điện năng và chi phí vận hành.
- Chọn các thiết bị và khí cụ điện, sứ cách điện và các phần tử dẫn điện khác theo yêu cầu kinh tế – kỹ thuật hợp lý.
- Chọn tiết diện dây dẫn, thanh cái, cáp theo những yêu cầu về kỹ thuật và kinh tế.

Thật ra có nhiều biện pháp kỹ thuật để giải bài toán về cung cấp điện xí nghiệp. Do đó, đối với cung cấp điện xí nghiệp sẽ có nhiều phương án cần phải tính toán kinh tế kỹ thuật, từ đó tiến hành so sánh để chọn phương án tốt nhất.

Điều kiện đầu tiên để các phương án được liệt vào danh sách những phương án đem so sánh là chúng phải đảm bảo được các yêu cầu kỹ thuật cơ bản. Một phương án cung cấp điện tuy rẻ tiền nhưng không đảm bảo được các yêu cầu kỹ thuật cơ bản về chất lượng điện, về độ tin cậy cung cấp điện, về an toàn,... thì phương án cần phải loại ra ngay từ đầu.

Trong số các phương án đã đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật cơ bản thì tính hợp lý về kinh tế là chỉ tiêu duy nhất để chọn.

Khi tính toán kinh tế – kỹ thuật, yêu cầu tiến hành một số lớn các bài toán phức tạp do đó cần sử dụng máy vi tính.

Các chỉ tiêu kỹ thuật bao gồm: chất lượng điện, độ tin cậy, sự thuận tiện trong vận hành, độ bền vững của công trình, khối lượng sửa chữa định kỳ và đại tu, mức độ tự động hóa, vấn đề an toàn,... Các chỉ tiêu kinh tế cơ bản là: vốn đầu tư ban đầu và chi phí vận hành hàng năm.

Tuy vậy, cần chú ý: khi tiến hành tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật của các phương án, ta chỉ có thể đề cập đến một số yếu tố cơ bản chứ không thể xét toàn bộ các yếu tố ảnh hưởng đến việc chọn các phương án. Do vậy kết quả tính toán mới chỉ là căn cứ quan trọng chứ chưa phải là quyết định cuối cùng để lựa chọn phương án. Vì lúc quyết định phương án ta còn phải xem xét thêm về các mặt khác như: đường lối phát triển kinh tế nói chung và phát triển công nghiệp; tốc độ và quy mô phát triển, tổng số vốn mà nhà nước có thể đầu tư, tình hình cung cấp vật tư và thiết bị, trình độ thi công và vận hành,... và những yêu cầu đặc biệt khác về chính trị và quốc phòng,... Công việc này đòi hỏi người thiết kế phải hiểu biết tình hình thực tế, phải có kinh

nghiệm đã tích lũy và phải vận dụng được những điều hiểu biết về đường lối chính trị kinh tế vào việc so sánh và lựa chọn này.

2.2. Phương pháp tính toán kinh tế kỹ thuật:

2.2.1. Phương pháp thời hạn thu hồi vốn đầu tư:

Phương pháp này có thể viết dưới dạng (2.1)

$$T = \frac{V_A - V_B}{C_B - C_A} \quad (2-1)$$

Trong đó V_A, V_B – là vốn đầu tư của phương án A và B, đơn vị 10^3 đồng.

C_A, C_B – chi phí vận hành hàng năm của phương án A và B, đơn vị $[10^3 \text{ đồng}]/\text{năm}$.

Hoặc viết dưới dạng: chi phí tính toán C_{tt} như sau:

$$C_{tt} = k_{dm} \cdot V + C_{v.h} \quad (2-2)$$

Ở đây: k_{dm} - hệ số hiệu quả định mức; $C_{v.h}$ – chi phí vận hành hàng năm.

a/ Trường hợp có hai phương án:

Trường hợp này sử dụng phương pháp thời gian thu hồi vốn đầu tư phụ:

Phương pháp này cho ta biết phương án nào là tối ưu: phương án A có vốn đầu tư lớn hơn nhưng chi phí vận hành hàng năm nhỏ ($V_A > V_B; C_A < C_B$), phương án B có vốn đầu tư bé, nhưng chi phí vận hành hàng năm lại lớn. Muốn có được giả i pháp ta cần xác định thời gian thu hồi vốn đầu tư phụ theo công thức (2-1). Ở đây, T là thời gian cần thiết để thu lại số vốn đầu tư nhiều hơn (vốn đầu tư phụ) do chi phí vận hành hàng năm của phương án A bé hơn nên tiết kiệm được.

Đại lượng nghịch đảo của T là: $\frac{1}{T} = k$ được gọi là hệ số hiệu quả kinh tế, nó

nói lên mức độ sử dụng hiệu quả vốn đầu tư phụ. Do vậy $\frac{1}{k} = T$ lại chính là thời gian thu hồi vốn đầu tư phụ. Thời gian thu hồi vốn đầu tư phụ T thay đổi tùy theo tính chất của công trình và tình hình kinh tế của mỗi nước. Nhìn chung, ở những nước phát triển tiềm năng kinh tế lớn thì người ta quy định thời gian thu hồi vốn đầu tư dài, còn ở những nước đang phát triển cần quay vòng vốn nhanh để xây dựng, thì người ta qui định thu hồi vốn đầu tư tương đối ngắn. Ở nước Nga hệ số hiệu quả kinh tế định mức ký hiệu là k_{dm} lấy bằng 0,12, tức là $T_{dm} = 8,33$ năm, còn ở nước ta qui định $k_{dm} = 0,2$ và $T_{dm} = 5$ năm.

Khi so sánh hai phương án, không nhất thiết lúc nào cũng phải dùng phương pháp thời hạn thu hồi vốn. Ví dụ, một trong hai phương án có vốn đầu tư và chi phí vận hành hàng năm đều nhỏ ($V_A < V_B; C_A < C_B$) thì rõ ràng ta chọn phương án A. Hoặc, khi hai phương án này có vốn đầu tư ngang nhau nhưng chi phí vận hành hàng năm khác nhau hay ngược lại, tức là: $V_A = V_B; C_A > C_B$ hay $C_A = C_B, V_A > V_B$ thì cũng không cần tính thời hạn thu hồi vốn theo công thức (2-1).

Nhược điểm của phương pháp này là:

- Khối lượng tính toán khá lớn khi có nhiều phương án khác nhau vì ta phải tổ hợp từng cặp phương án.

- Khi vốn đầu tư ban đầu hoặc chi phí vận hành hàng năm của hai phương án chênh lệch nhau không nhiều.

Ví dụ 2.1: Một công trình có hai phương án, có $V_A = 30.10^3$ đồng, $V_B = 29,5.10^3$ đồng, $C_A = 3,0.10^3$ đồng/năm, $C_B = 3,01.10^3$ đồng/năm thì:

$$T = \frac{V_A - V_B}{C_B - C_A} = \frac{30 - 29,5}{3,01 - 3,0} = 50 \text{ năm}$$

Tức là nếu dùng phương án A thì sau 50 năm mới chuộc lại được sự chênh lệch về vốn đầu tư đó, do đó tính kinh tế của phương án A xấu hơn nhiều so với phương án B. Thực ra, từ những số liệu so sánh của hai phương án ta thấy rằng chúng tương đương nhau và nằm trong giới hạn sai số cho phép. Do vậy, nếu dùng công thức (2-2) ta thấy rõ điều này:

$$C_{tt1} = k_{dm} \cdot V_1 + C_V \cdot h_1 = 0,20 \cdot 30 + 3,0 = 9.10^3 \text{ đồng}$$

$$C_{tt2} = k_{dm} \cdot V_2 + C_V \cdot h_2 = 0,20 \cdot 29,5 + 3,01 = 8,91.10^3 \text{ đồng}$$

Kết quả cho thấy hai phương án tương đương nhau về phương diện kinh tế.

Chi phí vận hành hàng năm trong hệ thống cung cấp điện xí nghiệp bao gồm:

$$C_{vh} = C_{\Delta A} + C_{cn} + C_{bq} + C_{kh} + C_{md} + C_{phụ}$$

➤ Tổn thất điện năng

$$C_{\Delta A} = \Delta A \cdot \beta \text{ với } \Delta A - \text{tổn thất điện năng hàng năm, [KWh]}$$

β - giá 1, KWh, đơn vị [đồng].

➤ Chi phí về lương của cán bộ và công nhân vận hành hệ thống cung cấp điện: C_{cn} .

➤ Chi phí về tu sửa bảo quản: C_{bq} .

➤ Chi phí về khấu hao: C_{kh} .

➤ Chi phí tổn thất kinh tế do mất điện C_{md} , chi phí này được kể đến khi so sánh giữa các phương án có tính đến độ tin cậy cung cấp điện.

➤ Chi phí phụ khác như làm mát, sưởi ấm ...

Thông thường chi phí C_{cn} và $C_{phụ}$ giữa phương án không khác nhau mấy nên khi so sánh phương án thường bỏ qua.

Khấu hao hàng năm bao gồm: khấu hao để phục hồi vốn cơ bản C_r và để đại tu C_{dt} :

$$C_{kh} = C_r + C_{dt}$$

Do vậy, chi phí vận hành hàng năm để so sánh các phương án chỉ gồm:

$$C_{vh} = C_{\Delta A} + C_{kh} \quad (2-3)$$

Nếu khi xét, ta chú ý đến biểu thức (2-3), thì biểu thức (2-1) sẽ là:

$$T = \frac{V_A - V_B}{C_B - C_A} = \frac{V_A - V_B}{C_{\Delta A_B} + C_{KH_B} - C_{\Delta A_A} - C_{KH_A}}$$

$$\text{Hay } T = \frac{V_A - V_B}{C_{\Delta A_B} - C_{\Delta A_A} - (C_{KH_A} - C_{KH_B})} \quad (2-4)$$

Nếu gọi φ - tỉ lệ khấu hao tính theo đơn vị tương đối:

$$\varphi = \frac{\varphi\%}{100}$$

V- vốn đầu tư, tính 10^3 đồng.

C_{kh} khấu hao hàng năm 10^3 đồng/năm:

Ta sẽ có: $C_{kh} = \varphi \cdot V$.

Do vậy, công thức (2.4) sẽ trở thành:

$$T = \frac{V_A - V_B}{C_{\Delta A_B} - C_{\Delta A_A} - \varphi(V_A - V_B)} = \frac{\Delta V}{\Delta C_{\Delta A} - \varphi \Delta V}$$

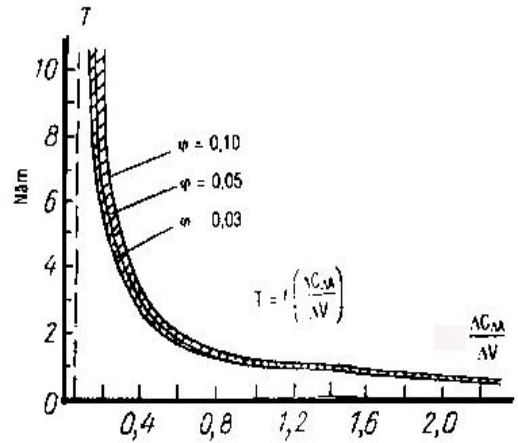
$$\text{Hay } T = \frac{1}{\frac{\Delta C_{\Delta A}}{\Delta V} - \varphi} \quad (2-5)$$

Biểu thức (2-5) được thể hiện bằng đường cong hình (2 -1). Các đường cong xây dựng với những tỉ lệ khấu hao tương đối khác nhau đối với từng loại thiết bị trong hệ thống cung cấp điện và nằm trong giới hạn từ:

$\varphi = 0,03$ – đối với đường dây cáp

$\varphi = 0,10$ – đối với thiết bị trong trạm điện

Từ những đường cong trên hình (2.1), ta thấy: khi giới hạn thu hồi vốn đầu tư phụ tăng quá 8 năm thì lượng chi phí vận hành hàng năm của mỗi một đồng giảm rất ít. Do đó, thời hạn thu hồi vốn đầu tư phụ khi so sánh phương án trong hệ thống điện ở Nga thường lấy là 8 năm.



Hình 2.1 Đường cong thu hồi vốn

b/ Trường hợp có ba hoặc nhiều phương án:

Nếu ta sử dụng công thức (2-1) để tính thời hạn thu hồi vốn đầu tư phụ của từng cặp trong số phương án sẽ gặp nhiều khó khăn. Trường hợp đơn giản nhất, khi đầu tư cơ bản cùng một lúc (nếu thời gian xây dựng ít hơn một năm) và chi phí vận hành hàng năm là cố định thì việc so sánh phương án nên chuyển sang xét tổng chi phí tính toán hàng năm theo công thức (2-2):

$$C_{tt} = k_{dm} \cdot V + C_{vh} = \min$$

Khi thời gian xây dựng lớn hơn một năm và chi phí vận hành hàng năm là cố định ta vẫn sử dụng công thức (2-2) nhưng vốn đầu tư tính toán V_{tt} tính theo công thức phức tạp hơn:

$$V_{tt} = \sum_{t=1}^{T_x} V_t (1 + k_{\text{nm}})^{T_x-t}$$

Trong đó: T_x – thời gian xây dựng xong công trình

V_t – vốn đầu tư ở năm thứ t đang xây dựng.

* Tổng số vốn đầu tư V :

Tổng số vốn đầu tư V được tính theo biểu thức sau:

$$V = V_{tb} + V_{xd}$$

V_{tb} – vốn đầu tư về thiết bị kể cả đầu tư để lắp ráp chúng.

V_{xd} – vốn đầu tư về các công trình xây dựng trạm biến áp, trạm phân phối, trạm điều khiển,...

Vốn đầu tư về thiết bị V_{tb} chủ yếu kể tới đầu tư về trạm biến áp và phân phối như tiền mua máy biến áp, thiết bị phân phối, thiết bị đóng cắt, bảo vệ,... và đầu tư về đường dây như tiền mua dây dẫn cột, xà, sứ; nếu là đường dây thì phải kể đến tiền đào rãnh, xây hầm cáp,... Nếu phương án do yêu cầu nâng cao chất lượng điện và hệ số công suất $\cos\varphi$ mà phải đặt thêm thiết bị bù thì ta phải tính thêm vốn đầu tư cho các thiết bị bù đó ($V_{bù}$). Đối với phương án dùng phương pháp “dẫn sâu”, đưa đường dây điện áp cao vào sâu trong xí nghiệp, do vậy đường dây chiếm một dải đất mà trên đó không xây dựng được các công trình sản xuất khác, thì chúng ta phải tính thêm vốn đầu tư về dải đất đó ($V_{đất}$).

Ví dụ 2.2. Hãy so sánh tính kinh tế của hai phương án thực hiện cho một công trình. Hai phương án này khác nhau về vốn đầu tư và chi phí vận hành.

Vốn đầu tư đối với phương án I (tính đến lúc bắt đầu khai thác) là 10 triệu đồng; còn chi phí vận hành hàng năm là một triệu đồng/năm.

Vốn đầu tư đối với phương án II là 5 triệu đồng, còn chi phí vận hành hàng năm là 2 triệu đồng/năm.

Thời hạn thu hồi vốn đầu tư phụ theo định mức là 8 năm, (hệ số hiệu quả kinh tế định mức là 12,5%).

Theo công thức 2-1, ta xác định được thời gian thu hồi vốn đầu tư phụ.

$$T = \frac{V_A - V_B}{C_B - C_A} = \frac{10 - 5}{2 - 1} = 5 \text{ năm}$$

Như vậy, so sánh thời gian thu hồi định mức cho là 8 năm thì ta thấy rõ tính kinh tế của phương án đầu tiên.

Ta cũng sẽ nhận được kết luận trên nếu sử dụng công thức (2-2). Thật vậy, chi phí tính toán của phương án đầu tiên A là:

$$C_{ttA} = k_{dm} V_A + C_{vha} = 0,125 \cdot 10 + 1 = 2,25 \text{ triệu đồng.}$$

Chi phí tính toán của phương án II (B) là:

$$C_{ttB} = k_{dm} V_B + C_{vha} = 0,125 \cdot 5 + 2 = 2,625 \text{ triệu đồng.}$$

2.2.2 Một số phương pháp toán học được dùng trong tính toán kinh tế kỹ thuật :

Ngày nay, người ta sử dụng nhiều phương pháp toán học khác nhau để tính toán kinh tế kỹ thuật.

Khi tính toán kinh tế trong việc chọn điện áp hợp lý cho hệ thống cung cấp điện xí nghiệp hoặc khi tính tiết điện kinh tế của đường dây, ta thường sử dụng những phương pháp phân tích kinh điện (như phương pháp xấp xỉ, phương pháp nội suy).

Khi tính toán kinh tế kỹ thuật nhằm tối ưu hóa cho công trình thiết kế mới, hoặc cải tạo hệ thống cung cấp điện xí nghiệp để nâng cao khả năng truyền tải của đường dây, ta phải sử dụng những phương pháp toán học phức tạp hơn: qui hoạch tuyến tính, phi tuyến hoặc qui hoạch động.

Trong vận hành và thiết kế cung cấp điện xí nghiệp, ta sử dụng máy vi tính để giải các bài toán cơ bản về kinh tế kỹ thuật, vì việc này không những có lợi trong trường hợp phép toán công kênh và phức tạp mà ngay cả với khi phép tính đơn giản nhưng phải tính nhiều lần. Điều này rất hay gặp trong thực tế.

2.3. Tính tổn thất kinh tế do ngừng cung cấp điện:

Nếu kể đến độ tin cậy cung cấp điện, thì khi tính toán kinh tế kỹ thuật của các phương án nghiên cứu, ta phải quan tâm đến thiệt hại sản xuất do việc gián đoạn cung cấp điện gây nên. Khi đó, chi phí vận hành hàng năm phải tính đến tổn thất kinh tế do mất điện, tức là:

$$C_{tt} = k_{dm} \cdot V + C_{vh} + C_{md} = \min$$

Ở đây chúng ta không xét đến những thiệt hại do điện năng được cung cấp kém chất lượng (điện áp và tần số lệch giá trị số cho phép) mà chỉ chú ý đến việc mất điện do các nguồn cung cấp kém tin cậy gây ra.

Thiệt hại cho nền kinh tế quốc dân thường do những nguyên nhân sau đây:

- Không sản xuất đủ sản phẩm.
- Hư hỏng sản phẩm (một phần hay toàn bộ) trong thời gian xí nghiệp bị cắt điện.
- Hư hỏng thiết bị.
- Rối loạn quá trình công nghệ có thể kéo dài một thời gian sau khi cung cấp điện trở lại.
- Trả lương cho công nhân không có việc làm trong thời gian mất điện; trả lương hưu cho những người mất sức lao động do tai nạn khi mất điện và tiền trợ cấp cho những người bị mất sức lao động tạm thời.

Ngày nay, một số công trình nghiên cứu đã đưa ra những công thức để tính thiệt hại thực tế khi tính toán kinh tế trong lĩnh vực năng lượng. Ví dụ, thiệt hại kinh tế do việc ngừng cung cấp điện đối với xí nghiệp có thể xác định theo biểu thức:

$$C_{mn} = N\bar{P}, \bar{TC}$$

Với: N – số lần mất điện trong 1 năm.

$\bar{T}$ – kỳ vọng toán của thời gian phục hồi cung cấp điện, đơn vị: giờ.

$\bar{P}$ – Kỳ vọng toán của phụ tải [kw].

C – tổn thất kinh tế khi ngừng cung cấp một kwh điện.

Số lần mất điện trong một năm N là một đại lượng ngẫu nhiên phụ thuộc vào các yếu tố như: sơ đồ đấu dây, chất lượng của các thiết bị điện và trình độ vận hành của nhân viên, số liệu này do kinh nghiệm vận hành thống kê lại mà có.

T – là thời gian trung bình cần cho một lần phục hồi cung cấp điện. Vì nguyên nhân mất điện rất nhiều và rất ngẫu nhiên nên thời gian phục hồi cung cấp điện cũng rất khác nhau, do vậy ta chỉ tính được trị số trung bình theo xác suất của nó mà thôi.

$\bar{P}$ - được tính như sau:

$$\bar{P} = \frac{T_{\max} \cdot P_{\max}}{8760} \quad (2-6)$$

Trong đó, $T_{\max}$ – thời gian sử dụng công suất lớn nhất $P_{\max}$, tính bằng giờ [h].

Tuy vậy, cho đến nay vẫn chưa có phương pháp đáng tin cậy để đánh giá trị số $C_{\text{mđ}}$. Do đó ta chỉ tính tới nó trong trường hợp thật cần thiết. Tổn thất kinh tế do ngừng cung cấp điện chủ yếu được dùng để đánh giá kinh tế đối với phụ tải loại II, còn đối với phụ tải loại I và loại III rõ ràng không sử dụng chỉ tiêu này.

2.4 Tính toán kinh tế kỹ thuật trong trường hợp mở rộng và thay thế

2.4.1 Sự phát triển của hệ thống điện

Sự phát triển liên tục của phụ tải đòi hỏi phải phát triển thêm nguồn và lưới điện hiện đại. Sự phát triển này đòi hỏi phải tối ưu về kinh tế.

Tổng chi phí của bất kỳ một công trình xây dựng nào cũng được chia làm hai phần:

- ✓ Tổng vốn đầu tư ban đầu.
- ✓ Chi phí vận hành hằng năm.

Trong hai thành phần này thì vốn đầu tư ban đầu được chi ra trong một thời gian ngắn trong khi chi phí vận hành hàng năm thì phân bố trong nhiều năm (có thể cả trăm năm).

Để phán đoán tính kinh tế của một dự án cần thiết phải quy đổi hai loại chi phí này về cùng một cơ sở. Điều này được làm như sau:

- ✓ Quy đổi vốn đầu tư ban đầu về số tiền tương đương hằng năm gọi là chi phí cố định.
- ✓ Quy đổi chi phí vận hành hàng năm về số tiền tương đương quy về thời gian xây dựng gọi là giá trị hiện tại.

Chi phí cố định hiện tại là số tiền tối thiểu hàng năm đủ để chi cho việc chịu lãi hàng năm nhằm thu hút đầu tư cũng như cho phép thu hồi được vốn của riêng công ty trong khoảng thời gian tuổi thọ đồng thời phải trả thuế và phí bảo hiểm cho công trình – chi phí cố định tỷ lệ vốn đầu tư nghĩa là nếu vốn đầu tư là M thì chi phí cố định hàng năm là yM , trong đó y được gọi là suất chi phí cố định.

Giả thiết chi phí vận hành hàng năm của công ty (bao gồm tổng phí bảo quản, tổn thất) là C thì yêu cầu doanh thu tối thiểu hàng năm để trang trải là:

$$R = yM + C \quad (2-7)$$

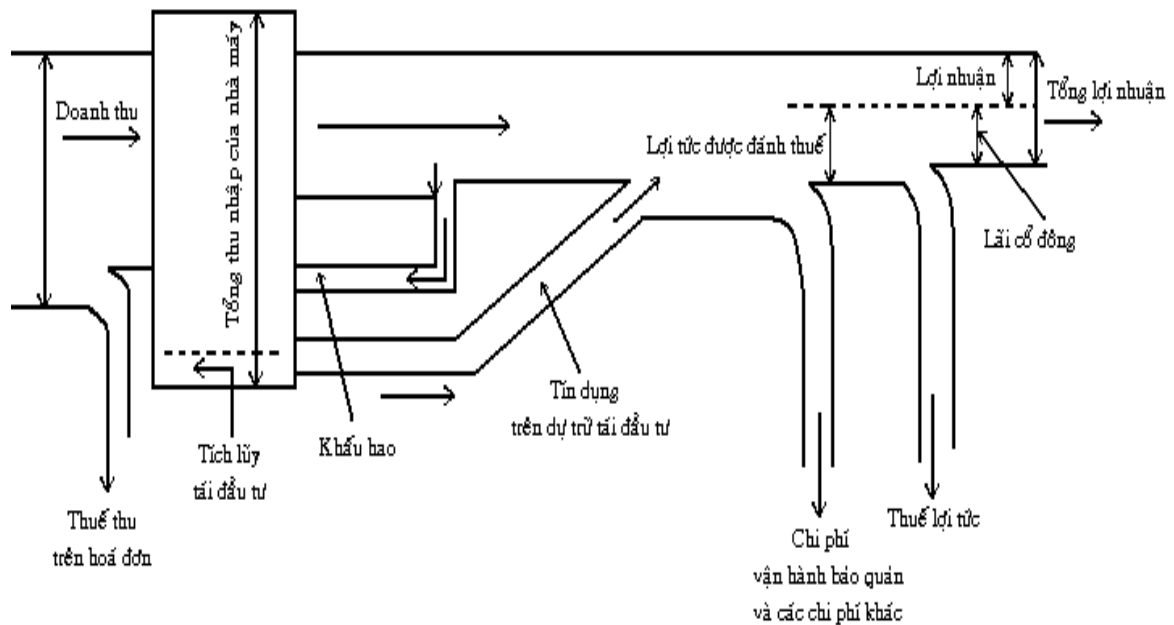
Sự phân bố nguồn doanh thu này được trình bày theo lưu đồ sau (Hình 2.2).

Giá trị hiện tại của chi phí hàng năm là số tiền thay vì đem chi dùng ngay cho hoạt động của công ty mà nếu được đầu tư (cho vay) ngay bây giờ với mức lãi kép hàng năm là i thì sẽ tạo ra được mức thu nhập hàng năm bằng với mức chi phí như mong đợi.

Ví dụ, nếu chi phí trong năm thứ k kể từ bây giờ được dự kiến là C_k thì giá trị hiện tại của nó với mức lãi kép là i cho bởi:

$$P = \frac{C_k}{(1+i)^k} \quad (2-8)$$

Kết quả là nếu biết chi phí vận hành hàng năm trong thời gian tuổi thọ N năm của công trình thì tổng giá trị hiện tại của phí tổn vận hành hàng năm là tổng chi phí vận hành cho N năm.



Hình 2.2: Lưu đồ thu nhập và chi phí hàng năm

$$P = \frac{C_1}{1+i} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_N}{(1+i)^N} \quad (2-9)$$

Như vậy giá trị đầu tư hiện tại P của toàn công ty: $T = M + P$ (2-10)

Nếu chi phí vận hành hàng năm tất cả đều bằng Công suất thì đơn giản:

$$P = C \left[\frac{1}{1+i} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^N} \right] = C \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \quad (2-11)$$

$$\text{Từ đó: } C = P \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \quad (2-12)$$

Phương trình (2-12) cùng với phương trình (2-9) có thể được dùng để suy ra phí tổn vận hành hàng năm đồng nhất tương đương C dùng trong phương trình (2-8) trong trường hợp mà chi phí hàng năm thực tế thay đổi theo từng năm. Trong những trường

hợp như vậy tiện hơn là nên biểu diễn chi phí hàng năm đồng nhất tương đương này bằng chi phí năm thứ nhất C_1 nhân với hệ số R : $C = R.C_1$ (2-12a)

Trong đó R được xác định từ phương trình (2-12) và (2-12a)

Doanh thu yêu cầu R như đã được định nghĩa trong phương trình (2-7) và giá trị tại T trong phương trình (2-10) là các thước đo kinh tế của Công ty và dùng làm tiêu chuẩn kinh tế trong việc tìm giải pháp kinh tế trong bài toán phát triển.

Cả R và T đều là hàm của một số thông số $p_1, p_2, \dots, p_N$. Chẳng hạn trong trường hợp của đường dây truyền tải các thông số là điện áp, tiết diện dây, vật liệu dây, vật liệu và cấu trúc của trụ, loại cách điện. Thường thì nếu M tăng do việc tăng của một trong các thông số này thì C sẽ giảm sao cho có được một tập hợp tối ưu các trị số của thông số theo đó R và T là cực tiểu.

Phương án kinh tế nhất, tập hợp các trị số kinh tế nhất của các thông số dĩ nhiên sẽ được định nghĩa bằng N phương trình sau đây trên cơ sở của phương trình (2-8)

$$\frac{\partial}{\partial p_k} . R = y \frac{\partial M}{\partial p_k} + \frac{\partial C}{\partial p_k} = 0 \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (2-13)$$

và N phương trình sau đây trên cơ sở của phương trình (II.4)

$$\frac{\partial}{\partial p_k} . T = y \frac{\partial M}{\partial p_k} + \frac{\partial P}{\partial p_k} = 0 \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (2-14)$$

2.4.2 Suất chi phí cố định hàng năm

Suất chi phí cố định hàng năm (ký hiệu là y) bao gồm bốn thành phần tương ứng như sau:

- ✓ Trả lãi trên vốn đầu tư;
- ✓ Sự giảm giá trị (khấu hao);
- ✓ Thuế;
- ✓ Bảo hiểm.

Chi trả lãi hàng năm bao gồm tiền lãi trên phiếu nợ, lãi cổ phần. Phần trăm trả lãi $i.100\%$ được đặt ra bởi các nhà đầu tư nhằm thu hút tư bản cho xí nghiệp.

Sự giảm giá trị là phần thu nhập đưa vào dự trữ với ý định là quỹ dự trữ đó sẽ bằng với vốn đầu tư vào giai đoạn cuối cùng của tuổi thọ. Nếu giả thiết những dự trữ này được đầu tư vào chính bản thân công ty với mức lãi tích lũy i giống như đã áp dụng cho vốn đầu tư ban đầu thì tiền đồng nhất hàng năm:

$$M_d = M \cdot \frac{i}{(i+1)^N - 1} = d \cdot M \quad (2-15)$$

Trong đó N là tuổi thọ tính ra năm và M là vốn đầu tư ban đầu. M_d được giữ dùng làm dự trữ cho sự giảm giá trị.

- Tiền thuế bao gồm thuế lợi tức và thuế thu nhập.

Thuế hàng năm và phí bảo hiểm được biểu diễn bằng suất chi dùng là tỷ số giữa số tiền chi dùng hàng năm cho thuế và bảo hiểm với tiền đầu tư ban đầu.

Gọi t là suất tiền thuế, j là suất bảo hiểm thì suất chi phí cố định y có thể được viết như sau:

$$y = i + d + t + j \quad (2-16)$$

$$y = i + \frac{i}{(i+1)^N - 1} + t + j = \frac{i(i+1)^N}{(i+1)^N - 1} t + j \quad (2-17)$$

Tất nhiên suất chi phí cố định này giống mọi thành phần trong so sánh kinh tế được đặt trên cơ sở các phỏng đoán được dự kiến xa trong tương lai. Ngay cả mức lãi suất i chỉ cũng được thành lập một cách khó khăn và trong tương lai lại rất là bất định. Thuế lợi tức và phí bảo hiểm tron ghiệp tại được xác định thì có ai sẽ biết được 20 hay 40 năm nữa chúng sẽ như thế nào? Ảnh hưởng của những bất định này phải được giảm đến chừng mực nào đó để tránh mâu thuẫn trong các giả thiết đối với các phương án khác nhau.

2.4.3 Chi phí đầu tư:

Việc xác định chi phí đầu tư hầu như hoàn toàn dựa trên các ước lượng cẩn thận. Các dữ kiện về xây dựng tương tự trong quá khứ chỉ giúp một phần vì luôn luôn có sự sai lệch về giá cả và sự tiến bộ trong công nghệ.

Để tiến hành việc xác định vốn đầu tư, chi phí phải được chia làm nhiều nhóm thích hợp. Có ít sự tiêu chuẩn hoá được đưa ra để chọn các nhóm này nhưng điều mong muốn là phải làm cho chúng phù hợp với hệ thống kế toán của Công ty vì cò nhu vậy thì sau khi hoàn tất dự án mới có thể so sánh vốn đầu tư thực tế v ới sự ước lượng được đề xuất.

Một phương pháp để lập nhóm cho chi phí đầu tư gồm các chi phí như sau:

- ✓ Mua mới và chi phí xây dựng trực tiếp: bao gồm việc mua mua thiết bị, bất động sản cho công trình mới, chi phí về lao động để xây dựng, chuyên chở và các chi phí khác có liên quan trực tiếp đến xây dựng.
- ✓ Chi phí tồn kho bao gồm các vật liệu tiêu chuẩn được rút ra từ kho vật tư của Công ty dùng cho xây dựng mới.
Dĩ nhiên những vật liệu này phải được chuyển vào tiền đầu tư mới và được kể vào phần chiết tính đầu tư đề xuất.
- ✓ Chi phí xây dựng gián tiếp bao gồm:
 - Chi phí cho kỹ sư giám sát công trình;
 - Chi phí lao động gián tiếp;
 - Bảo hiểm gồm các hạng mục như bảo hiểm hoả hoạn, tai nạn ...
 - Thuế trong thời gian xây dựng trên tài sản cố định, thuế tài sản cá nhân có thể thu được trên công trình lúc xây dựng.
 - Chi phí hành chính và chi phí chung.

2.4.4 Chi phí vận hành hàng năm:

Chi phí vận hành hàng năm (bảo quản, tổn thất điện năng ...) là tất cả các hạng mục chi phí cần thiết cho việc vận hành của công trình và chi phí do tổn thất điện năng trong khi vận hành. Tổng quát chi phí vận hành C bao gồm các hạng mục chủ yếu như sau:

- Chi phí về vật tư được yêu cầu cho vận hành và bảo quản như: chi phí mua, chi phí về sử dụng và tồn trữ.

- Chi phí phục vụ mua, khảo sát và thanh toán vật tư;
- Cho phép về hao hụt.

- Chi phí về vận hành và công bảo quản bao gồm:

- Chi trả lương trực tiếp;
- Thuế trên quỹ lương chẳng hạn thuế bảo hiểm xã hội;
- Dự trù cho nghỉ phép, bệnh hoạn;
- Chuyên chở công nhân;
- Du lịch;
- Dụng cụ và máy móc lao động.

- Ngoài ra các chi phí về vật tư và lao động còn có các hạng mục chi phí khác như:

- Đền bù hoa màu, phát hoang;
- Thiệt hại do thiết bị ngừng hoạt động do bảo trì;
- Chi phí trong việc bán điện;
- Tiền thuê mướn;
- Điện năng tổn thất.

Những chi phí nào gần như giống nhau đối với mọi phương án thì có thể không xét đến khi so sánh phương án vì chúng không làm ảnh hưởng việc chọn phương án. Trong những hạng mục nói trên, tổn thất điện năng cần được xem xét một cách kỹ lưỡng.

Trong so sánh kinh tế của nhiều phương án được đề nghị, hai giá trị sau đây có liên quan đến tổn thất:

- Tổn thất công suất cực đại : $\Omega P_{\max}$, kW;
- Tổn thất điện năng hàng năm ΔA , kWh.

Tổn thất công suất cực đại $\Delta P_{\max}$ có thể được tính toán từ phụ tải cực đại dự kiến. Tuy vậy, có hai phương pháp để xác định tổn thất điện năng hàng năm ΔA .

Quá trình tính toán bắt đầu từ đồ thị phụ tải đối với phụ tải của công trình đang khảo sát và tương tự với các đồ thị phụ tải của các công trình khác về mặt tổn thất. Từ các đồ thị phụ tải này, đồ thị của tổn thất có thể được xác định bằng các phương pháp tính toán tổn thất thông thường. Tích phân của đồ thị tổn thất công suất là tổn thất điện năng hàng năm.

$$\Delta A = \int_0^T \Delta P dt \quad (2-18)$$

Một phương pháp ngắn hơn là nhân tổn thất công suất cực đại $\Delta P_{\max}$ với số giờ trong một năm và hệ số tổn thất K_{tt} :

$$\Delta A = 8760 \times K_{tt} \times \Delta P_{\max} \text{ kWh} \quad (2-19)$$

Đặt $\tau = K_{tt} \cdot 8760$ là thời gian tổn thất công suất cực đại:

$$\Delta A = \Delta P_{\max} \cdot \tau \text{ kWh} \quad (2-20)$$

Phương pháp này thường được dùng khi tổn thất bởi phụ tải của riêng một phần tử đang khảo sát chẳng hạn trong trường hợp tổn thất trong đồng của máy biến áp hay tổn thất trên đường dây truyền tải. Tổn thất điện năng được tính ra tiền để cho phép so sánh về kinh tế.

Trong trường hợp Công ty sản xuất điện năng cho khách hàng thì phí tổn về tổn thất công suất phải được xét đến. Biết rằng 1kW tăng thêm ở tổn thất công suất cực đại $\Delta P_{\max}$, đòi hỏi 1kW tăng thêm trong công suất đặt của nhà máy. Hậu quả là chi phí cố định hàng năm phải kể thêm chi phí lắp đặt thêm công suất $\Delta P_{\max}$ để bù vào tổn thất. Nói cách khác, nếu chi phí lắp đặt 1kW công suất phát là M_0 với suất chi phí cố định là y thì chi phí do tổn thất điện năng và tổn thất công suất cho bởi:

$$C_{tt} = M_0 \cdot y \cdot \Delta P_{\max} + c_0 \cdot \Delta A \quad (2-21)$$

Trong đó: c_0 là chi phí sản xuất ra 1 kWh điện năng, có thể viết:

$$\begin{aligned} C_{tt} &= M_0 \cdot y \cdot \Delta P_{\max} + c_0 \cdot (8760 \cdot K_{tt} \cdot \Delta P_{\max}) \\ &= \Delta P_{\max} \cdot y \cdot \left[M_0 + \frac{c_0 \cdot 8760 \cdot K_{tt}}{y} \right] \end{aligned}$$

$$\text{hay} \quad C_{tt} = \Delta P_{\max} \cdot y \cdot \left[M_0 + \frac{c_0 \cdot \tau}{y} \right] \quad (2-22)$$

với τ là thời gian tổn thất công suất cực đại.

Ví dụ 2.3: Hai phương án được đề nghị để thiết kế một trạm biến áp có cùng công suất.

Phương án 1: Dùng máy biến áp làm mát bằng dầu và không khí tự nhiên (ONAN).

Phương án 2: Dùng máy biến áp làm mát tự nhiên bằng dầu, làm mát bằng cưỡng bức gió (ONAF)

Các số liệu như sau:

Bảng 2.1 Số liệu máy biến áp

	Phương án 1	Phương án 2
Tổn hao đồng cực đại ΔP_{Cumax}	30 kW	42 kW
Tổn hao sắt ΔP_{Fe}	16 kW	21kW
Giá tiền máy biến áp	33000 \$	26000 S
Chi phí cho vận hành bảo quản	10%	14%
Lãi suất $i\%$	6%	6%
Tuổi thọ N	30 năm	30 năm

Hệ số tổn thất $k_{tt,Cu}=0,2$ đối với tổn thất đồng và $K_{tt,Fe} = 1$ đối với tổn thất sắt. Mức thuế và bảo hiểm là 7%. Tiền điện 0,09\$/kWh. Hãy chọn phương án kinh tế. Cho tiền đầu tư 1kW công suất nguồn phát là 300\$/kW và suất chi phí là 14%.

Giải:

Phương án kinh tế là phương án có yêu cầu thu nhập hàng năm để trang trải cho các phí tổn hàng năm là ít nhất.

Phí tổn hàng năm cho bởi:

$$R = y.M + C.$$

Trong đó: $y = i + d + t + j$; M- tiền đầu tư.

C- phí tổn vận hành hàng năm.

$$C = C_{bq} + C_{tt}$$

Với: C_{bq} - phí tổn cho vận hành và bảo quản.

C_{tt} - phí tổn do tổn thất điện năng và tổn thất công suất.

∑ Đối với phương án 1:

$$i\% = 6\%$$

$$d = \frac{i}{(i+1)^N - 1} \cdot 100\% = \frac{0,06}{(0,06+1)^{30} - 1} \cdot 100\% = 1,265\% = 1,27\%$$

$$t + j = 7\%$$

$$\text{Suất chi phí cố định: } y = i + d + t + j = 6 + 1,27 + 7 = 14,27\%$$

Chi phí phục vụ cho vận hành bảo dưỡng:

$$C_{bq} = 0,1 \times 33000 = 3300\$.$$

Tổn thất điện năng trong đồng:

$$\Delta A_{Cu} = \Delta P_{Cu,max} \cdot K_{tt,Cu} \cdot 8760 = 30.0,2.8760 = 52560 \text{ kWh.}$$

Tổn thất điện năng trong sắt:

$$\Delta A_{Fe} = \Delta P_{Fe,max} \cdot K_{tt,CFe} \cdot 8760 = 16.1.8760 = 140160 \text{ kWh.}$$

Tổn thất điện năng trong trạm:

$$\Delta A = \Delta A_{Cu} + \Delta A_{Fe} = 52560 + 140160 = 192720 \text{ kWh}$$

Chi phí do tổn thất điện năng và tổn thất công suất :

$$\begin{aligned} C_{tt} &= M_0 \cdot y \cdot \Delta P_{max} + c_0 \cdot \Delta A \\ &= 300.0,14. (30+16) + 0,09.192720 = 19276,8\$ \end{aligned}$$

Tổng chi phí vận hành:

$$C_1 = C_{bq} + C_{tt} = 3300 + 19276,8 = 22576,8\$$$

Thu nhập hàng năm:

$$R_1 = yM_1 + C_1 = 0,1427 \times 33000 + 22576,8 = 27286 \$$$

• **Đối với phương án 2:**

Tính toán tương tự:

$$y = 14,27\%$$

Chi phí phục vụ cho vận hành, bảo quản:

$$C_{bq} = 0,14.26000 = 3640\$$$

Tổn thất điện năng trong đồng:

$$\Delta A_{Cu} = \Delta P_{Cu, \max} \cdot K_{tt, Cu} \cdot 8760 = 42.0,2.8760 = 73584 \text{ kWh}$$

Tổn thất điện năng trong sắt:

$$\Delta A_{Fe} = \Delta P_{Fe} \cdot K_{tt, Fe} \cdot 8760 = 21.12.8760 = 183960 \text{ kWh}$$

Tổn thất điện năng trong trạm:

$$\Delta A = \Delta A_{Cu} + \Delta A_{Fe} = 73584 + 183960 = 257544 \text{ kWh}$$

Chi phí do tổn thất điện năng và tổn thất công suất :

$$\begin{aligned} C_{tt} &= M_0 \cdot y \cdot \Delta P_{\max} + c_0 \cdot \Delta A \\ &= 300.0,14. (42+21) + 0,09.257544 = 25825\$ \end{aligned}$$

Tổng chi phí vận hành:

$$C_2 = C_{bq} + C_{tt} = 3640 + 25825 = 29465\$$$

Thu nhập hàng năm:

$$R_1 = yM_2 + C_2 = 0,1427 \times 26000 + 29465 = 33175 \$$$

Kết luận: $R_1 < R_2$

Phương án 1 là phương án kinh tế.

2.4.5 Hàm mục tiêu khi so sánh các phương án :

Một biểu thức dùng để so sánh phương án đó là hàm mục tiêu. Trở lại với việc so sánh phương án: phương án I và phương án II. Nếu phương án I gọi là phương án kinh tế hơn phương án II thì theo phương trình (2-15) có được:

$$\frac{M_I - M_{II}}{C_{II,1} - C_{I,1}} < \frac{r}{y} \quad (2-23)$$

$$\text{hay } \frac{y}{r} \cdot (M_I - M_{II}) < (C_{II,1} - C_{I,1}) \quad (2-24)$$

Trong đó: M_I, M_{II} lần lượt là vốn đầu tư của hai phương án I và II.

$C_{I,1}, C_{II,1}$ là chi phí vận hành lần lượt của hai phương án I và II trong năm 1.

y : suất chi phí cố định.

R : hệ số quy đổi về chi phí vận hành đồng nhất.

Chi phí vận hành hàng năm có thể được viết:

$$C = a_{vh} \cdot H + C_{tt} \quad (2-25)$$

Trong đó: a_{vh} là hệ số vận hành tính trên vốn đầu tư M xét đến chi phí do bảo quản và vận hành lưới điện.

C_{tt} : chi phí do tổn thất điện năng và tổn thất công suất.

Từ (2-24) và (2-25) có đường:

$$\frac{y}{r} \cdot (M_I - M_{II}) < \left[a_{vh} \cdot M_{II} + \Delta P_{\max II} \cdot y \left(M_0 + \frac{C_0 \cdot l}{y} \right) \right] - \left[a_{vh} \cdot M_I + \Delta P_{\max I} \cdot y \left(M_0 + \frac{C_0 \cdot l}{y} \right) \right]$$

$$M_I \left(\frac{y}{r} + a_{vh} \right) + \Delta P_{\max I} \cdot y \cdot \left(M_0 + \frac{C_0 \cdot l}{y} \right) < M_{II} \left(\frac{y}{r} + a_{vh} \right) + \Delta P_{\max II} \cdot y \cdot \left(M_0 + \frac{C_0 \cdot l}{y} \right)$$

$$Z_I < Z_{II} \quad (2-26)$$

Z gọi là hàm mục tiêu dùng để so sánh phương án, phương án nào có $Z_{\min}$ gọi là phương án kinh tế nhất:

$$Z = \left(\frac{y}{r} + a_{vh} \right) M + \Delta P_{\max I} \cdot y \cdot \left(M_0 + \frac{C_0 \cdot l}{y} \right) \quad (2-27)$$

Đặt $T_{tc} = \frac{y}{r}$ là thời gian thu hồi vốn đầu tư phụ tiêu chuẩn, thời gian này được quy định tùy theo tình hình kinh tế của mỗi nước.

$$a_{tc} = \frac{1}{T_{tc}} = \frac{y}{r} \text{ gọi là hệ số thu hồi vốn đầu tư phụ tiêu chuẩn.}$$

Mặt khác, nếu gần đúng không xét thêm vốn đầu tư một đơn vị công suất phát M_0 , có được biểu thức đơn giản của hàm mục tiêu Z .

$$Z = (a_{vh} + a_{tc})K + C_0 \cdot \Delta P_{\max} \cdot \tau$$

$$Z = (a_{vh} + a_{tc})K + C_0 \cdot \Delta A \quad (2-28)$$

Biểu thức giúp cho sinh viên tính tay hàm mục tiêu khi không có đầy đủ các số liệu như y , r , M_0 , ...

Một vài số liệu tham khảo về hệ số $a_{vh}\%$ cho đường dây trạm:

Bảng 2.2 Hệ số vận hành $a_{vh}\%$

Tên công trình:	$a_{vh}\%$
Đường dây trên không cột gỗ	10
Đường dây trên không dùng cột thép và bê tông cốt thép	4
Đường dây cáp	5
Trạm biến áp	8 + 10

2.4.6 Áp dụng tính tiết diện kinh tế của đường dây trên không và dây cáp.

Vốn đầu tư của đường dây gồm hai phần:

- Phần tỷ lệ với tiết diện F của dây liên quan đến phí tổn dây dẫn.
- Phần gần như không phụ thuộc vào tiết diện như chi phí thăm dò, sứ cách điện, cột điện.

Vốn đầu tư cho một đơn vị chiều dài đường dây có dạng.

$$M = aF + b \quad \text{trong đó } a, b \text{ là các hằng số.}$$

Tổn thất điện năng trên một đơn vị chiều dài trong một năm:

$$\Delta A = 3I_{\max}^2 r_0 \cdot K_{tt} \cdot 8760 = 3I_{\max}^2 r_0 \cdot \tau$$

trong đó r_0 , điện trở một đơn vị chiều dài dây dẫn.

Phí tổn do tổn thất điện năng:

$$C_{\Delta A} = c_0 \cdot \Delta A$$

Hàm mục tiêu:

$$Z = (a_{vh} + a_{tc}) \cdot (a \cdot F + b) + c_0 \cdot 3 \cdot I_{\max}^2 \cdot \left(\frac{\rho}{F}\right) \cdot \tau$$

Trong đó ρ là điện trở suất.

Tiết diện kinh tế F_{kt} ứng với $Z_{\min}$ có được bằng cách giải phương trình vi phân:

$$\frac{dZ}{dF} = (a_{vh} + a_{tc}) \cdot a - c_0 \cdot 3 \cdot I_{\max}^2 \cdot \left(\frac{\rho}{F^2}\right) \cdot \tau \quad \text{và} \quad \frac{d^2 Z}{dF^2} > 0 \quad (2-29)$$

$$\text{Suy ra tiết diện kinh tế: } F_{kt} = I_{\max} \cdot \sqrt{\frac{3 \rho c_0}{(a_{vh} + a_{tc}) \cdot a}} \quad (2-30)$$

$$\text{Mật độ dòng điện kinh tế: } j_{kt} = \frac{I_{\max}}{F_{kt}} = \sqrt{\frac{(a_{vh} + a_{tc}) \cdot a}{3 \rho c_0}} \quad (2-31)$$

Nhận xét: Từ phương trình vi phân (2.29) có thể được biến đổi như sau:

$$(a_{vh} + a_{tc}) \cdot a = 3 \cdot c_0 \cdot I_{\max}^2 \cdot \frac{\rho}{F_{kt}^2} \cdot \tau \quad (2-32)$$

$$\text{nhân hai vế của (1.32) cho } F_{kt}: (a_{vh} + a_{tc}) \cdot a F_{kt} = 3 \cdot c_0 \cdot I_{\max}^2 \cdot \frac{\rho}{F_{kt}} \cdot \tau = c \cdot \Delta A \quad (2-33)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Tổng chi phí hàng năm} \\ \text{cho phần dây dẫn gồm} \\ \text{các phần chính như sau:} \\ - \text{Chi phí cố định hàng năm} \\ - \text{Phí tổn vận hành} \end{array} \right\} = \begin{array}{l} \text{Phí tổn do tổn thất} \\ \text{điện năng} \end{array}$$

Luật Kelvin

Đồ thị hàm $Z(F)$ sau đây minh họa cho luật Kelvin (H.II4):

Chọn dây theo mật độ dòng kinh tế:

Nguyên tắc chọn dây cho mạng truyền tải là căn cứ vào mật độ dòng kinh tế j_{kt} . Tiết diện chọn được là sự dung hoà giữa hai mâu thuẫn, một bên là vốn đầu tư dây dẫn, một bên là tổn thất điện năng mà biểu diễn toán học là cực tiểu hàm mục tiêu Z.

Qua ví dụ trên hoàn toàn có thể xác định được mật độ dòng kinh tế, từ đó có được tiết diện kinh tế.

2.4.7 Lựa chọn tiết diện dây dẫn đường dây truyền tải trên không theo phạm vi kinh tế.

Mật độ dòng kinh tế được xác định với giả thiết vốn đầu tư đường dây và chiều dài có quan hệ tuyến tính. Quan hệ này không đúng khi xây dựng hàng loạt các đường dây trên không với các cột được tiêu chuẩn hoá, mỗi loại cột tiêu chuẩn có thể dùng cho một số cỡ dây.

Trong thực tế, tiết diện dây tiêu chuẩn có tính rời rạc chứ không thay đổi liên tục khi tính tiết diện kinh tế.

Dòng điện I_{max} trong biểu thức chi phí tính toán (hàm mục tiêu Z) là không đổi. Thực tế dòng điện lớn nhất này cũng khác nhau đối với những đường dây khác nhau và được coi là một đại lượng biến đổi.

Như vậy tiết diện kinh tế được xác định không những theo điều kiện $\partial Z / \partial F = 0$ mà còn theo điều kiện $\partial Z / \partial I_{max} = 0$

Phương pháp lựa chọn tiết diện dây dẫn khắc phục được các khiếm khuyết trên gọi là phương pháp chọn tiết diện dây theo phạm vi kinh tế hay còn được gọi là theo khoảng chia kinh tế.

Phương pháp chọn dây theo phạm vi kinh tế được tiến hành như sau:

- Đối với từng tiết diện tiêu chuẩn của đường dây trên không xây dựng quan hệ giữa hàm chi phí tính toán Z và dòng điện cực đại:

$$Z = (a_{vh} + a_{tc})M + 3I_{max}^2 \cdot r_0 \cdot \tau \cdot C_0$$

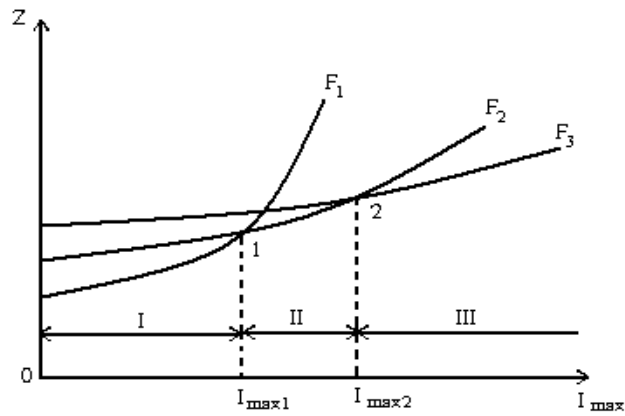
Trong đó M là vốn đầu tư từ 1 km đường dây với cột tiêu chuẩn và tiết diện tiêu chuẩn. M không đổi ứng với mỗi cỡ dây tiêu chuẩn đang khảo sát. Đồ thị hàm Z là một parabol. Thay đổi tiết diện tiêu chuẩn ứng với các tiết diện $F_3 > F_2 > F_1$ và vẽ nên một họ các đường cong như trong Hình 2.4.

- Giao điểm 1 của đường F_1 với đường cong F_2 xác định dòng điện cực đại I_{max1} . Theo đó nếu dòng điện trên đường dây nhỏ hơn I_{max1} thì chọn dây có tiết diện F_1 có chi phí tính toán bé hơn.

- Giá trị dòng điện I_{max} trong khoảng I gọi là phạm vi kinh tế của tiết diện F_1 .

- Lý luận tương tự giá trị dòng điện I_{max} trong khoảng II gọi là phạm vi kinh tế của tiết diện F_2 ... Nếu $I_{max} < I_{max1}$ chọn tiết diện F_1 , nếu $I_{max1} < I_{max} < I_{max2}$ chọn tiết diện F_2 ...

- Khi sử dụng phạm vi kinh tế của dòng điện, dòng điện tính toán i_{tt} trên đường dây được xác định theo biểu thức sau: $I_{tt} = I_{max} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_T$



Hình 2.4: $Z=f(I_{\max})$ theo các tiết diện tiêu chuẩn và cột tiêu chuẩn

Trong đó: α_1 là hệ số xét đến sự biến đổi phụ tải trong năm. Đối với đường dây 110-220kV α_1 có thể lấy bằng 1,05.

α_T là hệ số xét đến thời gian sử dụng công suất cực đại $T_{\max}$ và hệ số đồng thời cực đại của hệ thống.

- Để xác định phạm vi kinh tế cần xác định giá trị dòng giới hạn $I_{gh(i+1,i)}$ ứng với giao điểm của các đường cong ứng với các tiết diện tiêu chuẩn F_{i+1} và F_i bằng cách cho hàm chi phí Z ứng với F_{i+1} bằng với hàm chi phí Z ứng với F_i :

$$(a_{vh} + a_{tc})M_i + 3I_{gh(i+1,i)}^2 \cdot r_{0,i} \cdot \tau \cdot c_0 = (a_{vh} + a_{tc})M_{i+1} + 3I_{gh(i+1,i)}^2 \cdot r_{0,i+1} \cdot \tau \cdot c_0 \quad (2-34)$$

Giải phương trình trên ta được:

$$I_{gh(i+1,i)} = \sqrt{\frac{(a_{vh} + a_{tc})(M_{i+1} - M_i)}{3\tau c_0(r_{0,i} - r_{0,i+1})}} \quad (2-35)$$

Trong đó: M_{i+1} là giá tiền một km chiều dài đường dây có tiết diện tiêu chuẩn lần lượt bằng F_{i+1} , và F_i .

$r_{0,i+1}$, $r_{0,i}$ là điện trở một km chiều dài đường dây có tiết diện lần lượt bằng F_{i+1} và F_i (Ω/km).

- Tiết diện dây chọn theo phạm vi kinh tế của dòng điện cực đại phải thỏa mãn tiết diện tối thiểu thỏa mãn điều kiện về vàng quang điện, đồng thời phải kiểm tra điều kiện phát nóng khi sự cố đứt một lộ của đường dây lộ kép hay đứt một đường dây trên mạch vòng kín tạo ra phân bố dòng nặng nề nhất sau sự cố.

Câu hỏi chương 2

1. Nêu phương pháp tính toán kinh tế kỹ thuật các phương án cung cấp điện ?
2. Phương pháp tính toán tổn thất kinh tế khi ngừng cung cấp điện ?
3. Nêu phương pháp tính toán kinh tế kỹ thuật trong hệ thống điện ?

Chương 3

XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN

3.1 Khái niệm chung:

Khi thiết kế cung cấp điện cho một công trình thì nhiệm vụ đầu tiên là phải xác định được nhu cầu điện của công trình đó. Tùy theo qui mô của công trình mà nhu cầu điện xác định theo phụ tải thực tế hoặc phải tính đến sự phát triển về sau này. Do đó xác định nhu cầu điện là giải bài toán dự báo phụ tải ngắn hạn hoặc dài hạn. Nội dung của chương này là trình bày những phương pháp dự báo phụ tải ngắn hạn.

Dự báo phụ tải ngắn hạn là xác định phụ tải của công trình ngay sau khi đưa công trình vào khai thác, vận hành. Phụ tải này thường được gọi là phụ tải tính toán. Như vậy phụ tải tính toán là một số liệu quan trọng để thiết kế cung cấp điện.

Phụ tải điện phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, do vậy xác định chính xác phụ tải tính toán là một việc rất khó khăn và cũng rất quan trọng. Vì nếu phụ tải tính toán được xác định nhỏ hơn phụ tải thực tế thì sẽ giảm tuổi thọ của các thiết bị, có khi đưa đến nổ cháy và nguy hiểm. Nếu phụ tải tính toán lớn hơn phụ tải thực tế nhiều thì các thiết bị được chọn sẽ quá lớn và sẽ gây lãng phí.

Do tính chất quan trọng nên đã có nhiều công trình nghiên cứu và có nhiều phương pháp tính toán phụ tải điện. Cần lưu ý: Vì phụ tải điện phụ thuộc vào nhiều yếu tố và biến động theo thời gian nên cho đến nay vẫn chưa có phương pháp nào hoàn toàn chính xác và tiện lợi.

Do vậy trong thực tế thiết kế, khi đơn giản công thức để xác định phụ tải điện thì cho phép sai số $\pm 10\%$.

Các phương pháp xác định phụ tải tính toán được chia làm 2 nhóm chính:

-Nhóm thứ nhất: là nhóm dựa vào kinh nghiệm thiết kế và vận hành để tổng kết và đưa ra các hệ số tính toán. Đặc điểm của phương pháp là thuận tiện nhưng chỉ cho kết quả gần đúng.

-Nhóm thứ hai: là nhóm các phương pháp dựa trên cơ sở của lý thuyết xác suất và thống kê. Đặc điểm của phương pháp này là có kể đến ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Do vậy nên kết quả tính toán có chính xác hơn song việc tính toán khá phức tạp.

Trong thực tế, tùy yêu cầu cụ thể mà chọn phương pháp tính toán phụ tải điện thích hợp.

3.2 Đồ thị phụ tải

Phụ tải điện là một hàm theo thời gian, nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đặc điểm quá trình công nghệ, chế độ vận hành...đường biểu diễn sự thay đổi của phụ tải tác dụng P phụ tải phản kháng Q hoặc dòng điện I theo thời gian gọi là đồ thị phụ tải tác dụng, phản kháng và đồ thị phụ tải theo dòng điện. Đối với mỗi loại hộ tiêu thụ của một ngành công nghiệp đều có thể đưa ra một đồ thị điển hình.

Từ đồ thị điển hình ta có thể:

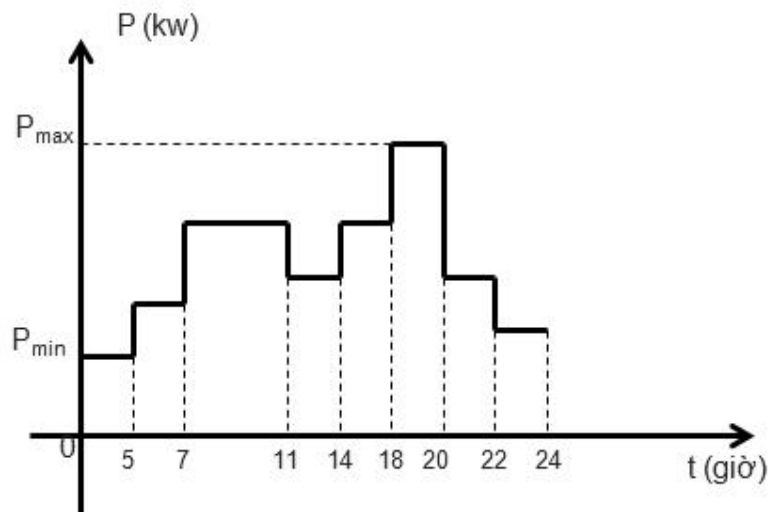
- Chọn thiết bị và tính toán điện năng tiêu thụ.
- Đưa ra giải pháp vận hành thiết bị kinh tế và hợp lý nhất.

1. Đồ thị phụ tải hàng ngày: 24 giờ

Dùng dụng cụ tự ghi, hay do nhân viên vận hành ghi lại giá trị của phụ tải sau khoảng thời gian xác định. Đồ thị vẽ theo hình bậc thang như hình 3.1

Đồ thị phụ tải hàng ngày, xác định cho một ngày làm việc bình thường và xác định cho một ngày nghỉ, ở mùa nắng và mùa mưa hoặc mùa hè và mùa đông.

Là đồ thị phụ tải một ngày đêm. Đồ thị phụ tải ngày thường được vẽ theo hình bậc thang để thuận tiện cho việc tính toán nhịp độ tiêu thụ điện năng hàng ngày của hộ tiêu thụ, qua đó có thể định được quy trình vận hành hợp lý (điều chỉnh dung lượng máy biến áp, dung lượng bù,...), làm căn cứ để chọn thiết bị điện, tính điện năng tiêu thụ.

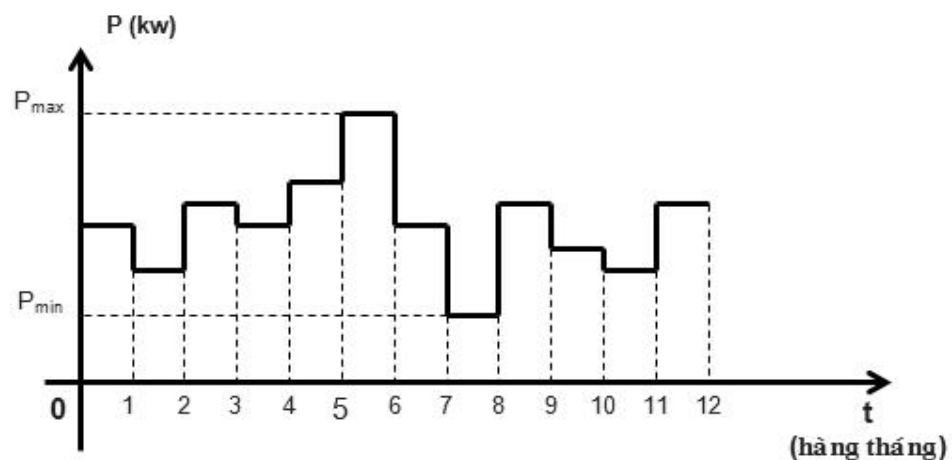


Hình 3.1 Đồ thị phụ tải ngày

1. Phụ tải thực tế; 2. Phụ tải tương lai trong 5 năm gần nhất; 3. Phụ tải ngày nghỉ

2. Đồ thị phụ tải hàng tháng: 31 ngày

Nghiên cứu đồ thị này, ta có thể biết được nhịp độ làm việc của hộ tiêu thụ và đưa ra lịch vận hành, sửa chữa thiết bị điện hợp lý, đáp ứng được yêu cầu sản xuất. Hình 3.2

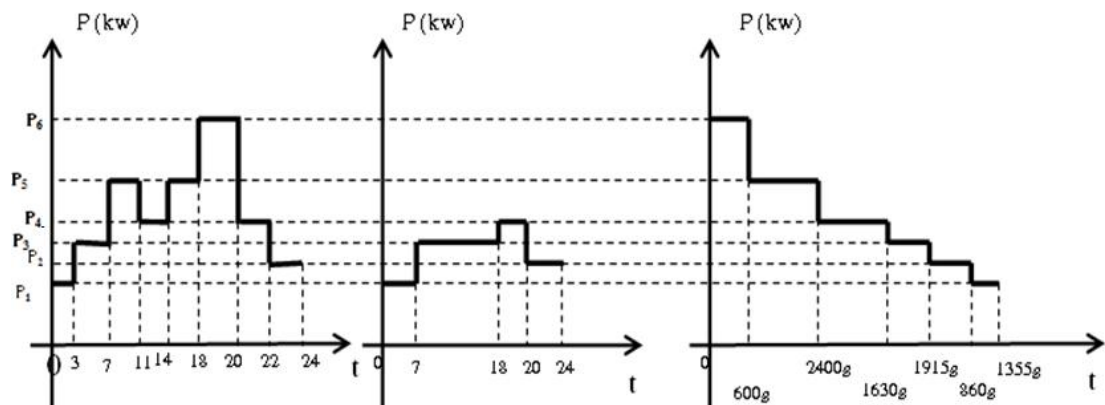


Hình 3.2 Đồ thị phụ tải tháng

3. Đồ thị phụ tải hàng năm.

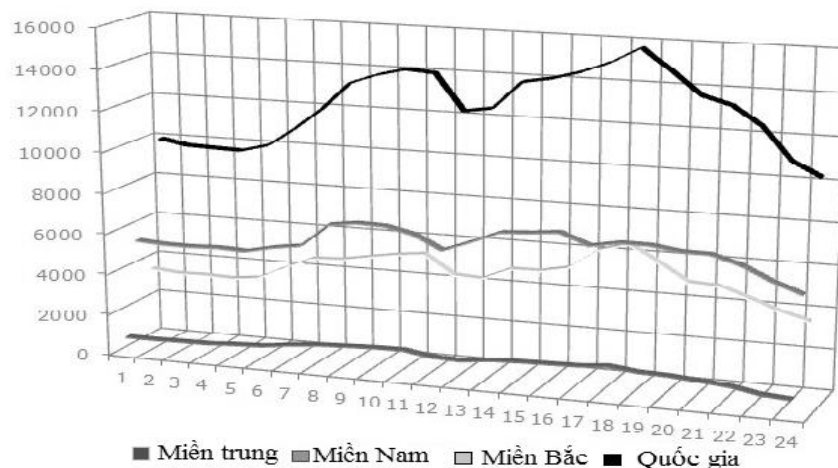
Đồ thị phụ tải hàng năm của xí nghiệp tính theo tổng số lượng giờ trong một năm tính cho 12 tháng. Căn cứ vào đồ thị phụ tải điển hình của một ngày hoặc căn cứ vào đồ thị điển hình một ngày của mỗi mùa mà ta có thể vẽ được đồ thị phụ tải hàng năm (Hình 3.3). Dựa trên phụ tải hàng năm, ta biết được :

- Điện năng tiêu thụ hàng năm và thời gian tiêu thụ lớn nhất T_{max} .
- Chọn dung lượng máy biến áp.
- Chọn thiết bị điện.
- Đánh giá mức độ sử dụng điện và tiêu hao điện năng.

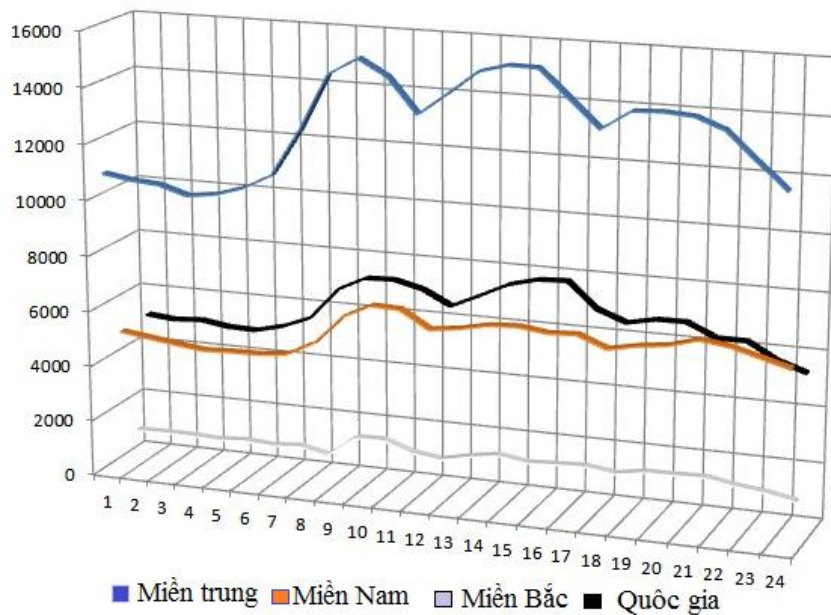


Hình 3.3 Đồ thị phụ tải hàng năm

Việt Nam nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, khí hậu được chia thành 2 mùa rõ rệt là mùa hè (từ tháng 4 đến tháng 9) và mùa đông (thời gian còn lại). Do ảnh hưởng của đặc điểm khí hậu cũng như tình hình phát triển của nền kinh tế trong giai đoạn hiện nay, biểu đồ phụ tải hệ thống điện Việt Nam chia thành 2 dạng điển hình: mùa hè và mùa đông.



Hình 3.4: Biểu đồ phụ tải điển hình ngày mùa hè



Hình 3.5: Biểu đồ phụ tải điển hình ngày mùa đông

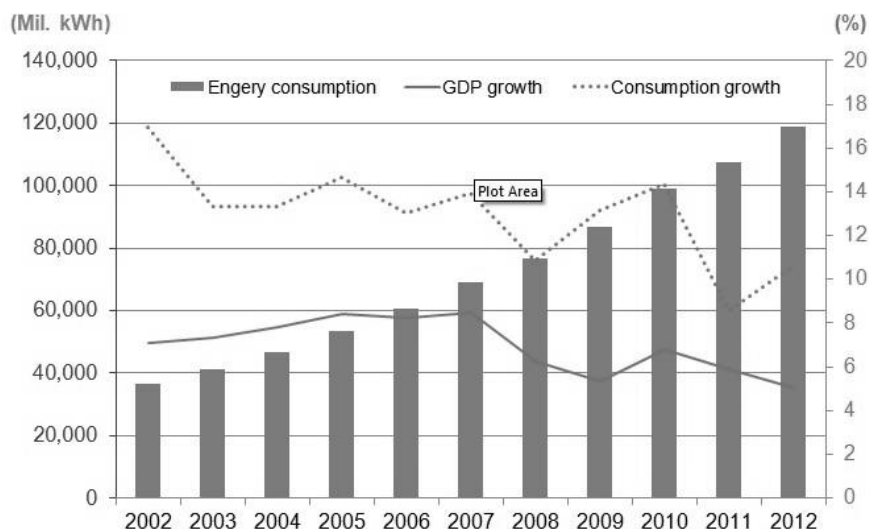
Đồ thị phụ tải hệ thống điện Quốc gia biến động lớn qua các giờ trong ngày (đặc biệt là đồ thị mùa đông) và xuất hiện nhiều cao điểm trong ngày. Đồ thị phụ tải mùa hè bằng phẳng hơn đồ thị phụ tải mùa đông, tuy nhiên cao điểm tối của mùa đông thường đến sớm hơn so với mùa hè.

Việc áp dụng và đưa vào hoạt động hệ thống công tơ 3 giá, công tác quản lý phụ tải đã được chú trọng, tỷ trọng điện cho Công nghiệp và xây dựng tăng cao nên đã cải thiện được biểu đồ phụ tải ngày. Tuy nhiên dạng đồ thị phụ tải HTĐ Quốc gia vẫn chưa ổn định, hệ số P_{min}/P_{max} năm 2012 là 0,52 (năm 2011 là 0,54) vẫn thấp nên gây khó khăn trong vận hành an toàn và kinh tế hệ thống điện.

Trong năm 2012, điện năng sản xuất và nhập khẩu toàn hệ thống điện Quốc Gia đạt 120,257 tỷ kWh (bao gồm cả sản lượng điện bán cho Campuchia), sản lượng điện tiêu thụ toàn quốc là 119,033 tỷ kWh, tăng 10,61 % so với năm 2011. Mức tăng trưởng này là tương đối thấp trong vòng 10 năm qua (tốc độ tăng trưởng trung bình từ năm 2001 đến 2011 là 13,22%).

Về nhu cầu phụ tải: Sản lượng ngày cao nhất đạt 376,68 tr.kWh (ngày 04/5, bao gồm cả bán cho Campuchia), tăng 9,22% so với cùng kỳ 2011 ($A_{max2011} = 344,09$ tr.kWh), công suất cao nhất đạt được là 18603 MW (ngày 22/11), tăng 12,81% so với năm 2011.

Tốc độ tăng trưởng phụ tải trong các năm được thể hiện trong đồ thị sau:



Hình 3.6 Nhu cầu năng lượng điện

3.3 Các đại lượng và hệ số tính toán

- Thiết bị dùng điện hay còn gọi là thiết bị tiêu thụ là những thiết bị tiêu thụ điện năng như: động cơ điện, lò điện, đèn điện,...
- Hộ tiêu thụ là tập hợp các thiết bị điện của phân xưởng hay của xí nghiệp hoặc của khu vực.
- Phụ tải điện là một đại lượng đặc trưng cho công suất tiêu thụ của các thiết bị hoặc các hộ tiêu thụ điện năng.

1. Công suất định mức: P_{dm}

- Công suất định mức của các thiết bị điện được nhà chế tạo ghi sẵn trong lý lịch máy hoặc trên nhãn hiệu máy.
- + Đối với động cơ:
 - . Công suất định mức ghi trên máy là công suất trên trục động cơ: $P_{dm} = P_{cơ}$
 - . Công suất đầu vào của động cơ là công suất đặt: P_d
 - . Hiệu suất định mức của động cơ: $\eta_{nc} = \frac{P_{nm}}{P_n}$ (3.1)

Vì hiệu suất định mức của động cơ cao nên để tính toán đơn giản ta lấy :

$$P_d \approx P_{dm} (\eta_{dc} = 1) .$$

- + Đối với các thiết bị điện làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại như: cần trục, máy hàn. Khi tính phụ tải điện phải qui đổi về công suất định mức ở chế độ làm việc dài hạn, tức là qui đổi về chế độ làm việc có hệ số tiếp điện $\varepsilon\% = 100\%$.

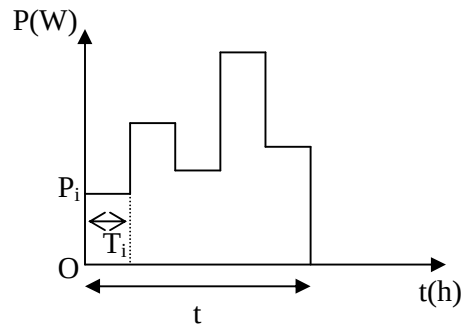
$$P'_{dm} = P_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm} \%}$$

ε_{dm} - tham số định mức cho trong lý lịch máy.

Ví dụ 3.1: Một máy hàn có công suất định mức 25 kVA, $\cos\varphi=0.6$, $\varepsilon_{dm}\%=60\%$. Hãy qui đổi chế độ làm việc của máy biến áp trên về chế độ làm việc dài hạn.

2. Phụ tải trung bình: P_{tb}

- Phụ tải trung bình: là đặc trưng của phụ tải trong 1 khoảng thời gian nào đó, căn cứ vào phụ tải trung bình để đánh giá giới hạn dưới của phụ tải tính toán.



Hình 3.7: Phụ tải trung bình

$$P_{tb} = \frac{\sum P_i T_i}{t} = \frac{A}{t} \quad (3.2)$$

$$A = \int_0^t P(t) dt = \sum P_i T_i$$

A-điện năng sản xuất ra trong thời gian t.

t- thời gian khảo sát (h).

- Phụ tải trung bình để đánh giá mức độ sử dụng thiết bị, số liệu phụ tải trung bình để xác định phụ tải tính toán, tính tổn hao điện năng.

3. Phụ tải cực đại P_{max} :

- Phụ tải cực đại: là phụ tải trung bình lớn nhất được tính trong khoảng thời gian tương đối ngắn từ 5-30 phút ứng với ca làm việc có phụ tải lớn nhất trong ngày.
- Căn cứ vào phụ tải cực đại để đánh giá giới hạn dưới của phụ tải tính toán. Đôi khi dùng phụ tải cực đại để làm phụ tải tính toán để tính tổn thất công suất cực đại, để chọn các thiết bị điện, chọn dây dẫn và dây cáp theo điều kiện mật độ dòng kinh tế.

$$P_{max} = \frac{\sum P_i T_i}{T_{max}}$$

T_{max} - thời gian sử dụng công suất cực đại

$$A = \int_0^t P(t) dt = P_{tb} \cdot t = P_{max} \cdot T_{max}$$

Vậy: điện năng tiêu thụ của phụ tải có thể tính:

4. Hệ số sử dụng k_{sd} :

- Là tỉ số giữa phụ tải tác dụng trung bình với công suất định mức của thiết bị.
- + Đối với 1 thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}}$$

+ Đối với 1 nhóm thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

Hoặc :

$$k_{sd\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{sdi} \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.3)$$

- Hệ số sử dụng nói lên mức độ sử dụng, mức độ khai thác công suất của thiết bị điện trong 1 chu kỳ làm việc.
- Hệ số sử dụng có thể tra bảng ở phụ lục.

5. Hệ số cực đại $k_{\max}$:

$$k_{\max} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}}$$

Là tỉ số giữa phụ tải tính toán và phụ tải trung bình trong khoảng thời gian đang xét. $k_{\max}$ phụ thuộc vào hệ số thiết bị hiệu quả n_{hq} và hệ số sử dụng k_{sd} .

Thực tế người ta tính hệ số $k_{\max}$ theo hàm $k_{\max} = f(k_{sd}, n_{hq})$.

6. Hệ số nhu cầu : k_{nc}

- Là tỉ số giữa phụ tải tính toán với công suất định mức.

$$k_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{dm}} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \cdot \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = k_{\max} \cdot k_{sd}$$

- Hệ số k_{nc} có thể tra bảng ở phụ lục. Hoặc tính theo công thức:

$$k_{nc} = k_{sd\Sigma} + \frac{1 - k_{sd\Sigma}}{\sqrt{n_{hq}}} \quad (3.4)$$

7. Hệ số đồng thời: k_{dt}

- Khi thiết kế cấp điện cần phải xét đến hệ số đồng thời vì tại một thời điểm các phụ tải không xảy ra cực đại đồng thời.
- Hệ số đồng thời nhỏ hơn hay bằng 1, thường lấy từ 0.8 đến 1.

8. Hệ số thiết bị hiệu quả n_{hq} :

$$n_{hq} = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{dmi})^2}{\sum_{i=1}^n (P_{dmi})^2}$$

Số thiết bị hiệu quả n_{hq} là số thiết bị giả thiết có cùng công suất và chế độ làm việc của nhóm phụ tải thực tế (gồm các thiết bị có chế độ làm việc và công suất khác nhau)

3.4 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

Hiện nay có nhiều phương pháp để tính phụ tải tính toán. Thông thường (3-5) dùng những phương pháp đơn giản, tính toán thuận tiện lại cho kết quả không chính xác; còn nếu muốn độ chính xác cao thì phương pháp tính toán lại phức tạp. Do vậy tùy theo giai đoạn thiết kế và yêu cầu cụ thể mà chọn phương pháp tính toán thích hợp.

Thiết kế cung cấp điện cho các xí nghiệp bao gồm 2 giai đoạn: Giai đoạn làm nhiệm vụ thiết kế và giai đoạn bản vẽ thi công. Trong giai đoạn làm nhiệm vụ thiết kế (hoặc thiết kế kỹ thuật), ta tính sơ bộ gần đúng phụ tải điện dựa trên cơ sở tổng công suất đã biết của các hộ tiêu thụ (bộ phận, phân xưởng hay khu nhà ..v...v..). Ở giai đoạn thiết kế thi công, ta tiến hành xác định chính xác phụ tải điện dựa vào các số liệu cụ thể về các hộ tiêu thụ của các bộ phận, phân xưởng.v...v....

Khi có một hệ thống điện cụ thể, thì yêu cầu xác định một cách chính xác phụ tải điện ở các cấp hệ thống. Do vậy, ngoài việc xác định phụ tải tính toán chúng ta còn phải tính đến tổn thất công suất ở các cấp trong hệ thống điện.

Trong hệ thống cung cấp điện, tổn thất công suất xảy ra chủ yếu là trên dây dẫn và trong máy biến áp.

Nguyên tắc chung để tính phụ tải của hệ thống điện là tính từ thiết bị dùng điện ngược trở về nguồn, tức là được tiến hành từ bậc thấp đến bậc cao của hệ thống cung cấp điện. Trên hình 3-8 biểu diễn sơ đồ cung cấp điện xí nghiệp với các điểm nút đặc trưng nhất, tại đó ta tiến hành xác định các phụ tải điện.

Mục đích của việc tính toán phụ tải điện các điểm nút nhằm:

- Chọn tiết diện dây dẫn của lưới cung cấp và phân phối điện áp từ dưới 1000v trở lên.
- Chọn số lượng và công suất máy biến áp của trạm biến áp.
- Chọn tiết diện thanh dẫn của thiết bị phân phối.
- Chọn các thiết bị chuyển mạch và bảo vệ.

Hiện nay có nhiều phương pháp xác định phụ tải tính toán. Những phương pháp tính toán đơn giản thì cho kết quả không thật chính xác, những phương pháp tính toán phức tạp thì cho kết quả chính xác hơn. Vì vậy tùy theo yêu cầu thiết kế cụ thể mà chúng ta chọn phương pháp tính toán cho phù hợp.

3.4.1. Phương pháp hệ số nhu cầu:

Phụ tải tính toán của phân xưởng gồm 2 loại: phụ tải động lực và phụ tải chiếu sáng.

a. Trường hợp 1:

Nếu phân xưởng chưa bố trí chi tiết các máy móc, thiết bị trên mặt bằng. Lúc này chỉ biết duy nhất 1 số liệu là công suất đặt của từng phân xưởng, thì phụ tải tính toán của toàn phân xưởng được xác định như sau:

*** Xác định phụ tải tính toán động lực:**

$$P_{tđlpx} = k_{nc} \cdot P_{đt}$$

$$Q_{tđlpx} = P_{tđlpx} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (3-6)$$

Hệ số k_{nc} và $\cos \varphi$ tra bảng ở phụ lục.

*** Xác định phụ tải tính toán chiếu sáng cho toàn phân xưởng:**

Phụ tải tính toán chiếu sáng được tính theo công suất chiếu sáng trên 1 đơn vị diện tích:

$$P_{tcspx} = P_0 \cdot S$$

P_0 : mật độ công suất chiếu sáng trên 1 m² diện tích (W/m²), tra bảng ở phụ lục.

S : diện tích của phân xưởng (m²)

$$Q_{tcspx} = P_{tcspx} \cdot \operatorname{tg} j$$

Nếu dùng đèn sợi đốt thì lấy $\cos \varphi = 1$

Nếu dùng đèn huỳnh quang thì lấy $\cos \varphi = 0.6 - 0.8$

*** Xác định phụ tải tính toán cho toàn phân xưởng:**

$$P_{ttx} = k_{\text{rit}} (P_{tđlpx} + P_{tcspx})$$

$$Q_{ttx} = k_{\text{rit}} (Q_{tđlpx} + Q_{tcspx})$$

$$S_{ttx} = \sqrt{P_{ttx}^2 + Q_{ttx}^2}$$

$$I_{ttx} = \frac{S_{ttx}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ñm}}}$$

(3-7)

Hệ số k_{rit} lấy từ 0.8-1

U_{dm} - cấp điện áp định mức sử dụng cho phân xưởng.

b. Trường hợp 2:

Nếu phân xưởng đã có thiết kế chi tiết cách bố trí các máy móc, thiết bị trên mặt bằng, biết công suất định mức của từng thiết bị thì phụ tải tính toán của phân xưởng được xác định như sau:

*** Xác định phụ tải tính toán động lực:**

Chia các thiết bị trong phân xưởng thành N nhóm, mỗi nhóm gồm n thiết bị.

Phụ tải tính toán động lực cho từng nhóm thiết bị:

$$P_{tđl\text{nhóm}} = k_{nc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{\text{đt}i}$$

Lấy gần đúng : $P_{\text{đt}} = P_{\text{đm}}$

$$Q_{tđl\text{nhóm}} = P_{tđl\text{nhóm}} \cdot \operatorname{tg} j$$

$P_{\text{đm}i}$ – Công suất định mức của thiết bị thứ i (KW).

n: số thiết bị trong nhóm.

Hệ số k_{nc} tra bảng

$\cos\varphi$ - hệ số công suất của các thiết bị trong nhóm. Nếu hệ số công suất $\cos\varphi$ của các thiết bị trong nhóm không giống nhau thì phải tính hệ số công suất trung bình theo công thức:

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{P_1 \cos\varphi_1 + P_2 \cos\varphi_2 + \dots + P_n \cos\varphi_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} \quad (3-8)$$

Phụ tải tính toán động lực cho toàn phân xưởng:

$$P_{ttnlpx} = \sum_{i=1}^N P_{ttnl \text{ homi}} \quad (3-9)$$

$$Q_{ttnlpx} = \sum_{i=1}^N Q_{ttnl \text{ homi}}$$

N-số nhóm thiết bị trong phân xưởng.

*** Xác định phụ tải tính toán chiếu sáng cho toàn phân xưởng:**

$$P_{ttcsp} = P_0 \cdot S \quad (3-10)$$

$$Q_{ttcsp} = P_{ttcsp} \cdot \tan\varphi$$

*** Xác định phụ tải tính toán cho toàn phân xưởng:**

$$P_{ttx} = k_{\text{rit}} (P_{ttnlpx} + P_{ttcsp})$$

$$Q_{ttx} = k_{\text{rit}} (Q_{ttnlpx} + Q_{ttcsp})$$

$$S_{ttx} = \sqrt{P_{ttx}^2 + Q_{ttx}^2} \quad (3-11)$$

$$I_{ttx} = \frac{S_{ttx}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{rms}}}$$

*** Nhận xét:**

- Ưu điểm của phương pháp: đơn giản, thuận tiện trong tính toán.
- Nhược điểm: kém chính xác vì hệ số k_{nc} tra ở sổ tay, thực tế thì k_{nc} phụ thuộc vào chế độ vận hành và số thiết bị trong nhóm ($k_{nc} = k_{\text{max}} \cdot k_{sd}$), mà trong sổ tay thì không tính đến các yếu tố đó.

3.4.2 Xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên 1 đơn vị diện tích sản xuất:

$$P_{ttx} = P_0 \cdot F$$

P_0 – Suất phụ tải trên 1 m² diện tích sản xuất (KW/m²) (tra sổ tay).

F : Diện tích dùng để đặt máy sản xuất (m²).

Ví dụ 3.4: Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng gia công nguội của nhà máy cơ khí, biết $P_0 = 0.25$ (kW/m²), diện tích đặt máy sản xuất là 1300m².

Phương pháp này chỉ tính gần đúng, được dùng trong giai đoạn thiết kế sơ bộ.

3.4.3 Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu thụ điện năng cho 1 đơn vị sản phẩm:

- Phụ tải tính toán được xác định theo công thức:

$$P_{\text{ttpx}} = \frac{M.W}{T_{\text{max}}} \quad (3-13)$$

$$Q_{\text{ttpx}} = P_{\text{ttpx}} \cdot \text{tg } j$$

M-số đơn vị sản phẩm được sản xuất ra trong 1 năm (sp/năm)

W- suất tiêu hao điện năng cho 1 đơn vị sản phẩm (kWh/sp)

T_{max} - thời gian sử dụng công suất lớn nhất của phụ tải(giờ/năm), tra phụ lục.

$\text{Cos } \varphi$ - hệ số công suất của phân xưởng, tra bảng.

3.4.4 Phương pháp số thiết bị hiệu quả:

Phương pháp này dùng khi đã có thiết kế chi tiết cho phân xưởng: bố trí máy móc, thiết bị trên mặt bằng, công suất định mức cho từng thiết bị. Phương pháp này được thực hiện như sau:

a. Xác định phụ tải tính toán động lực:

Chia các thiết bị trong phân xưởng thành các nhóm (dựa vào vị trí lắp đặt và tên thiết bị).

Xác định phụ tải tính toán động lực cho từng nhóm thiết bị theo công thức sau:

$$P_{\text{ttn ln hom}} = k_{\text{max}} \cdot k_{\text{sd}} \sum_{i=1}^n P_{\text{đmi}} \quad (3-14)$$

$$Q_{\text{ttn ln hom}} = P_{\text{ttn ln hom}} \cdot \text{tg } j$$

Trong đó: k_{sd} – hệ số sử dụng thiết bị, tra bảng ở phụ lục.

K_{max} – hệ số cực đại, được xác định dựa vào số thiết bị hiệu quả n_{hq} và hệ số k_{sd} , $k_{\text{max}} = f(n_{\text{hq}}, k_{\text{sd}})$.

$$k_M = 1 + 1,3 \sqrt{\frac{1 - k_{\text{sd}\Sigma}}{n_{\text{hq}} \cdot k_{\text{sd}\Sigma} + 2}} \quad (3-15)$$

* Cách xác định số thiết bị hiệu quả:

- Giả thiết có 1 nhóm gồm n thiết bị có công suất định mức và chế độ làm việc khác nhau. Ta gọi n_{hq} là số thiết bị tiêu thụ điện năng hiệu quả của nhóm đó, đó là 1 con số qui đổi gồm có n_{hq} thiết bị có công suất định mức và chế độ làm việc như nhau. Số thiết bị tiêu thụ điện năng hiệu quả được xác định như sau:
- Trường hợp 1: Khi số thiết bị trong nhóm $n \leq 5$:

$$n_{\text{hq}} = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{\text{đmi}})^2}{\sum_{i=1}^n (P_{\text{đmi}})^2} \quad (3-16)$$

Ví dụ 3.2: Một nhóm thiết bị trong phân xưởng cơ khí gồm có 5 thiết bị, trong đó:

3 thiết bị giống nhau, công suất định mức mỗi thiết bị là 10kW.

2 thiết bị giống nhau, công suất định mức mỗi thiết bị là 10kW.

Hãy xác định số thiết bị hiệu quả của nhóm đó.

Theo công thức trên, nếu tất cả các thiết bị tiêu thụ điện của nhóm đều có công suất định mức như nhau thì:

$$n_{hq} = \frac{(n \cdot P_{\text{đm}})^2}{n \cdot P_{\text{đm}}^2} = n \quad (3-17)$$

- Trường hợp 2: Khi số thiết bị trong nhóm $n > 5$, n_{hq} được xác định theo trình tự sau:
- + Xác định n_1 : là số thiết bị có công suất định mức không nhỏ hơn 1 nửa công suất định mức của thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm.
- + Xác định tổng công suất định mức ứng với n_1 thiết bị vừa tìm: P_1
- + Xác định tổng công suất định mức ứng với n thiết bị: P_n
- + Tìm giá trị n_* và P_* :

$$\begin{aligned} n_* &= \frac{n_1}{n} \\ P_* &= \frac{P_1}{P_n} \end{aligned} \quad (3-18)$$

- + Tra bảng ở phụ lục ứng với giá trị n_* và P_* vừa tìm, ta có được giá trị n_{*hq} . Hoặc tính theo công thức:

$$n_{*hq} = \frac{0,95}{\frac{P_*^2}{n_*} + \frac{(1 - P_*)^2}{1 - n_*}} \quad (3-19)$$

- + Xác định n_{hq} theo công thức:

$$n_{hq} = n_{*hq} \cdot n$$

Chọn n_{hq} là số nguyên.

- *Xác định phụ tải tính toán động lực cho toàn phân xưởng:*

$$P_{\text{ttnlpx}} = \sum_{i=1}^N P_{\text{ttnl homi}}$$

$$Q_{\text{ttnlpx}} = \sum_{i=1}^N Q_{\text{ttnl homi}}$$

N-số nhóm thiết bị trong phân xưởng.

b. Xác định phụ tải tính toán chiếu sáng cho toàn phân xưởng:

Phụ tải tính toán chiếu sáng được tính theo công suất chiếu sáng trên 1 đơn vị diện tích:

$$P_{\text{ttcspx}} = P_0 \cdot S$$

P_0 : mật độ công suất chiếu sáng trên 1m² diện tích (W/m²), tra bảng ở phụ lục.

S : diện tích của phân xưởng (m²)

$$Q_{\text{ttcspx}} = P_{\text{ttcspx}} \cdot \text{tg } j$$

Nếu dùng đèn sợi đốt thì lấy $\cos \varphi = 1$

Nếu dùng đèn huỳnh quang thì lấy $\cos \varphi = 0.6 - 0.8$

c. Xác định phụ tải tính toán cho toàn phân xưởng:

$$P_{\text{tttpx}} = k_{\text{đt}} (P_{\text{tthlpx}} + P_{\text{ttcspx}})$$

$$Q_{\text{tttpx}} = k_{\text{đt}} (Q_{\text{tthlpx}} + Q_{\text{ttcspx}})$$

$$S_{\text{tttpx}} = \sqrt{P_{\text{tttpx}}^2 + Q_{\text{tttpx}}^2}$$

$$I_{\text{tttpx}} = \frac{S_{\text{tttpx}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}}}$$

$k_{\text{đt}}$ – Hệ số đồng thời, do khả năng cực đại của các phân xưởng xảy ra không đồng thời.

$k_{\text{đt}} = 0.9 - 0.95$ khi số phân xưởng $n = 2 - 4$.

$k_{\text{đt}} = 0.8 - 0.85$ khi số phân xưởng $n = 5 - 10$.

* Nhận xét:

- Ưu điểm của phương pháp: cho kết quả với độ chính xác cao.
- Nhược điểm: tính toán phức tạp.

Ví dụ 3.4: Hãy xác định phụ tải tính toán của phân xưởng cơ khí có các máy sau:

Tên nhóm	Tên thiết bị trong nhóm	Số lượng thiết bị	Công suất định mức từng thiết bị $P_{\text{đm}}(\text{KW})$	$\cos j$
Nhóm 1	Máy tiện	12	10	0.6
	Máy khoan đứng	5	3	0.6
	Máy khoan bàn	12	10	0.6
	Máy mài thô	2	2	0.6

Nhóm 2	Máy cửa	3	10	0.6
	Máy hàn	4	7	0.6
	Máy nén khí	5	4.5	0.6
	Máy bào	10	2	0.6

Hệ số sử dụng của các máy trong phân xưởng : $k_{sd} = 0.1, k_{dt} = 0.85$

Diện tích phân xưởng : $S = 500m^2$, $P_0 = 13 W/m^2$, $\cos\varphi = 0.6$

Giải:

Nhóm 1:

$$n_1 = 24$$

$$n = 31$$

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{24}{31} = 0.774$$

$$P_* = \frac{\sum P_{dmn_1}}{\sum P_{dmn}} = \frac{40 + 200}{40 + 15 + 200 + 4} = \frac{240}{259} = 0.926$$

$$n_{*hq} = 0.89 \Rightarrow n_{hq} = 0.89 \times 31 = 27.59$$

$$\text{Chọn } n_{hq} = 30$$

$$k_{max} = 1.62$$

$$P_{ttnhóm1} = k_{sd} \cdot k_{max1} \cdot \sum P_{dmnhóm1} = 0.1 \times 1.62 \times 259 = 41.958 (kW)$$

$$Q_{ttnhóm1} = P_{ttnhóm1} \cdot \tan\varphi = 55.944 (kVAr)$$

$$S_{ttnhóm1} = 69.93 (kVA)$$

Nhóm 2:

$$n_1 = 7$$

$$n = 22$$

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{7}{22} = 0.318$$

$$P_* = \frac{\sum P_{dmn_1}}{\sum P_{dmn}} = \frac{58}{96} = 0.6$$

$$n_{*hq} = 0.66 \Rightarrow n_{hq} = 0.66 \times 22 = 14.52$$

$$\text{Chọn } n_{hq} = 14$$

$$k_{max} = 2.1$$

$$P_{ttnhóm2} = k_{sd} \cdot k_{max2} \cdot \sum P_{dmnhóm2} = 0.1 \times 2.1 \times 96 = 20.16 (kW)$$

$$Q_{ttnhóm2} = P_{ttnhóm2} \cdot \tan\varphi = 26.88 (kVAr)$$

$$S_{ttnhóm2} = 33.6 (kVA)$$

3.5 . Xác định phụ tải tính toán cho các phụ tải đặc biệt:

3.5.1. Tính phụ tải tính toán cho thiết bị điện một pha:

Nếu trong mạng có các thiết bị điện một pha thì ta phải phân phối các thiết bị đó lên ba pha của mạng sao cho mức độ không cân bằng giữa các pha là ít nhất. Khi đó:

Nếu tại điểm cung cấp (tủ phân phối, đường dây chính ..v...v...) phần công suất không cân bằng bé hơn 15% tổng công suất tại điểm đó thì các thiết bị một pha được coi như thiết bị ba pha có công suất tương đương, tức là: nếu:

$$\sum P_{\text{không cân bằng}} \leq 0,15 \sum P_{\text{cân bằng}} \quad (3-20)$$

Thì phụ tải không cân bằng được tính toán như phụ tải cân bằng.

Nếu phần công suất không cân bằng lớn hơn 15% tổng công suất các thiết bị ở điểm xét, thì phụ tải tính toán quy đổi về 3 pha P_{tt} (3pha) của các thiết bị 1 pha được tính như sau:

Trường hợp thiết bị một pha nối vào điện áp pha của mạng điện thì:

$$P_{tt}(3pha) = 3P_{1pha}(\max) \quad (3-21)$$

Với $P_{1pha}(\max)$ – tổng công suất các thiết bị 1 pha của pha có phụ tải lớn nhất.

Trường hợp thiết bị 1 pha nối vào điện áp dây của mạng thì:

$$P_{tt}(3pha) = \sqrt{3} \cdot P_{1pha} \quad (3-22)$$

Trường hợp trong mạng vừa có thiết bị 1 pha nối vào điện áp pha, lại vừa có thiết bị một pha nối vào điện áp dây, thì ta phải quy đổi các thiết bị nối vào điện áp dây thành thiết bị nối vào điện áp pha.

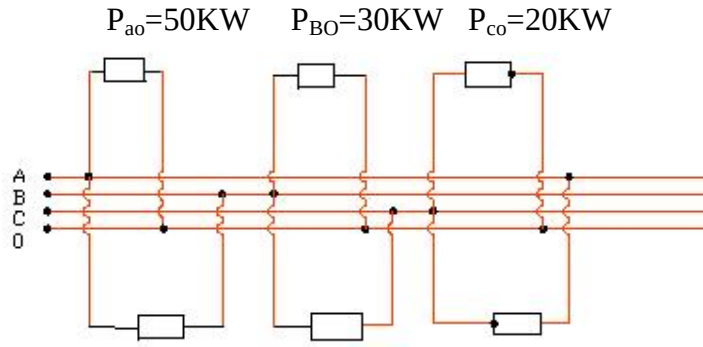
Phụ tải tính toán một pha bằng tổng phụ tải của thiết bị 1 pha nối vào điện áp pha và phụ tải quy đổi của thiết bị 1 pha nối vào điện áp dây. Sau đó, ta sẽ tính phụ tải ba pha bằng 3 lần phụ tải của pha có phụ tải lớn nhất (công thức 3-38).

Bảng 3.2: Cho các hệ số quy đổi.

Hệ số quy đổi phụ tải 1 pha nối vào điện áp dây thành phụ tải một pha nối vào điện áp pha của mạng.

Hệ số quy đổi	Hệ số công suất của phụ tải							
	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,8	0,9	1,0
p(ab)a, p(bc)b, p(ac)c	1,17	1	0,89	0,84	0,80	0,72	0,64	0,5
p(ab)b, p(bc)c, p(ac)a	-0,17	0	0,11	0,16	0,20	0,28	0,36	0,5
q(ab)a, q(bc)b, q(ac)c	0,86	0,58	0,38	0,30	0,22	0,09	-0,05	-0,29
q(ab)b, q(bc)c, q(ac)a	1,44	1,16	0,96	0,88	0,80	0,67	0,53	0,29

Ví dụ 3.5: Xác định phụ tải tính toán cho một mạch điện có các thiết bị điện sau đây :
thiết bị mắc vào U_d gồm các máy hàn, có $e\% = 50$; $\cos j = 0.65$; $k_{sd}=0.25$. Thiết bị
mắc vào U_f gồm các lò điện có: $\cos j = 1$; $k_{sd}=0.5$ các số liệu khác cho trên hình vẽ.



$S_{dm}=100KVA$ $S_{dm}=150KVA$ $s_{dm}=200KVA$

Hình 3.5: Cho một mạch điện như hình vẽ

Giải :

1 -Tính đối thiết bị có điện áp dây về điện áp pha:

tra bảng dựa vào $\cos j = 0.65$ ta có :

$$P_{(ab)A}=P_{(bc)B}=P_{(ca)C}=0.84 ; \quad P_{(ab)B}=P_{(bc)C}=P_{(ac)A}=0.16$$

$$q_{(ab)A}=q_{(bc)B}=q_{(ca)C}=0.3 ; \quad q_{(ab)B}=q_{(bc)C}=q_{(ac)A}=0.88$$

2 - Tính đối xuất công suất máy hàn về chế độ dài hạn :

$$P_{d1}=S_{dm} \cdot \cos j \cdot \sqrt{e\%} = 100.0.65 \cdot 0.7 = 45KW$$

$$P_{d2} = 150.0.65.0.7 = 67 KW$$

$$P_{d3} = 200.0.65 \cdot 0.7 = 90KW$$

3 - Tính các công suất đặt khi quy đổi về các pha :

(công thức viết theo thực tế đấu thiết bị máy hàn)

a - Tính cho pha -A :

$$P_{dA(I)} = P_{AB} \cdot P_{(ab)A} + P_{AC} \cdot P_{(ac)A} = 45.0.84 + 90.0.16 = 52KW$$

$$Q_{dA(I)} = P_{AB} \cdot q_{(ab)A} + P_{AC} \cdot q_{(ac)A} = 45.0.3 + 90 \cdot 0.88 = 92Kvar$$

b - Tính cho pha B :

$$P_{dB(I)} = P_{AB} \cdot q_{(ab)B} + P_{BC} \cdot q_{(bc)B} = 45 \cdot 0.16 + 67 \cdot 0.84 = 63KW$$

$$Q_{dB(I)} = P_{AB} \cdot q_{(ab)B} + P_{BC} \cdot q_{(bc)B} = 45.0.88 + 67 \cdot 0.3 = 60 Kvar$$

c- Tính cho pha C :

$$P_{dC(I)} = P_{AC} \cdot P_{(ac)C} + P_{BC} \cdot P_{(bc)C} = 90 \cdot 0.84 + 67 \cdot 0.16 = 87Kw$$

$$Q_{dC(I)} = P_{AC} \cdot q_{(ac)C} + P_{BC} \cdot q_{(bc)C} = 90 \cdot 0.3 + 67 \cdot 0.88 = 86 Kvar$$

4 - Tính công suất trung bình nhóm I :

(bước này phát sinh do hai nhóm máy có hệ số $\cos j$ khác nhau).

$$P_{tb A (I)} = K_{sd} \cdot P_{dA (I)} = 0.25 \cdot 52 = 13$$

$$Q_{tb A (I)} = K_{sd} \cdot Q_{dA (I)} = 0.25 \cdot 92 = 23 \text{ KVAR}$$

$$P_{tb B (I)} = 0.25 \cdot 63 = 16 \text{ KW}$$

$$Q_{tb B (I)} = 0.25 \cdot 60 = 15 \text{ KVAR}$$

$$P_{tb C (I)} = 0.25 \cdot 87 = 22 \text{ KW}$$

$$Q_{tb C (I)} = 0.25 \cdot 86 = 22 \text{ KVAR}$$

5 - *Tính công suất trung bình nhóm II :*

(vì lò điện trở có $\cos \varphi = 1$ nên không có Q ; $K_{sd} = 0.5$) .

$$P_{tb A (II)} = 0.5 \cdot 50 = 25 \text{ KW} \quad P_{tb B (II)} = 0.5 \cdot 30 = 15 \text{ KW}$$

$$P_{tb C (II)} = 0.5 \cdot 20 = 10 \text{ KW}.$$

6 - *Tính công suất trung bình ở từng pha :*

$$P_{tb A} = 13 + 25 = 38 \text{ KW}$$

$$P_{tb B} = 16 + 15 = 31 \text{ KW}$$

$$P_{tb C} = 22 + 10 = 32 \text{ KW}$$

7 - *Nhận xét : Trong 3 pha phụ tải pha A là lớn nhất , ta chọn pha A để tính rồi nhân 3 .*

8 - *Xác định phụ tải toán bằng phương pháp cực đại K_M*

$$\checkmark \quad \text{Tính } n_{hq} : \quad n_{hq} = \frac{(\sum P_{\bar{n}})^2}{\sum P_{\bar{n}}^2} = \frac{(52 + 50)^2}{52^2 + 50^2} = 2$$

$$\checkmark \quad \text{Tính } k_{sd \text{ tb}} : \quad K_{sd \text{ tb}} = \frac{P_{tb \sum A}}{P_{\bar{n} \sum A}} = \frac{38}{52 + 50} = 0.37$$

$$\checkmark \quad \text{Tra bảng : Dựa vào } n_{hq} ; K_{sd \text{ tb}} = 0.37 \text{ tra bảng đồ hình 3-5 tìm được}$$

$$K_M = 2.2$$

9 - *Tính công suất tính toán ở pha A :*

$$P_{tt A} = K_M \cdot P_{tb A} = 2.2 \cdot 38 = 83 \text{ KW}$$

$$Q_{tt A} = P_{tt A} \cdot \tan \varphi_{tb} = 83 \cdot (23/38) = 50 \text{ Kvar}$$

$$S_{tt A} = \sqrt{83^2 + 50^2} = 97 \text{ KVA} \quad \longrightarrow \quad S_{tt 3 \text{ pha}} = 3 \cdot 97 = 291 \text{ KVA}$$

$$I_{tt} = \frac{291}{\sqrt{3 \cdot 0.38}} = 442 \text{ A}$$

3.5.2. *Tính phụ tải đỉnh nhọn:*

Phụ tải cực đại kéo dài trong thời gian từ 1 ÷ 2 giây thì gọi là phụ tải đỉnh nhọn. Phụ tải đỉnh nhọn thường được tính dưới dạng dòng điện đỉnh nhọn $I_{\text{đn}}$. Dòng điện này dùng để kiểm tra bộ lịch điện áp, chọn các thiết bị bảo vệ, tính toán tự khởi động của động cơ .v.v...

Ngoài việc quan tâm đến giá trị I_{dn} , ta cần phải quan tâm đến tần số xuất hiện của nó. Dòng điện đỉnh nhọn xuất hiện khi động cơ khởi động, lò hồ quang hay máy hàn làm việc....

- ✓ Đối với một máy, dòng điện đỉnh nhọn chính là dòng điện mở máy.

$$I_{dn} = I_{mm} = k_{mm} \cdot I_{dm} \quad (3-23)$$

- o Trong đó k_{mm} – bội số mở máy của động cơ.
- o Khi không có số liệu chính xác thì bội số mở máy có thể lấy như sau:

- ✓ Đối với động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc:

$$K_{mm} = 5 \div 7$$

- ✓ Đối với động cơ điện một chiều hoặc động cơ không đồng bộ rôto dây quấn: $k_{mm} = 2,5$.
- ✓ Đối với máy biến áp và lò điện hồ quang $k_{mm} \geq 3$ (theo lý lịch máy tức là không quy đổi về $\varepsilon\% = 100\%$).
- ✓ Đối với một nhóm máy, dòng điện đỉnh nhọn xuất hiện khi máy có dòng điện máy lớn nhất trong nhóm mở máy, còn các máy khác làm việc bình thường. Do đó công thức tính như sau:

$$I_{dn} = I_{mm(max)} + (I_{tt} - k_{sd} \cdot I_{dm(max)}) \quad (3-24)$$

Ở đây $I_{mm(max)}$: dòng điện mở máy lớn nhất trong các dòng điện mở máy của các động cơ trong nhóm.

I_{tt} – Dòng điện tính toán của nhóm máy.

k_{sd} – Hệ số sử dụng của động cơ có dòng điện mở máy lớn nhất.

$I_{dm(max)}$ – Dòng điện định mức của động cơ có dòng điện mở máy lớn nhất đã quy đổi về chế độ làm việc dài hạn.

Trong một số trường hợp đặc biệt như: hộ tiêu thụ có phụ tải xung kích (ví dụ: lò hồ quang mạnh, các bộ truyền động biến đổi chính không có bánh đà của máy cán thép liên hợp) thì dòng điện đỉnh nhọn sẽ được tính toán theo phương pháp đặc biệt.

Ví dụ 3.6 : Tính dòng điện đỉnh nhọn của đường dây cung cấp cho p hộ tải số liệu sau:

Bảng 3.3: Số liệu phụ tải.

Động cơ	P_{dm} [kw]	$e \%$	$\cos j$	I_{dm} [A]	k_{mm}
Nâng hàng	12	15	0.66	27.5	5.5
Xe con	4	15	0.72	8.45	2.5
Xe lớn	8	15	0.75	16.30	2.5

Điện áp $U = 380/220V$, hệ số sử dụng $k_{sd} = 0.1$

Giải :

Nhìn bảng 2-3 ta thấy động cơ nâng hàng có dòng điện mở máy lớn nhất .

$$I_{mm(max)} = k_{mm} \cdot I_{dm} = 5.5 \times 27.5 = 151A$$

Phụ tải tính toán của nhóm động cơ qui đổi về chế độ làm việc dài hạn

$$(e \% = 100 \%) .$$

$$P_{tt} = p_{\tilde{n}} = p_{\tilde{n}m} = \sum_{i=1}^3 p_{\tilde{n}mi} \sqrt{e_{\tilde{n}mi}} \quad \text{công thức (3-1).}$$

$$P_{tt} = (12 + 4 + 8) \sqrt{0.15} = 9.3kw$$

$$Q_{tt} = \sum_{i=1}^3 (p_{\tilde{n}mi} \sqrt{e_{\tilde{n}mi}} \cdot \tan \phi_i) = 12 \sqrt{0.15} \times 1.13 + 4 \sqrt{0.15} \times 0.964 + 8 \sqrt{0.15} \times 0.88 = 9.27 KVAR$$

$$S_{tt} = \sqrt{9.3^2 + 9.27^2} \approx 13.2 KVA$$

Dòng điện tính toán của nhóm máy :

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{U_{\tilde{n}m} \sqrt{3}} = \frac{13.2}{0.38 \times \sqrt{3}} = 20.1A$$

Dòng điện định mức của động cơ nâng hàng (e \% = 100 \%)

$$I_{m(max)} = 27.5 \times \sqrt{0.15} = 10.6A$$

Dòng điện định mức của đường dây cung cấp là : công thức(2.9)

$$I_{\tilde{n}n} = I_{mm(max)} + (I_{tt} - K_{sd} \times I_{\tilde{n}m(max)})$$

$$I_{\tilde{n}n} = 151 + (20.1 - 0.1 \times 10.6) \approx 170 A$$

3.6 Cách chọn phương pháp xác định phụ tải tính toán.

- Khi tính phụ tải tính toán cho từng nhóm máy ở mạng điện áp thấp (U<1000V) thì dùng phương pháp tính theo hệ số k_{max} vì phương pháp này cho kết quả tương đối chính xác.
- Khi phụ tải phân bố tương đối đều trên diện tích sản xuất thì dùng phương pháp “suất phụ tải trên 1 đơn vị diện tích sản xuất” để tính phụ tải tính toán. Phương pháp này dùng trong giai đoạn tính toán sơ bộ để ước lượng phụ tải cho hệ tiêu thụ.
- Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ cần phải đánh giá phụ tải chung của cả hệ tiêu thụ, trường hợp này nên dùng phương pháp hệ số nhu cầu k_{nc} .

3.7 Trình tự tính toán phụ tải điện ở các cấp của hệ thống điện.

Bước 1: Xác định phụ tải tính toán

Bước 2: Thiết kế mạng hạ áp

Bước 3: Thiết kế mạng điện cao áp

Bước 4: Tính toán bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số công suất

Bước 5: Thiết kế hệ thống chiếu sáng

3.8 Xác định tâm phụ tải điện.

3.8.1 Khái niệm:

Sau khi xác định phụ tải tính toán phân xưởng, nhà máy, cần biết sự phân bố phụ tải trong xí nghiệp để xác định hợp lý. Phương án đặt trạm biến áp, trạm phân phối. Hình vẽ phụ tải giúp chúng ta khi thiết kế có thể lập nhiều phương án để so sánh các mặt kỹ thuật và kinh tế.

Diễn đồ phụ tải là phương án để biểu diễn mặt bằng phụ tải trên mặt bằng của xí nghiệp nó cho ta nhận xét khái quát các vấn đề sau:

- Sự phân bố phụ tải tập trung hay phân tán.
- Nhận xét được phương hướng, xác định được phương án đặt trạm biến áp.
- Xác định được tâm phụ tải để tiết kiệm được đường dây, giảm tổn hao điện năng.

3.8.2 Cách biểu diễn:

a) Qui ước vẽ:

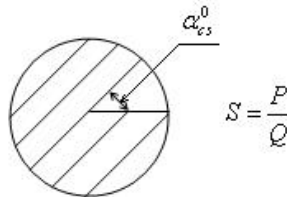
Dùng đường tròn có tiết diện là S , bán kính R ta có ngay:

$$S = p \cdot R^2 \cdot m$$

Trong đó: m là hệ số tỷ lệ, hay còn gọi là tỷ lệ xích (KVA/Km). chọn như vậy ta sẽ có một vòng tròn biểu diễn như vậy ta sẽ có một vòng tròn biểu diễn công suất biểu kiến của phụ tải. Nếu cho $S = S_{tt}$ ta có thể tính được bán kính vòng tròn phụ tải cần vẽ:

$$R = \sqrt{\frac{S_{tt}}{m \cdot p}} \quad (3-25)$$

Thường ta biểu diễn mỗi phân xưởng có một vòng tròn phụ tải, tâm vòng tròn đặt đúng tâm phụ tải của phân xưởng, bên cạnh vòng tròn về phía phải viết thêm một hỗn số.

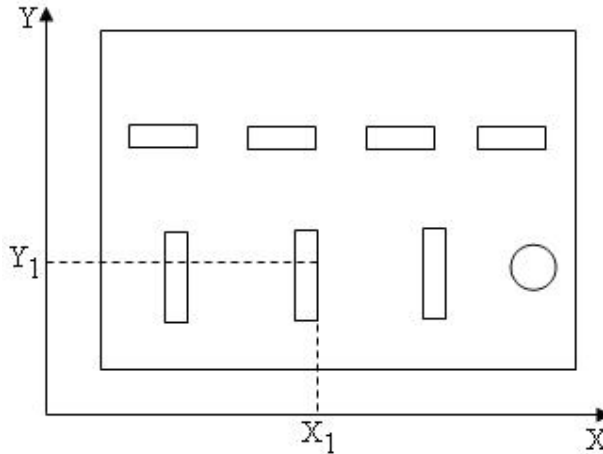


Hình 3.8

Trong vòng tròn ta vẽ một góc phụ tải chiếu sáng là a_{cs}^0 , để biểu diễn công suất chiếu sáng trong phân xưởng đó. Cuối cùng ta gạch phần còn lại để biểu diễn phụ tải động lực của phân xưởng.

$$a = \frac{P_{ttcs.360}}{S_{tt}} \quad (3-26)$$

b) Cách xác định tâm phụ tải:



Hình 3.9: Tâm phụ tải

Trên mặt bằng phụ tải phân xưởng, ta đánh dấu vị trí các động cơ trên các máy, lấy đó làm tâm phụ tải của nhà máy, từ đó xác định các tọa độ bằng cách giống về trục X,Y ta có tương ứng trục X_1Y_1 , X_2Y_2 , ... Làm như vậy cho ta tất cả các máy trong phân xưởng. Sau đó áp dụng công thức sau:

$$\begin{cases} X = \frac{P_1X_1 + P_2X_2 + \dots + P_nX_n}{\sum P_n} \\ Y = \frac{P_1Y_1 + P_2Y_2 + \dots + P_nY_n}{\sum P_n} \end{cases} \quad (3-27)$$

Tọa độ X,Y là tâm phụ tải phân xưởng cần tìm.

Khi xác định tâm phụ tải của nhà máy, ta cũng làm tương tự như trên, chỉ khác ở chỗ: Sau khi đã có tọa độ của các phân xưởng, đ ược vẽ trên mặt bằng toàn nhà máy, ta cũng vẽ trục tọa độ và đóng các điểm được coi là tâm phụ tải của phân xưởng để xác định các cặp tọa độ này, sau đó áp dụng công thức tương tự để xác định tâm phụ tải của toàn nhà máy.

Căn cứ vào vị trí này ta xác định hợp lý vị trí đặt trạm, nhưng nếu vị trí này vướng vào công trình xây dựng, thì cho phép ta xê dịch trong phạm vi nhất định sao cho hợp lý và thuận lợi.

3.9 Dự báo phụ tải điện.

Dự báo nhu cầu tiêu thụ điện là bài toán hết sức cần thiết trong quá trình vận hành, quy hoạch, phát triển, điều khiển tối ưu chế độ mạng điện v.v... Hầu hết các bài

toán dự báo phụ tải đều dựa trên cơ sở các mô hình toán học hoặc các mô hình thực nghiệm nhằm tìm ra các quy luật biến đổi của phụ tải điện trong chu kỳ xét. Kinh nghiệm thực tế cho thấy không có phương pháp dự báo chung cho mọi quá trình. Mỗi quá trình, mỗi ngành sản xuất có những đặc điểm riêng biệt, đồng thời ở mỗi lĩnh vực lại có những nét chung mà có thể sử dụng làm cơ sở cho việc thiết lập các mô hình dự báo. Việc phân tích, đánh giá các phương pháp dự báo nhu cầu phụ tải nhằm tìm ra những nét chung, nét riêng để có thể áp dụng cho những điều kiện cụ thể là vấn đề hết sức cấp thiết đối với sự phát triển mạng điện nước ta, đặc biệt trong bối cảnh các ngành kinh tế ở Việt Nam đang có những biến chuyển lớn.

Các phương pháp dự báo cơ bản

1. Phương pháp ngoại suy

1.1. Nội dung phương pháp

Theo nghĩa rộng nhất thì ngoại suy dự báo là nghiên cứu lịch sử phát triển của đối tượng năng lượng và chuyển tính quy luật đã được phát hiện trong quá khứ và hiện tại sang tương lai bằng phương pháp xử lý chuỗi thời gian kinh tế. Thực chất của việc nghiên cứu lịch sử và nghiên cứu quá trình thay đổi và phát triển của đối tượng tiêu thụ điện theo thời gian. Kết quả thu thập thông tin một cách liên tục về sự vận động của đối tượng tiêu thụ điện theo một đặc trưng nào đó hình thành một chuỗi thời gian.

Điều kiện chuỗi thời gian:

Khoảng cách giữa các thời điểm của chuỗi phải bằng nhau, có nghĩa là phải đảm bảo tính liên tục nhằm phục vụ cho việc xử lý. Đơn vị đo giá trị chuỗi thời gian phải đồng nhất. Theo ý nghĩa toán học thì phương pháp ngoại suy chính là việc phát hiện xu hướng vận động của đối tượng năng lượng, có khả năng tuân theo quy luật hàm số $f(t)$ nào để từ đó tiên liệu giá trị đối tượng năng lượng ở ngoài khoảng giá trị đã biết (y_1, y_n) định dạng:

$$y_{t+1}^{DB} = f(t+1) + e$$

Trong đó: - thành phần phụ tải có xét đến nhiễu của các thông tin.

Điều kiện của phương pháp:

- Đối tượng năng lượng phát triển tương đối ổn định theo thời gian.
- Những nhân tố ảnh hưởng chung nhất cho sự phát triển đối tượng năng lượng vẫn được duy trì trong khoảng thời gian nào đấy trong tương lai.
- Sẽ không có tác động mạnh từ bên ngoài dẫn tới những đột biến trong quá trình phát triển đối tượng năng lượng. Quá trình dự báo theo phương pháp ngoại suy được thể hiện qua sơ đồ sau:

1.2. Đánh giá

Phương pháp ngoại suy thường có sai số dự báo khá lớn. Nguyên nhân chính dẫn đến sai số dự báo là do sự biến động của một số nhân tố liên quan đến quá trình tiêu thụ điện. Giá điện là một biến quan trọng tác động đến nhu cầu phụ tải. Cuộc khủng hoảng năng lượng đầu tiên năm 1973 đã làm giá điện tăng 4,1% hằng năm cho giai đoạn dự báo 1974-1983. Giá điện tăng tạo ra các thay đổi về mô hình nhu cầu phụ tải cho giai đoạn dự báo. Có giả thiết cho rằng sự thay đổi cấu trúc trong mô hình cũng có thể là nguyên nhân khác gây ra sai số dự báo.

Ở Việt Nam, từ trước đến nay phương pháp ngoại suy được áp dụng không nhiều do thiếu lượng thông tin cần thiết về tiêu thụ điện trong quá khứ. Tuy nhiên, trong những năm gần đây với việc áp dụng các phần mềm dự báo như SIMPLE-E, phương pháp ngoại suy đã bắt đầu được sử dụng để tính toán dự báo cho Tổng sơ đồ VI. Để có thể áp dụng thuận tiện phương pháp ngoại suy, cần ý thức được tầm quan trọng của thông tin để thu thập và lưu giữ, đồng thời cần phải trang bị các cơ cấu đo cần thiết.

2. Phương pháp hồi quy tương quan

Phương pháp luận

Phương pháp này nghiên cứu mối tương quan giữa các thành phần kinh tế, xã hội... nhằm phát hiện những quan hệ về mặt định lượng của các tham số dựa vào thống kê toán học. Các mối tương quan đó giúp chúng ta xác định được lượng điện năng tiêu thụ. Có hai loại phương trình hồi quy được ứng dụng nhiều trong hệ thống điện: phương trình tuyến tính và phương trình lũy thừa.

Phương trình dạng tuyến tính:

Đây là dạng phương trình thông dụng nhất, nó cho phép phân tích đánh giá sự ảnh hưởng của các nhân tố đối với tham số cơ bản cần xét. Dạng của phương trình này biểu diễn như sau:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \cdot X_i \quad (3-28)$$

Trong đó:

n: số quan trắc; a_0, a_i : các hệ số hồi quy; X_i : các nhân tố ảnh hưởng, hay các biến ngẫu nhiên; Y: tham số cơ bản, có thể coi là hàm của các biến ngẫu nhiên.

Phương trình dạng lũy thừa:

$$Y = a_0 \cdot X_1^{a1} \cdot X_2^{a2} \dots X_n^{an} \quad (3-29)$$

Dạng phương trình (3-29) cũng có thể đưa về dạng phương trình (3-28) bằng cách lấy logarit 2 vế. Việc lựa chọn hàm hồi quy được tiến hành trên cơ sở so sánh các hệ số tương quan, hệ số tương quan của dạng phương trình nào lớn thì chọn dạng phương trình đó.

Khi các biến ngẫu nhiên ảnh hưởng đến quá trình tiêu thụ điện Y tăng lên sẽ làm tăng số lần X_i và tăng kích thước bài toán nhưng thuật toán để tìm nghiệm là như nhau. Ngày nay với sự trợ giúp của máy tính thì các phép toán đó sẽ trở nên đơn giản, vấn đề đặt ra là chúng ta phải có một bộ dữ liệu quá khứ đủ mức tin cậy để xây dựng hàm hồi quy, dựa trên cơ sở xác định phụ tải bằng các phương pháp: dùng phiếu điều tra, phương pháp trực tiếp... Kết quả của phương pháp nêu trên xác định được các hệ số hồi quy ai. Việc xác định mức tiêu thụ điện được xác định dựa trên cơ sở của ai và các yếu tố ảnh hưởng khác.

3. Phương pháp hệ số đàn hồi thu nhập

3.1. Nội dung phương pháp

Nhu cầu điện năng được dự báo theo như phương pháp “mô phỏng kịch bản” hiện đang được áp dụng rộng rãi trong khu vực và trên thế giới. Phương pháp luận dự báo là: trên cơ sở phát triển kinh tế – xã hội trung – dài hạn, nhu cầu điện năng cũng như nhu cầu tiêu thụ các dạng năng lượng khác mô phỏng theo quan hệ đàn hồi với tốc độ tăng trưởng

kinh tế. Phương pháp này thích hợp với các dự báo trung và dài hạn. Đàn hồi thu nhập được xác định như sau:

$$a_{ET} = \frac{d A\%}{d Y\%} = \frac{\frac{\Delta A}{A}}{\frac{\Delta Y}{Y}} \quad (3-30)$$

Trong đó: α_{ET} - Hệ số đàn hồi thu nhập; $A\%$ và $Y\%$ - Suất tăng tương đối điện năng và GDP; A - Điện năng sử dụng; Y - Giá trị thu nhập GDP; ΔA và ΔY - Tăng trưởng trung bình điện năng và thu nhập trong giai đoạn xét.

Các hệ số đàn hồi được xác định theo từng ngành và từng miền lãnh thổ. Việc xác định chúng được tiến hành theo chuỗi phân tích quá khứ và có sự tham khảo kinh nghiệm từ các nước trên thế giới và trong khu vực. Ngoài ra, các yếu tố quan trọng khác tác động đến nhu cầu điện được xét đến là:

- Hệ số đàn hồi giá điện: Khi giá điện tăng lên, một số hộ tiêu thụ sẽ có xu hướng chuyển sang sử dụng các nhiên liệu năng lượng khác hoặc ngược lại. Như vậy về mặt thị trường, giá cả mỗi loại năng lượng dẫn đến tính cạnh tranh của loại đó. Hệ số phản ánh sự thay đổi nhu cầu điện của một ngành hay khu vực nào đó khi giá điện thay đổi được gọi là hệ số đàn hồi giá.

- Hệ số tiết kiệm năng lượng: tính tới việc áp dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật, thực hiện tiết kiệm năng lượng, đặc biệt là triển khai các chương trình quản lý phía nhu cầu DSM.

Hàm số dự báo là hàm tổng hợp, dự báo nhu cầu điện năng toàn quốc được tổ hợp từ nhu cầu điện năng cho các ngành kinh tế, khu vực dân dụng và từ các vùng lãnh thổ. Đàn hồi thu nhập và giá biểu thị nhu cầu năng lượng thay đổi do sự thay đổi giá năng lượng và thu nhập trong mô hình kinh tế lượng.

3.2. Phân tích đánh giá

Thông thường, các hệ số đàn hồi được xác định bằng các phân tích kinh tế lượng của các chuỗi dữ liệu theo thời gian trong quá khứ. Điều này không thể làm được ở Việt Nam vì các chuỗi dữ liệu theo thời gian này không đủ và ngay cả khi có đủ thì một số sự phân bố sai lệch tác động đến nền kinh tế Việt Nam sẽ làm mất tác dụng của cách tiếp cận này. Vì thế các hệ số đàn hồi dùng trong việc phân tích dự báo nhu cầu năng lượng thường được lựa chọn bằng cách mô phỏng kinh nghiệm của các quốc gia lân cận ở thời điểm mà họ có các điều kiện và hoàn cảnh tương tự. Cách tiếp cận này không phải là dễ dàng vì một số lý do. Các ước tính kinh tế thường là không tin cậy và dễ bị thay đổi tùy thuộc vào việc hình thành các quan hệ giữa sử dụng năng lượng và nhu cầu năng lượng cũng như các tập hợp dữ liệu nhất định đang được nghiên cứu. Phương pháp này ứng dụng tại Việt Nam mang nặng tính chuyên gia hơn là các tính toán thông thường.

4. Phương pháp chuyên gia

Về thực chất, phương pháp chuyên gia là phương pháp dự báo mà kết quả là các thông số do các chuyên gia đưa ra, hay nói đúng hơn là sự công nhận để khai thác và lợi dụng trình độ uyên bác và lý luận thành thạo về chuyên môn, phong phú về khả năng thực tiễn và khả năng miễn cảm, nhạy bén và thiên hướng sâu sắc về tương lai đối với đối tượng dự báo của một tập thể các nhà khoa học, các nhà quản lý cùng đội ngũ cán bộ thuộc các chuyên môn bao hàm hay nằm trong miền lân cận của đối tượng dự báo.

Nhiệm vụ của phương pháp chuyên gia là đưa ra những dự đoán khách quan về tương lai phát triển của một lĩnh vực hẹp của khoa học hoặc dựa trên việc xử lý có hệ thống các đánh giá dự đoán của chuyên gia. Sau khi đã thu thập ý kiến của các chuyên gia, cần xử lý các thông tin theo phương pháp xác suất thống kê. Thực tế phương pháp chuyên gia hoàn toàn mang tính chủ quan, phụ thuộc vào nhận thức của từng cá nhân, nhưng khi đã được xử lý theo phương pháp xác suất thống kê thì tính chủ quan sẽ được khách quan hoá bởi các mô hình toán học và vì vậy có thể nâng cao độ tin cậy của dự báo.

5. Phương pháp mạng neural nhân tạo

Có ba nguồn trí thông minh nhân tạo bắt chước các quá trình của bộ óc và hệ thống thần kinh của con người là quá trình xử lý ngôn ngữ, robot và các hệ neural nhân tạo. Hệ neural nhân tạo có ứng dụng hầu hết ở các lĩnh vực thương mại, trong đó có dự báo. Mạng neural có khả năng chiết xuất thông tin từ những dữ liệu không chắc chắn hay những dữ liệu phức tạp nhằm phát hiện ra những xu hướng không quan sát được bằng mắt thường hoặc bằng một số các kỹ thuật máy tính khác.

Trong hệ thống neural, nhiều thí dụ được lập chương trình trong máy vi tính. Những thí dụ này bao gồm toàn bộ các mối quan hệ trong quá khứ giữa các biến có thể ảnh hưởng đến các biến phụ thuộc. Chương trình hệ thống neural sau đó bắt chước ví dụ này và cố gắng bắt chước mối quan hệ cơ sở đó bằng cách học hỏi khi xử lý. Quá trình học hỏi này cũng được gọi là đào tạo giống như việc đào tạo con người trong công việc. Một trong những ưu điểm nổi bật của hệ thống neural trong dự báo là phương pháp này không cần phải xác định những mối quan hệ giữa các biến số trước. Phương pháp này có thể xác định nhờ vào quá trình học hỏi về các mối quan hệ qua những thí dụ đã được đưa vào máy. Bên cạnh đó, hệ thống neural không đòi hỏi bất kỳ giả định nào về các phân phối tổng thể và không giống những phương pháp dự báo truyền thống, nó có thể sử dụng mà không cần có đầy đủ số lượng các số liệu cần thiết. Chương trình hệ thống neural có thể thay thế nhanh chóng mô hình hiện có, ví dụ như phân tích hồi quy, để đưa ra những dự báo chính xác mà không cần ngừng trệ các hoạt động đang diễn ra. Hệ thống neural đặc biệt hữu ích khi số liệu đầu vào có tương quan cao hay có số lượng không đủ, hoặc khi hệ thống mang tính phi tuyến cao. Phương pháp này cho kết quả dự báo có độ chính xác cao, dự báo được các sự kiện theo thời gian.

Ví dụ tổng hợp 3.7:

Tính toán phụ tải điện là một khâu rất quan trọng trong quá trình thiết kế cung cấp điện. Khi tính toán phải đảm bảo chính xác để đảm bảo các yêu cầu về kinh tế và kỹ thuật, đồng thời cần phải tính đến nhu cầu mở rộng của phân xưởng

1. Đặc điểm phân xưởng

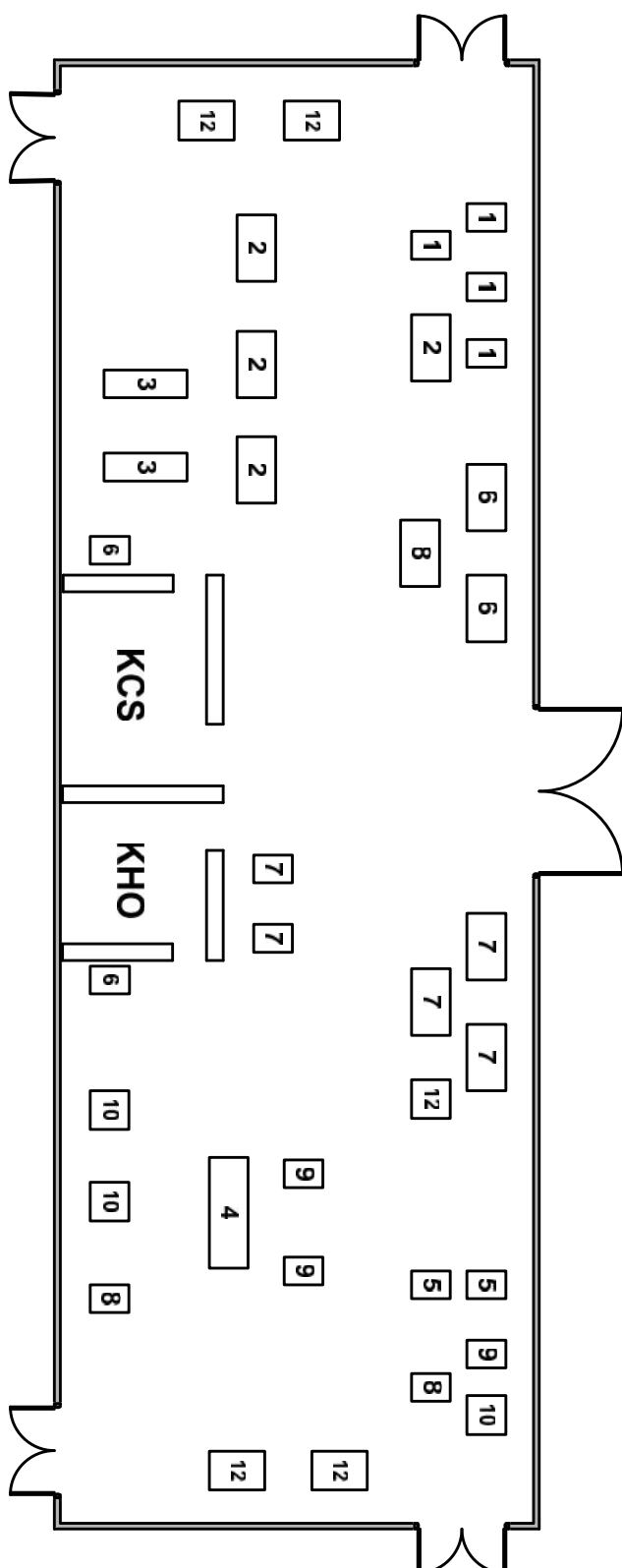
Đây là phân xưởng sản xuất nhựa, có dạng hình chữ nhật với chiều dài 54m, chiều rộng 18m, diện tích xung quanh 972m^2 , chiều cao 7m. Xưởng có năm cửa ra vào, một cửa chính rộng 6m, bốn cửa phụ rộng 3m.

2. Thông số và mặt bằng phân xưởng

BẢNG 3.1: THÔNG SỐ THIẾT BỊ PHÂN XƯỞNG 2

TT	Ký hiệu trên mặt bằng	Số lượng	P_{dm} (KW)	Cos j	Ksd
1	1	4	10	0.8	0.4
2	2	4	8	0.9	0.5
3	3	2	15	0.85	0.6
4	4	1	5	0.95	0.7
5	5	2	12	0.85	0.6
6	6	4	7	0.85	0.5
7	7	5	10	0.9	0.4
8	8	3	5	0.8	0.5
9	9	3	15	0.85	0.6
10	10	3	8	0.9	0.7
11	12	5	6	0.8	0.6

MẶT BẰNG PHÂN XỬNG 2 TỈ LỆ 1/200



3. PHÂN NHÓM PHỤ TÀI

Phân nhóm phụ tài dựa trên các yếu tố:

- Các thiết bị trong nhóm có cùng chức năng.

- Phân nhóm theo khu vực.
- Phân nhóm có chú ý phân đều công suất cho các nhóm.
- Dòng tải của từng nhóm gần với dòng tải của CB chuẩn.
- Số nhóm không nên quá nhiều.

4. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN CHO PHÂN XƯỞNG

Phân xưởng được chia làm hai nhóm:

Bảng 3.2: Các thông số ở nhóm một

TT	Ký hiệu trên mặt bằng	Số lượng	P _{dm} (kw)	Cos j	K _{sd}	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} .Cos j	P _{dm} .K _{sd}
1	1	4	10	0.8	0.4	1a,1b,1c,1d	32	16
2	2	4	8	0.9	0.5	2a,2b,2c,2d	28.8	16
3	3	2	15	0.85	0.6	3a,3b	25.5	18
4	6	3	7	0.85	0.5	6a,6b,6c	17.85	10.5
5	7	2	10	0.9	0.4	7a,7b	18	8
6	8	1	5	0.8	0.5	8a	4	2.5
7	12	2	6	0.8	0.6	12a,12b	9.6	7.2

Nhóm 1 : 18 động cơ (n₁=18)

$$n_1=18$$

$$\sum_{i=1}^{18} P_{dmi1} = 160(kw)$$

- Hệ số công suất trung bình của nhóm một :

$$\cos j_{tb1} = \frac{\sum_{i=1}^{18} \cos j_{i1} \cdot P_{dmi1}}{\sum_{i=1}^{18} P_{dmi1}} = \frac{32 + 28.8 + 25.5 + 17.85 + 18 + 4 + 9.6}{160} = 0.848$$

- Hệ số sử dụng trung bình :

$$K_{sd1} = \frac{\sum_{i=1}^{18} K_{sdi1} \cdot P_{dmi1}}{\sum_{i=1}^{18} P_{dmi1}} = \frac{16 + 16 + 18 + 10.5 + 8 + 2.5 + 7.2}{160} = 0.488$$

- Xác định phụ tải tính toán cho nhóm một theo phương pháp số thiết bị dùng điện có hiệu quả (n_{hq})

+ Số thiết bị trong nhóm 1 : $n_1=18$

+ Thiết bị có công suất lớn nhất : $P_{\max}=15\text{kw}$.

+ Số thiết bị có công suất lớn hơn hay bằng một nửa $P_{\max}$ (n_{i1}) : $n_{i1}=12$.

+ Tổng công suất của n_{i1} thiết bị: $\sum_{i=1}^{n_{i1}} P_{dmi1} = 122 \text{ (kw)}$.

+ Lập tỷ số :

$$+ n_{*1} = \frac{n_{i1}}{n_1} = \frac{12}{18} = 0.667$$

$$P_{*1} = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{i1}}{\sum_{i=1}^{18} P_{dmi1}} = \frac{122}{160} = 0.7625.$$

Tra đồ thị $n_{hq*1}=f(n_{*1}, P_{*1})$ từ bảng 1-1: $\Rightarrow n_{hq*1} = 0.91$.

$$\Rightarrow n_{hq1} = n_{hq*1} \cdot n_1 = 0.91 \cdot 18 = 16,38.$$

Tra đồ thị $K_{\max1}=f(n_{hq1}, K_{sd1})$ từ bảng 1-2 : $\Rightarrow K_{\max1}=1.23$.

+ Phụ tải tính toán của nhóm 1 :

$$P_{tt1} = K_{\max1} \cdot K_{sd1} \cdot \sum_{i=1}^{18} P_{dmi1} = 1.23 \cdot 0.488 \cdot 160 = 96,038 \text{ KW}.$$

$$S_{tt1} = \frac{P_{tt1}}{\cos \varphi_{tb1}} = \frac{96,038}{0.848} = 113,252 \text{ KVA}.$$

$$Q_{tt1} = \sqrt{S_{tt1}^2 - P_{tt1}^2} = \sqrt{113.252^2 - 96.038^2} = 60.024 \text{ KVAR}.$$

Nhóm 2 : Tính toán tương tự như nhóm 1 ta có bảng kết quả sau :

Bảng kết quả phụ tải các nhóm thiết bị :

Nhóm	Số thiết bị	Tổng công suất (KW)	Cos j _{tb}	P _{tt} (KW)	Q _{tt} (KVAR)	S _{tt} (KVR)	I _{tt} (A)
1	18	160	0.848	96,038	60.024	113.252	172
2	18	163	0.861	111,492	65.860	129.491	197

- Phụ tải tính toán toàn phân xưởng :

Chọn K_{dt}=0.9 (có 2 nhóm máy).

$$\cos j_{tbpx} = \frac{\sum_{j=1}^2 \cos j_j \cdot P_{dmj}}{\sum_{j=1}^2 P_{dmj}} = \frac{0.848 \cdot 160 + 0.861 \cdot 163}{160 + 163} = 0.854.$$

$$P_{ttdl} = K_{dt} \cdot \sum_{j=1}^2 P_{tj} = 0.9 \cdot (96.038 + 111,492) = 186.777 \text{ KW}$$

$$S_{ttdl} = \frac{P_{ttdl}}{\cos j_{tbpx}} = \frac{186.777}{0.854} = 218.708 \text{ (KVAR)}.$$

$$Q_{ttdl} = \sqrt{S_{ttdl}^2 - P_{ttdl}^2} = \sqrt{218.708^2 - 186.777^2} = 113.788 \text{ KVAR}.$$

$$I_{ttdl} = \frac{S_{ttdl}}{U_{dm} \sqrt{3}} = \frac{218.708}{0.38 \cdot \sqrt{3}} = 332.3 \text{ (A)}.$$

5. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI CHIẾU SÁNG CỦA PHÂN XƯỞNG THEO PHƯƠNG PHÁP SUẤT CHIẾU SÁNG TRÊN MỘT ĐƠN VỊ DIỆN TÍCH

Do phân xưởng cao 7 m, chọn đèn HID có P₀=8(W/m²), công suất 250W, cos j_{cs}=0,6. Phân xưởng có diện tích F= 972m².

$$P_{ttcs} = P_0 \cdot F = 8 \cdot 972 = 7.776 \text{ KW}.$$

$$\cos j_{cs} = 0,6 \Rightarrow \tan j_{cs} = 1.3333.$$

$$Q_{ttcs} = P_{ttcs} \cdot \tan j_{cs} = 7.776 \cdot 1.333 = 10.368 \text{ KVAR}$$

6. PHỤ TẢI TÍNH TOÁN TOÀN PHÂN XƯỞNG

$$P_{ttx} = P_{ttdl} + P_{ttcs} = 186.777 + 7.776 = 194.553 \text{ KW}.$$

$$Q_{ttx} = Q_{ttdl} + Q_{ttcs} = 113.788 + 10.368 = 122.156 \text{ KVAR}.$$

$$S_{ttx} = \sqrt{P_{ttx}^2 + Q_{ttx}^2} = \sqrt{194.553^2 + 122.156^2} = 229.723 \text{ KVA}$$

$$I_{\text{tppx}} = \frac{S_{\text{tppx}}}{U_{\text{dm}} \cdot \sqrt{3}} = \frac{229.723}{0.38 \cdot \sqrt{3}} = 349 \text{ A.}$$

7. XÁC ĐỊNH TÂM PHỤ TẢI CỦA NHÓM VÀ CỦA PHÂN XƯỜNG.

Tâm phụ tải là vị trí để đặt tủ phân phối, tủ động lực, máy biến áp sẽ đảm bảo chỉ tiêu kinh tế nhất, tổn thất công suất, điện năng và sụt áp là bé nhất.

a. TỌA ĐỘ TÂM PHỤ TẢI NHÓM 1 :

$$X_{\text{nh1}} = \frac{\sum_{i=1}^{18} X_{i1} \cdot P_{i1}}{\sum_{i=1}^{18} P_{i1}} = \frac{2245.06}{160} = 14.03 \text{ m.}$$

$$Y_{\text{nh1}} = \frac{\sum_{i=1}^{18} Y_{i1} \cdot P_{i1}}{\sum_{i=1}^{18} P_{i1}} = \frac{1708}{160} = 10.67 \text{ m.}$$

Bảng 3.3 TỌA ĐỘ VỊ TRÍ CỦA TỪNG MÁY Ở NHÓM 1

TT	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} (KW)	X(m)	Y(m)	X.P _{dm}	Y.P _{dm}
1	1a	10	5.74	16.093	57.4	160.93
2	1b	10	8.2	16.093	82	160.93
3	1c	10	10.66	16.093	106.6	160.93
4	1d	10	6.56	14.212	65.6	142.12
5	2a	8	6.97	7.524	55.76	60.192
6	2b	8	11.07	7.524	88.56	60.192
7	2c	8	15.17	7.524	121.36	60.192
8	2d	8	10.455	14.212	83.6	113.696
9	3a	15	11.685	3.135	175.275	47.025
10	3b	15	14.76	3.135	221.4	47.025
11	6a	7	15.99	16.593	111.93	116.15
12	6b	7	20.09	16.093	140.63	112.65
13	6c	7	17.835	1.672	124.845	11.704

14	7a	10	32.595	16.3	325.95	163
15	7b	10	36.695	16.3	366.95	163
16	8a	5	18.04	13.794	90.2	68.97
17	12a	6	2.255	9.823	13.5	59
18	12b	6	2.255	5.643	13.5	33.9

b. TỌA ĐỘ TÂM PHỤ TẢI NHÓM 2 :

$$X_{nh2} = \frac{\sum_{i=1}^{18} X_{i2} \cdot P_{i2}}{\sum_{i=1}^{18} P_{i2}} = \frac{6862.68}{163} = 42.1 \text{ m.}$$

$$Y_{nh2} = \frac{\sum_{i=1}^{18} Y_{i2} \cdot P_{i2}}{\sum_{i=1}^{18} P_{i2}} = \frac{1829.69}{163} = 11.225 \text{ m.}$$

Bảng 3.4: TỌA ĐỘ VỊ TRÍ CỦA TỪNG MÁY Ở NHÓM 2

TT	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} (KW)	X(m)	Y(m)	X.P _{dm}	Y.P _{dm}
1	4	5	42.4	6.48	212	32.4
2	5a	12	44.89	16.3	538.7	195.6
3	5b	12	44.89	14.21	538.7	170.52
4	6d	7	33.82	1.67	236.74	11.69
5	7a	10	32.59	16.3	325.9	163
6	7b	10	36.69	16.3	325.9	163
7	7c	10	34.64	14.21	346.4	142.1
8	8b	5	48.38	14.21	241.9	71.05
9	8c	5	45.51	1.67	227.55	8.35
10	9a	15	47.35	16.3	710.25	244.5
11	9b	15	40.8	9.61	612	144.15

12	9c	15	43.87	9.61	658	144.15
13	10a	8	49.61	16.3	397	130.4
14	10b	8	42.23	1.67	337.84	13.36
15	10c	8	38.74	1.67	310	13.36
16	12c	6	51.25	10.45	307.5	62.7
17	12d	6	51.256	6.68	307.5	40.1
18	12e	6	38.13	14.21	228.8	85.26

c. TOA ĐỘ TÂM PHỤ TẢI PHÂN XƯỞNG :

$$X_{px} = \frac{\sum_{j=1}^2 X_{nhj} \cdot P_{tj}}{\sum_{j=1}^2 P_{tj}} = \frac{14.03.96.038 + 42.1.111.492}{96.038 + 111.492} = 29.11 \text{ m.}$$

$$Y_{px} = \frac{\sum_{j=1}^2 Y_{nhj} \cdot P_{tj}}{\sum_{j=1}^2 P_{tj}} = \frac{10.67.96.038 + 11.225.111.492}{96.038 + 111.492} = 10.9 \text{ m.}$$

8. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ ĐẶT TỦ CHO TỪNG NHÓM MÁY

Việc chọn lựa vị trí đặt tủ dựa vào một số yêu cầu sau :

- Tủ đặt gần tâm phụ tải.
- Thuận lợi cho việc quan sát toàn nhóm máy, toàn phân xưởng.
- Không gây cản trở.
- Gần cửa ra vào.
- Thông thoáng.

Tùy vào địa hình thực tế của nhà máy, ta chọn vị trí thích hợp theo các tiêu chí trên.

Câu hỏi và bài tập chương 3

Câu hỏi

1. Vì sao khi thiết kế hệ thống cung cấp điện cho 1 công trình, việc đầu tiên là phải xác định phụ tải tính toán của công trình đó?
2. Đồ thị phụ tải điện là gì? Biết đồ thị phụ tải điện để làm gì? Có các loại đồ thị phụ tải điện nào?
3. Có mấy phương pháp xác định phụ tải tính toán cho phân xưởng? Cách chọn phương pháp xác định phụ tải tính toán cho phân xưởng?

Bài tập

1. Hãy xác định phụ tải tính toán của xí nghiệp sửa chữa cơ khí gồm 3 phân xưởng giống nhau. Số thiết bị và công suất định mức mỗi thiết bị trong mỗi phân xưởng cho trong bảng sau:

Tên nhóm	Tên thiết bị trong nhóm	Số lượng thiết bị	Công suất định mức từng thiết bị $P_{dm}(KW)$	Cos j
Nhóm 1	Máy tiện ren	2	6	0.6
	Máy tiện ren	2	7	0.6
	Máy tiện ren	2	10	0.7
	Máy tiện ren cấp chính xác cao	1	2	0.6
	Máy doa toạ độ	1	3	0.6
Nhóm 2	Máy xọc	2	4	0.75
	Máy phay ngang	1	7	0.7
	Máy phay đứng	2	3	0.6
	Máy mài phẳng	1	3	0.6
	Máy khoan đứng	2	5	0.7
Nhóm 3	Máy cắt mép	1	5	0.6
	Máy mài vụn năng	1	18	0.65
	Máy mài dao cắt gọt	1	1	0.75
	Máy mài mũi khoan	1	2	0.8
	Máy mài tròn	1	1.5	0.75
	Máy mài thô	1	3	0.6
	Máy khoan bàn	2	0.8	0.6

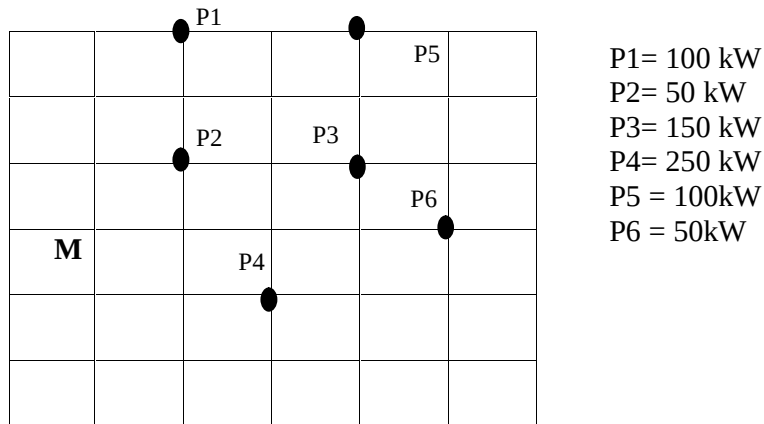
Hệ số sử dụng của các máy trong phân xưởng : $k_{sd} = 0.16, k_{dt} = 0.85$

Diện tích phân xưởng : $S = 500m^2$, $P_0 = 13 W/m^2$, $\cos\varphi = 0.6$

2. Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng hoá chất có diện tích là 1000 m^2 . Số liệu của các thiết bị cho trong bảng sau:

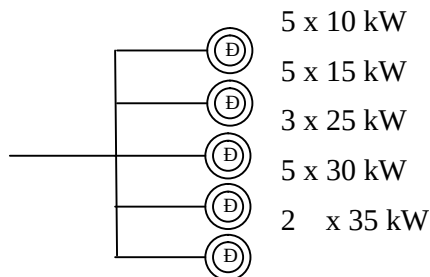
Tên thiết bị	Công suất mỗi thiết bị(Kw)	Số lượng thiết bị(cái)	K_{nc}	$\cos j$
Nhóm thiết bị vận chuyển	10	14	0.8	0.75
Nhóm máy pha nhiên liệu	5	1	0.35	0.5
Nhóm động cơ máy khuấy	6	20	0.6	0.75
Nhóm quạt gió, bơm nước	3	7	0.8	0.85

3. Cho một hệ thống các phụ tải như sơ đồ hình 1. Hãy tính chọn cấp điện áp cung cấp cho các phụ tải này. Biết nguồn cung cấp xuất phát từ điểm M và khoảng cách giữa các khoảng là 5Km.



Hình 1

4. Cho các phụ tải như hình 2. Tính chọn số thiết bị làm việc hiệu quả η_q ?



Hình 2

5. Phân xưởng sửa chữa cơ khí cỡ trung có sử dụng các động cơ không đồng bộ truyền động cho các máy công cụ. Người ta chia các máy công cụ theo nhóm như sau :

Nhóm 1 : 3 đ/c 75 kW ; 4 đ/c 60 kW ; 1 đ/c 90 kW. $K_{sd} = 0,4$; $\cos \varphi = 0,8$.

Nhóm 2 : 5 đ/c 45 kW ; 3 đ/c 30 kW ; 2 đ/c 55 kW. $K_{sd} = 0,3$; $\cos \varphi = 0,75$

Nhóm 3 : 13 đ/c 15 kW ; 6 đ/c 20 kW ; 11 đ/c 9 kW. $K_{sd} = 0,6$; $\cos\varphi = 0,65$

Phân xưởng được cung cấp điện từ lưới 3 pha 380/220 V. Cho rằng các nhóm máy làm việc liên tục. Hãy xác định phụ tải tính toán của phân xưởng.

6. Trạm bơm nước của huyện T.B. có bố trí nhiều loại máy bơm phục vụ cho nhiều công đoạn tưới tiêu, do đó bao gồm : 2 đ/c 250 kW ; 3 đ/c 75 kW ; 4 đ/c 45 kW ; phụ tải chiếu sáng $P_{cs} = 17,5$ kW. Biết động cơ bơm có $K_{sd} = 0,8$; $\cos\varphi = 0,8$; và trạm bơm nhận điện từ lưới 3 pha 380/220 V. Hãy xác định phụ tải tính toán cho trạm bơm trên.

7. Tính n_{hq} của nhóm thiết bị sau : 5 động cơ 120kw, 2 động cơ 90kw, 3 động cơ 60kw, 6 động cơ 20kw, 10 động cơ 10kw

8. Xác định trị số n_{hq} đối với nhóm thiết bị bao gồm : 3 động cơ điện công suất mỗi động cơ 120kw, 4 động cơ điện mỗi động cơ 90kw, 3 động cơ 50kw, 6 động cơ 20kw, 12 động cơ mỗi chiếc 10kw

9. Khảo sát một nhà máy thực tế, lấy số liệu và tính toán phụ tải cho nhà máy đó.

Chương 4

SƠ ĐỒ VÀ KẾT CẤU MẠNG HẠ ÁP

4.1 Khái niệm chung.

Chọn phương án cung cấp điện bao gồm: chọn cấp điện áp, nguồn điện, sơ đồ nối dây, phương thức vận hành v.v... các vấn đề này có ảnh hưởng trực tiếp đến vận hành, khai thác và phát huy hiệu quả của hệ thống cung cấp điện.

Muốn thực hiện đúng đắn và hợp lý nhất, ta phải thu thập và phân tích đầy đủ các số liệu ban đầu, trong đó số liệu về nhu cầu điện là số liệu quan trọng nhất, đồng thời sau đó phải tiến hành so sánh giữa các phương án đã được đề ra về phương diện kinh tế và kỹ thuật. Ngoài ra còn phải biết kết hợp các yêu cầu về phát triển kinh tế chung và riêng của địa phương, vận dụng tốt các chủ trương của nhà nước.

- Phương án cung cấp điện được xem là hợp lý nếu thỏa mãn những yêu cầu sau:
- Đảm bảo chất lượng điện, tức là đảm bảo tần số qua điện áp nằm trong phạm vi cho phép.
- Đảm bảo độ tin cậy, tính liên tục cung cấp điện phù hợp với yêu cầu của phụ tải.
- Thuận tiện trong vận hành, lắp ráp và sửa chữa.
- Có các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật hợp lý.

4.2 Các hệ thống điện hạ áp.

Hệ thống điện hạ áp thường có cấp điện áp: 110V, 220V, 400V, 6kV và 10kV.

Hệ thống điện thường đi trên không, cáp ngầm, đi men tường và đi trong các hộp cách điện.

Lựa chọn hợp lý cấp điện áp định mức

$$U = 4,34\sqrt{l + 16P}, [KV] \quad (4.1)$$

Trong đó: P = Công suất truyền tải [MW]

l = khoảng cách truyền tải [km]

Công thức này cho kết quả khá tin cậy với $l \leq 250\text{km}$ và $S \leq 60\text{MVA}$

Khi những khoảng cách lớn hơn và công suất truyền tải lớn hơn ta nên dùng công thức Zalesski (Nga)

$$U = \sqrt{P(0,1 + 0,015\sqrt{l})}, [KV] \quad (4.2)$$

Ở đây: P tính bằng KW.

Ngoài ra ta có thể dùng công thức của Vaykert (Đức)

Ở đây S tính bằng MVA, và l tính bằng km.

Thực tế điện áp phụ thuộc rất nhiều yếu tố khác ngoài S và l, do vậy chỉ số điện áp được tính theo các công thức trên chỉ là gần đúng.

Bảng 4.1. Giá trị gần đúng giữa U với công suất truyền tải S và chiều dài l

Cấp điện áp của mạng U, [KV]	Loại đường dây	Công suất truyền tải [KW]	Khoảng cách l [km]
0,22	-Trên không	< 50	< 0,15
	- Cáp	< 100	< 0,20
0,38	- Trên không	< 100	< 0,25
	- Cáp	< 175	< 0,35
6	- Trên không	< 2000	5 ÷ 10
	- Cáp	< 3000	< 8
10	- Trên không	< 3000	< 8 ÷ 15
	- Cáp	< 5000	< 10
35	- Trên không	2000 ÷ 10.000	20 ÷ 50
110	- Trên không	10.000 ÷ 50.000	50 ÷ 150
220	- Trên không	100.000 ÷ 150.000	200 ÷ 300

4.3 Sơ đồ nối dây mạng hạ áp:

* Yêu cầu:

- Đảm bảo chất lượng điện năng
- Đảm bảo liên tục cung cấp điện theo yêu cầu phụ tải
- An toàn trong vận hành.
- Linh hoạt khi có sự cố và thuận tiện sửa chữa.
- Đảm bảo tính kinh tế : ít tổn kim loại màu.
- Sơ đồ nối dây đơn giản, rõ ràng.

4.3.1. Những vấn đề chung về lưới điện ở hộ tiêu thụ:

Trang thiết bị điện ở hộ tiêu thụ gồm có:

- Thiết bị tiêu thụ điện.
- Lưới điện.

Về lưới điện có 2 loại:

+ Lưới cung cấp là lưới điện từ nguồn đưa đến điểm phân phối.

+ Lưới điện phân phối là lưới điện nối từ điểm phân phối cuối cùng đến hộ tiêu thụ điện.

Những điểm phân phối ở điện áp dưới 1000V là những bảng phân phối (hoặc là tủ phân phối).

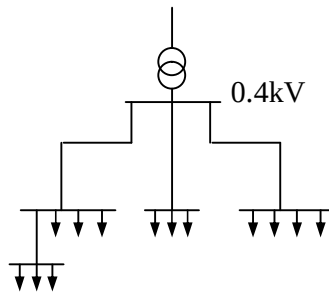
4.3.2 Các sơ đồ chính:

Lưới điện đưa đến hộ tiêu thụ thực hiện theo 2 sơ đồ nối dây chính h sau:

- Sơ đồ hình tia.
- Sơ đồ dạng phân nhánh.

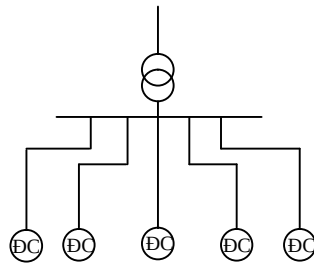
Từ 2 sơ đồ chính trên sẽ phối hợp với nhau thành nhiều loại sơ đồ khác nhau phục vụ cho các hệ tiêu thụ có những đặc điểm khác nhau.

- Sơ đồ hình tia: để cung cấp cho các phụ tải phân tán. Từ thanh cái của trạm biến áp có các đường dây dẫn đến các tủ phân phối động lực. Từ tủ phân phối động lực có các đường dây dẫn đến phụ tải.
- + Mỗi hệ tiêu thụ được cung cấp bằng 1 lộ riêng biệt đi từ 1 điểm chung. Loại sơ đồ này có độ tin cậy tương đối cao, nó thường được dùng trong các phân xưởng có các thiết bị phân tán trên diện tích rộng như: phân xưởng gia công cơ khí, dệt, sợi ...



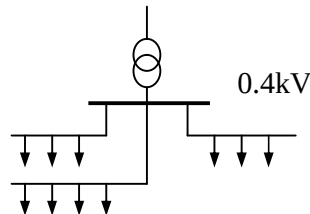
Hình 4.1 Sơ đồ hình tia có lộ riêng

- Sơ đồ hình tia để cung cấp cho phụ tải tập trung có công suất tương đối lớn, trong sơ đồ này từ thanh cái của trạm biến áp có các đường dây cung cấp thẳng cho các phụ tải.



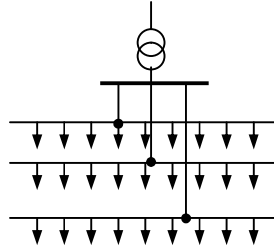
Hình 4.2 Sơ đồ hình tia hạ thế

- Sơ đồ phân nhánh thường được dùng trong các phân xưởng có phụ tải không quan trọng.



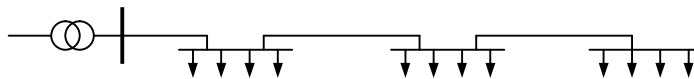
Hình 4.3 Sơ đồ tia kết hợp phân nhánh

- Sơ đồ máy biến áp – thanh cái, ở sơ đồ này máy biến áp cung cấp điện cho các thanh cái đặt dọc theo phân xưởng. Từ các thanh cái đó có các đường dây dẫn đến các tủ phân phối động lực hoặc đến các phụ tải tập trung khác.



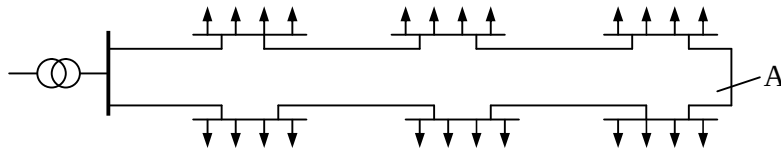
Hình 4.4 Sơ đồ hình tia nhiều tầng

- + Sơ đồ này thường được dùng trong các phân xưởng có phụ tải tương đối lớn và phân bố đều trên diện tích rộng. Nhờ có các thanh cái chạy dọc theo phân xưởng mạng có thể tải được công suất lớn giảm được các tổn thất về công suất và điện áp.
- Sơ đồ máy biến áp – đường trục, loại sơ đồ này thường được dùng để cung cấp cho các phụ tải phân bố rải theo chiều dài.
- Đối với sơ đồ dạng phân nhánh, thì có nhiều hộ tiêu thụ hay nhiều điểm phân phối được cung cấp từ các vị trí khác nhau trên trục chính:



Hình 4.5 Sơ đồ hình phân nhánh

- + Sơ đồ hỗn hợp có hàng loạt các điểm phân phối được cung cấp từ một đường trục chính (hay từ một nhánh chính) và từ các điểm phân phối này sẽ cung cấp theo dạng hình tia cho các hộ tiêu thụ.
- + Đường trục chính có thể có dạng vòng, các vòng có thể làm việc theo dạng vòng hở bằng cách ngắt bởi thiết bị ở điểm A:

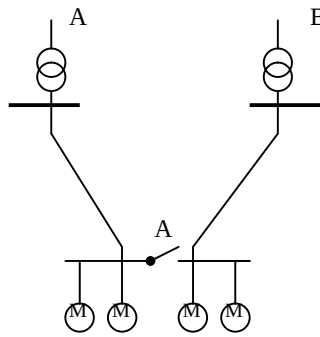


Hình 4.6 Sơ đồ mạch vòng

4.3.3 Sơ đồ được sử dụng đối với các loại hộ tiêu thụ khác nhau :

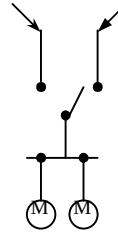
a. Sơ đồ cung cấp điện cho hộ tiêu thụ loại 1:

- Hộ này yêu cầu phải thường xuyên liên tục cung cấp điện cho chiếu sáng và động lực.
- + Đảm bảo cung cấp điện từ 2 nguồn theo 2 đường trục chính từ 2 nguồn khác nhau:



Hình 4.7 Sơ đồ dùng cho hệ loại 1

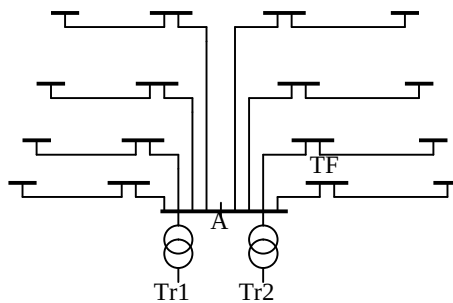
- + Sơ đồ cung cấp điện đơn giản của 1 bảng phân phối có 2 đường dây cung cấp từ 2 trạm biến áp khác nhau, tương tự như sơ đồ trên, nhưng ở đây không có dao cách ly ở phân đoạn, việc chuyển từ một nguồn này sang nguồn kia được thực hiện bằng một cầu dao chuyển đổi:



Hình 4.8 Sơ đồ dùng cho hệ loại 1 từ tủ phân phối

b. Sơ đồ cung cấp điện của xí nghiệp công nghiệp :

- Do công suất tiêu thụ của xí nghiệp khá lớn nên các xí nghiệp thường lấy điện từ lưới điện áp trên 1000V.
- Theo tiêu chuẩn về việc “ đặt các thiết bị đến 1000V “, thì các đường dây điện của các xí nghiệp có công suất yêu cầu từ trên 50 KVA phải nối đến lưới điện thông qua trạm hạ áp đặt ngay tại xí nghiệp, trạm này có thể cung cấp cho 1 số hộ tiêu thụ của lưới ánh sáng công cộng.
- Sơ đồ nối dây chính của lưới điện công nghiệp phụ thuộc vào số lượng nguồn điện cung cấp, vào giá trị dòng điện cần thiết và vào hộ tiêu thụ loại nào.
- Hệ thống thiết bị phân phối điện của 1 xí nghiệp công nghiệp thường gồm các phần tử sau đây:
 - + Trạm hạ áp.
 - + Bảng phân phối tổng, các bảng điện chính và phụ.
 - + Lưới điện.
- Lưới cung cấp và phân phối điện xoay chiều 3 pha có thể có điện áp trên 1000V (3,6,10,15.....35 KV) , và điện áp thấp dưới 1000V (127, 220, 380, 500V,...).
- Lưới áp thấp nhỏ hơn 1000V của xí nghiệp công nghiệp thường là loại hình tia, đôi khi loại hình trục chính:



Hình 4.9 Sơ đồ tia trực chính

- * Sơ đồ nối dây đối với chiếu sáng bảo vệ an toàn:

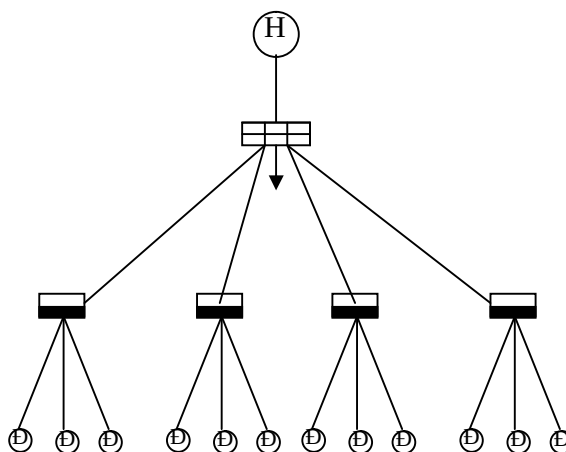
Ánh sáng bảo vệ an toàn phải được cung cấp từ một nguồn riêng biệt, nguồn này có thể là tổ máy phát điện riêng hoặc bình ắc quy ... có ánh sáng bảo vệ để có thể tiếp tục được công việc giải quyết sự cố hay trong trường hợp nguy hiểm.

- Lưới điện ánh sáng bảo vệ an toàn, không được phép nối với bất kỳ 1 hệ tiêu thụ nào khác ngoài việc đảm bảo ánh sáng bảo vệ.

4.4 Kết cấu mạng điện:

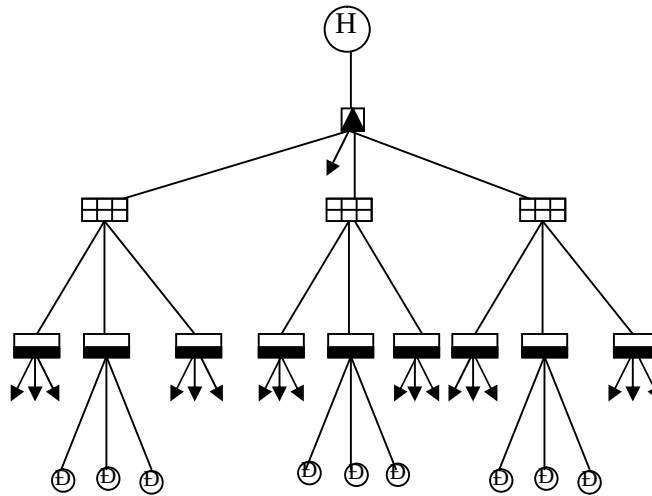
Tùy theo qui mô của công trình công nghiệp có thể vạch ra sơ đồ cấp điện thích hợp.

Với 1 xưởng cơ khí nhỏ, một tổ sản xuất cơ khí khoảng vài chục KW thì không cần thiết phải đặt 1 trạm biến áp riêng, chỉ cần lấy 1 đường hạ áp từ trạm biến áp gần nhất:



Hình 4.10 Sơ đồ cấp điện cho 1 xưởng cơ khí nhỏ

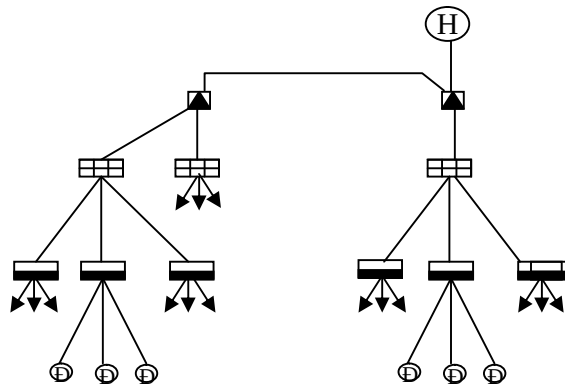
Sơ đồ cấp điện cho 1 xí nghiệp nhỏ, gồm một vài nhà xưởng, công suất cỡ vài trăm KW nhất thiết phải xây dựng trạm biến áp riêng. Hệ thống cấp điện cho xí nghiệp này bao gồm 1 đường dây trung áp nhận điện từ hệ thống (trạm BATG hoặc đường dây trung áp gần nhất), một trạm biến áp xí nghiệp, một mạng lưới hạ áp cấp điện cho các máy móc, thiết bị đặt trong xí nghiệp:



Hình 4.11: Sơ đồ cấp điện cho 1 xí nghiệp qui mô nhỏ

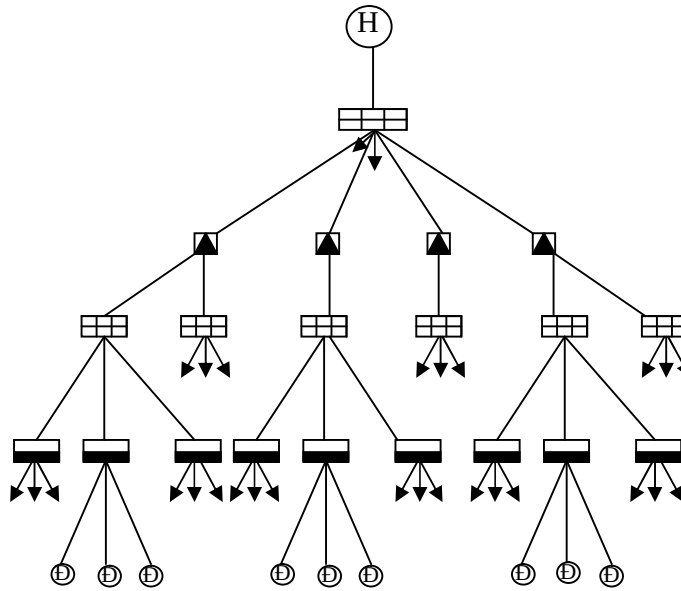
Đối với các xí nghiệp lớn bao gồm hàng chục phân xưởng công suất lên tới hàng vạn KW. Tại xí nghiệp này phải xây dựng 1 trạm PPTT nhận điện từ hệ thống về cấp điện cho các trạm BAPX, số lượng máy BAPX tùy theo qui mô của xí nghiệp, công suất của các phân xưởng và vị trí giữa chúng. Phân xưởng lớn có thể đặt riêng 1 TBA, vài 3 phân xưởng nhỏ có thể đặt chung 1 TBA.

Với xí nghiệp có qui mô vừa có 2, 3 TBA thì không nên xây dựng trạm PPTT vì không kinh tế. Trường hợp này tốt nhất là đưa thẳng cáp trung áp đến cấp điện từng trạm.



Hình 4.12: Sơ đồ cấp điện cho 1 xí nghiệp qui mô vừa

Đối với các xí nghiệp có qui mô lớn, khó khăn là việc chọn số lượng và dung lượng các TBAPX và việc vạch ra sơ đồ nối dây từ trạm PPTT đến các TBA. Thường người thiết kế phải vạch ra vài 3 phương án mạng cao áp xí nghiệp, tiến hành so sánh kinh tế- kỹ thuật để lựa chọn phương án tối ưu.



Hình 4.13 Sơ đồ cấp điện cho 1 xí nghiệp qui mô lớn

4.4.1 Kết cấu mạng động lực phân xưởng:

1. Kết cấu của đường dây trên không:

Đường dây trên không được dùng rộng rãi vì so với đường cáp thì vốn đầu tư ít hơn, dễ thi công, dễ phát triển và sửa chữa chỗ hư hỏng.

Theo điện áp định mức và phạm vi sử dụng, người ta phân ra đường dây trên không ra làm 3 cấp:

- + Cấp 1 : Đường dây có $U_{dm} = 35 - 220 \text{ KV}$.
- + Cấp 2 : Đường dây có $U_{dm} = 1 - 22 \text{ KV}$.
- + Cấp 3 : Đường dây có $U_{dm} < 1 \text{ KV}$.

Đường dây trên không gồm các bộ phận cơ bản: dây dẫn, cột, xà sứ, tạ chống rung, kẹp dây ...

a. Dây dẫn : yêu cầu cơ bản đối với dây dẫn là dẫn điện tốt và bền.

Dây dẫn điện tốt: gồm các loại dây đồng, nhôm, nhôm lõi thép và thép. Dây đồng dẫn điện tốt nhất nhưng vì dây đồng đắt nên chỉ dùng ở những nơi quan trọng. Hiện nay phổ biến nhất là dùng dây nhôm, vì dây nhôm không được bền lắm, nên ở những đường dây có điện áp cao có khoảng vượt và sức căng lớn người ta thường dùng dây nhôm lõi thép, phần nhôm để dẫn điện, lõi thép ở trong dùng để tăng độ bền cho dây dẫn.

Mạng ngoài trời thường dùng dây trần, mạng trong nhà để an toàn người ta dùng dây dẫn có bọc cách điện. Dây dẫn mắc trên cao phải vượt khoảng cách từ cột này đến cột khác, do đó dây dẫn phải bền. Để tăng độ bền, người ta chế tạo các loại dây nhiều sợi bện lại với nhau hoặc có cấu tạo phần ngoài là nhôm, phần lõi là thép .

Yêu cầu đối với dây dẫn là dẫn điện tốt và bền. Dây điện thường có các loại: dây đồng, nhôm, nhôm lõi thép và thép. Đồng dẫn điện tốt nhất nhưng đồng đắt tiền, hiếm và là kim loại ưu tiên cho quân sự nên chỉ dùng đồng ở môi trường có chất ăn

mòn kim loại. Phổ biến nhất dùng dây nhôm chỉ bằng 2/3 độ dẫn điện của dây đồng nhưng nhôm rẻ tiền và nhẹ hơn đồng.

Để tăng cường độ bền người ta thường dùng dây nhôm lõi thép. Phần thép ở lõi dùng để tăng cường độ bền cho dây dẫn.

Dây thép dẫn điện kém nhất, song bền và rẻ tiền nên dùng ở mạng điện nông thôn hay ở nơi không quan trọng.

Một số kí hiệu loại dây dẫn nhập từ Nga thường được dùng ở đất nước ta.

M – Dây đồng gồm một hay nhiều sợi cùng đường kính vặn thành dây xoắn.

A – Dây dẫn nhôm gồm bảy sợi hay nhiều sợi vặn thành dây xoắn.

AKr – Dây dẫn nhôm, có khoảng không gian giữa các sợi dây, trừ mặt ngoài, được bôi mỡ trung tính chống gỉ.

AC – Dây dẫn nhôm mà lõi là các dây thép tráng kẽm.

ACKC – Dây dẫn mã hiệu AC, nhưng khoảng không gian giữa các dây và lõi thép, kể cả mặt ngoài, được bôi mỡ trung tính chống gỉ.

ACK – Dây dẫn mã hiệu AC, nhưng lõi thép được cách điện bằng hai dây poliêtilen mỏng. lõi thép nhiều sợi, dưới dây poliêtilen được bôi mỡ trung tính chống gỉ.

Ngoài ra còn có các loại:

ACY – Dây dẫn nhôm lõi thép, có cấu tạo tăng cường.

ACO – Dây dẫn nhôm lõi thép có cấu tạo giảm nhẹ.

Để đảm bảo an toàn, người ta quy định tiết diện dây nhỏ nhất cho phép tùy theo loại dây và cấp đường dây.

b. Cột điện :

- Phân loại cột theo vật liệu làm cột thì có 3 loại cột: cột tre và gỗ, cột bê tông cốt sắt, cột sắt.
- Cột gỗ, tre: thường được dùng ở mạng nông thôn, có điện áp thấp vì khả năng chịu lực kém và chóng mục.
- Cột bê tông cốt sắt:
 - + Ưu : Có tuổi thọ cao, chịu lực tốt, bền và tương đối rẻ. Vì thế loại cột này được dùng rộng rãi ở cả mạng điện áp thấp lẫn cao áp.
 - + Nhược : nặng nề, khó khăn khi vận chuyển xa.
- Cột sắt, thép:
 - + Cột này chịu lực tốt, có thể làm cao nên thường được dùng để làm cột vượt sông, vượt đường cái. Do có thể chế tạo từng bộ phận rồi lắp ráp nên thuận tiện trong việc vận chuyển đi xa.
 - + Giá thành cao, chi phí bảo quản lớn vì phải sơn chống rỉ định kỳ.
- Phân loại cột theo chức năng thì có 2 loại cột: cột néo góc và cột trung gian.
 - + Cột néo góc: để kẹp chặt dây dẫn ở 1 số điểm trên đường đi của dây, phải chịu lực kéo lớn nên cột néo phải bền, cứng.

- + Cột trung gian: để giữ dây dẫn ở 1 độ cao cho trước và không phải chịu lực kéo.

Tùy theo mục đích sử dụng, cột của các đường dây có thể phân thành các loại sau: cột trung gian, cột néo, cột góc, cột cuối, cột chuyển và cột chuyên dùng. Theo đặt tính làm việc, cột đường dây trên không chia làm hai loại cột néo và cột trung gian.

Cột néo dùng để cột chặt dây dẫn ở một số điểm trên đường đi của đường dây trên không và phải chịu toàn bộ lực kéo của dây dẫn và dây chống sét giữa các cột néo. Các loại cột này yêu cầu phải cứng và bền. cột néo có thể có cấu trúc bình thường hoặc cấu trúc đặc biệt.

Cột trung gian dùng để giữ dây dẫn ở độ cao cho trước và không chịu lực kéo của dây dẫn và dây chống sét, hoặc chỉ một phần lực kéo đó.

Cột thông dụng có cấu trúc bình thường gọi là cột bình thường. Cột có cấu trúc đặc biệt dùng trong các trường hợp riêng biệt gọi là cột chuyên dùng.

Về phương diện vật liệu làm cột, có ba loại chính:

Cột gỗ, tre-cột bê tông cốt sắt – cột sắt thép.

✓ *Cột gỗ tre:* Cột gỗ tre có ưu điểm là cách điện tốt, có nhược điểm là chống mục, độ bền kém. Gỗ, tre làm cột điện phải xử lý, sơn tẩm chất chống mối mục. Cột tre thường dùng ở nông thôn. Cột gỗ dùng ở mạng điện áp thấp, nếu gỗ xử lý tốt có thể dùng ở cấp điện áp 35KV, 66KV.

✓ *Cột bê tông cốt sắt:* Loại này chịu lực tốt, bền, tuổi thọ cao và rẻ tiền. Nhược điểm là nặng, khó vận chuyển đi xa. Cột này được dùng ở mạng điện áp cao và thấp.

✓ *Cột sắt:* Loại này có chiều cao khá lớn, chịu lực tốt, thường dùng để làm cột vượt sông, vượt cầu, vượt đường sắt, làm cột góc v.v...Khuyết điểm loại này là giá thành cao, chi phí bảo quản lớn và phải sơn định kỳ.

c. Xà ngang : dùng để đỡ sứ cách điện và tạo khoảng cách giữa các dây dẫn.

d. Sứ cách điện : để cách điện giữa dây dẫn và các bộ phận không dẫn điện: xà ngang và cột.

- Sứ phải có tính năng cách điện cao, chịu được điện áp của đường dây lúc bình thường và khi quá điện áp vì bị sét đánh h. Sứ phải đủ bền, chịu được lực kéo .
- Sứ có 2 loại chính :
- + Sứ đứng, thường có $U_{dm} < 35 \text{ KV}$.
- + Sứ bát, treo thành chuỗi, dùng trong trường hợp đường dây có

$$U_{dm} \geq 35 \text{ KV}.$$

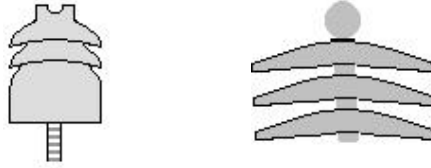
* Khoảng cách trung bình giữa các pha dây dẫn (D_m) bố trí trên cột được qui định h:

$$U_{dm} \leq 1 \text{ KV} : \quad D_m = 0.4-0.6 \text{ m}$$

$$U_{dm} = 6-10 \text{ KV} : \quad D_m = 0.8-1.2 \text{ m}$$

$$U_{dm} = 35 \text{ KV} : \quad D_m = 1-4 \text{ m}$$

$$U_{dm} = 110 \text{ KV} : \quad D_m = 4-6 \text{ m}$$



a) Sứ đứng.

b) Sứ đĩa.

Hình 4.14: Hình dạng sứ cách điện.

2. Kết cấu của mạng cáp:

- Ưu: Cáp được chế tạo chắc chắn, cách điện tốt được đặt dưới đất hoặc trong hầm dành riêng cho cáp nên tránh được các va đập cơ khí.
- Nhược : giá thành đắt, vì vậy cáp thường được dùng ở những nơi quan trọng, khó khăn trong việc thực hiện rẽ nhánh cáp.
- Điện kháng của cáp rất bé so với đường dây trên không cùng tiết diện nên giảm được tổn thất công suất và tổn thất điện áp ($x_0=0.08\Omega/\text{km}$).
- Cáp có $U_{dm} \leq 1\text{KV}$: có cách điện bằng cao su hoặc dầu.
- Cáp có $U_{dm} > 1\text{KV}$: thường là cáp 3 pha có cách điện bằng dầu.

3. Kết cấu của mạng điện phân xưởng:

a. Dây dẫn:

- Dây có vỏ bọc cách điện, được đặt trên sứ cách điện hoặc đặt trong ống.
- Để đảm bảo an toàn khi dùng dây dẫn phải đảm bảo các khoảng cách sau:
- + Chiều cao từ dây dẫn đến mặt đất $\geq 3.5 \text{ m}$.
- + Tiết diện dây dẫn phải thỏa mãn điều kiện độ bền cơ khí.

b. Thanh cái :

Ở các phân xưởng có mật độ phụ tải lớn và phân bố đều dọc theo phân xưởng thì người ta đặt các thanh cái dọc theo nhà xưởng. Từ các thanh cái đó có các đường dây luồn trong ống dẫn đến các tủ phân phối động lực. Từ tủ phân phối động lực có các đường dây dẫn đến các máy sản xuất.

c. Cáp:

Trong phân xưởng hay dùng cáp cao su, loại cáp này có thể để ngoài không khí (dẫn dọc tường, xà nhà) hoặc đặt trong các rãnh cáp.

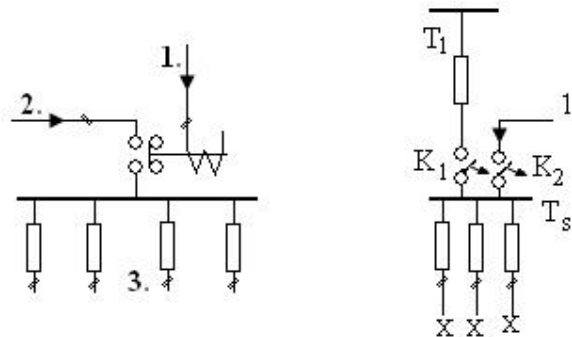
d. Thanh cái kiểu hợp:

Loại thanh cái này được bọc kín trong hộp sắt, mỗi đoạn thanh cái dài khoảng 3 m, cứ 0.8 m lại có 1 hộp nối dây gồm các đầu cắm, cầu chì và dây dẫn đến các máy. Thanh cái kiểu hợp được lắp trên các giá cách mặt đất 2.5 - 3.5 m.

4.4.2. Sơ đồ nối dây mạng chiếu sáng:

a. Sơ đồ nối dây đối với chiếu sáng bảo vệ an toàn.

Trong một số trường hợp, ánh sáng để bảo vệ an toàn cần phải được cung cấp từ một nguồn riêng biệt hay từ một lưới cung cấp riêng biệt hình 3.13 và 3.14. Nguồn này có thể là tổ máy phát riêng, cũng có thể là hệ thống bình ắc quy v.v... Sở dĩ phải có ánh sáng bảo vệ để có thể tiếp tục được công việc giải quyết sự cố, cũng như trong trường hợp nguy hiểm để người ta có thể thấy đường ra khỏi khu vực này.



Hình 4.15 Sơ đồ chiếu sáng có bảo vệ

1. Từ bảng chiếu sáng làm việc.
2. Từ hệ thống bình ắc quy.
3. Hệ thống chiếu sáng an toàn bảo vệ.

* Chú ý: Lưới điện ánh sáng bảo vệ an toàn, không được nối với bất kỳ hệ tiêu thụ nào khác, ngoài việc đảm bảo ánh sáng bảo vệ.

Lưới điện áp ánh sáng bảo vệ thường có cấp điện áp như ở lưới điện ánh sáng bình thường; chỉ trừ trường hợp đặc biệt, và sự tiêu thụ của lưới điện ánh sáng bảo vệ an toàn bé thì người ta dùng hệ thống bình ắc quy có điện áp 24 V.

b. Sơ đồ nối dây của hệ thống chiếu sáng cục bộ.

Ánh sáng cục bộ như đã nêu ở phần trước, đó là ánh sáng dùng cho các bảng thử nghiệm, cho việc gia công các chi tiết trên máy công cụ, hoặc cho một số nơi cần thiết khác v.v...

Điện áp cung cấp cho hệ thống chiếu sáng cục bộ ở các bảng thử nghiệm hoặc ở các máy công cụ thường là 36V hay 24V.

Những đèn di động bằng tay thường dùng các cấp điện áp sau:

- Ở những gian phòng không nguy hiểm (theo quan điểm điện áp tiếp xúc nguy hiểm) thì cấp điện áp thường dùng là 120V.
- Ở những gian phòng nguy hiểm: 36V và 24V, còn trong trường hợp rất nguy hiểm là 12V hay 6V.
- Ở những nơi nổi “súp de”, những khu vực nhiều vật liệu kim loại dẫn điện, trong các hầm dùng điện áp 12V.

Điện áp này thường lấy phía thứ cấp của máy điện áp một pha công suất đến 500VA hay từ máy biến áp ba pha công suất đến 5KVA (ví dụ máy biến áp 380/36V).

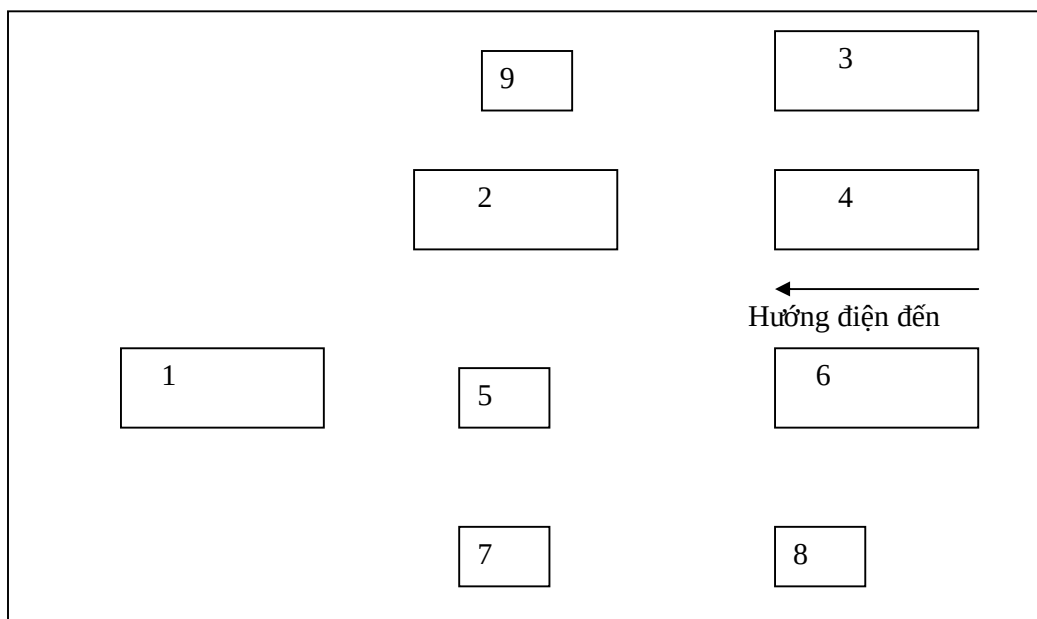
Câu hỏi và bài tập chương 4

Câu hỏi

1. Nêu ý nghĩa và ứng dụng các sơ đồ cao áp?
2. Nêu ý nghĩa và ứng dụng các sơ đồ hạ áp?
3. Nêu kết cấu mạng điện phân xưởng?
4. Nêu kết cấu mạng điện chiếu sáng?

Bài tập

1. Vẽ sơ đồ nối dây (sơ đồ mặt bằng và sơ đồ nguyên lý) mạng cao áp?
2. Vẽ sơ đồ nối dây (sơ đồ mặt bằng và sơ đồ nguyên lý) mạng hạ áp cho phân xưởng sửa chữa cơ khí?
 - Mặt bằng nhà máy cơ khí như sau :



- Bảng danh sách các phân xưởng với công suất đặt:

STT	Tên phân xưởng	P _{đặt} (kW)	Diện tích S(m ²)	Loại phụ tải
1	Phân xưởng nhiệt luyện 1	1050	3000	1
2	Phân xưởng nhiệt luyện 2	1015	3000	1
3	Phân xưởng cơ khí	1500	1500	1
4	Phân xưởng lắp ráp	1500	1500	1

5	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	630	1000	2
6	Phân xưởng đúc	1450	1500	1
7	Phòng thí nghiệm	112	300	2
8	Trạm khí nén	685	1000	1
9	Nhà hành chính	130	300	1

- Nguồn điện: lấy từ trạm biến áp trung gian 110/10kV, cách nhà máy 6 km.

TRẠM BIẾN ÁP TRUNG / HẠ ÁP

5.1 Khái niệm chung

Trong các hệ thống điện, trạm biến áp được dùng rất rộng rãi, làm nhiệm vụ truyền tải điện năng từ lưới điện có điện áp U_1 sang lưới điện có điện áp U_2 phục vụ cho việc truyền tải và phân phối năng lượng điện. Nó đóng vai trò rất quan trọng trong hệ thống cung cấp điện. Công suất của máy biến áp, vị trí, số lượng và phương thức vận hành của các trạm biến áp có ảnh hưởng rất lớn đến các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật của hệ thống cung cấp điện. Vì vậy việc chọn các trạm biến áp bao giờ cũng phải gắn liền với việc lựa chọn phương án cung cấp điện.

Nhà máy điện và trạm biến áp là các phần tử quan trọng trong hệ thống điện có thể cung cấp điện năng cho phụ tải ở một nơi khác xa hơn, khoảng cách xa đó nhiều cây số. Sự chọn lựa một trung tâm phát điện liên quan đến nhiều vấn đề như cần một số vốn đầu tư ban đầu lớn, phí tổn hao khai thác nhiều hay ít, và vị trí cần thiết kể lắp đặt ở xa nơi công chúng để tránh gây bụi và ồn ào. Do đó ở hầu hết mọi nơi điện năng được truyền tải, chuyên chở từ một nơi nào đó (nhà máy phát điện) đến nơi tiêu thụ. Sự truyền tải một số điện năng đi xa sẽ nảy sinh ra nhiều vấn đề, nhất là chi phí cho hệ thống các truyền tải điện và tổn hao điện năng. Phương pháp hữu hiệu nhất để giảm đi chi phí này là bằng cách nâng mức điện áp lên cao, khi đó tiết diện dây cáp và tổn hao điện năng truyền tải giảm đáng kể. Tuy nhiên mức điện áp chỉ nâng đến một cấp nào đó để phù hợp với vấn đề cách điện và an toàn. Hiện nay nước ta đã nâng mức điện áp lên đến 500 kV để tạo thành một hệ thống điện hoàn hảo vận hành từ năm 1994 đến nay.

Chính vì lẽ đó trạm biến áp thực hiện nhiệm vụ chính là nâng điện áp lên cao khi truyền tải, rồi những trung tâm tiếp nhận điện năng (cũng là trạm biến áp) có nhiệm vụ hạ mức điện áp xuống để phù hợp với nhu cầu.

5.2 Phân loại trạm biến áp

Phụ thuộc vào mục đích có thể phân loại trạm biến áp theo các cách sau:

* Theo điện áp chia thành trạm biến áp tăng áp và trạm biến áp giảm áp:

- ✓ Trạm biến áp tăng áp là trạm biến áp có điện áp thứ cấp lớn hơn điện áp sơ cấp. Đây thường là trạm biến áp của các nhà máy điện tập trung điện năng của các máy phát điện để phát về hệ thống điện và phụ tải ở xa.
- ✓ Trạm biến áp hạ áp là trạm biến áp có điện áp thứ cấp thấp hơn điện áp sơ cấp. Đây thường là trạm biến áp có nhiệm vụ nhận điện năng từ hệ thống điện để phân phối cho phụ tải.

* Theo chức năng có thể chia thành trạm biến áp trung gian và trạm biến áp phân phối:

- ✓ Trạm biến áp trung gian hay còn gọi là trạm biến áp khu vực thường có điện áp sơ cấp lớn (500, 220, 110 kV) để liên lạc với các phụ tải có điện áp khác nhau (220, 110, 22, 15 kV) của các trạm biến áp phân phối.
- ✓ Trạm biến áp phân phối hay còn gọi là trạm biến áp địa phương có nhiệm vụ phân phối trực tiếp cho các hộ sử dụng điện của xí nghiệp, khu dân cư, trường học . . . thường có cấp điện áp nhỏ (10, 6, 0,4 kV).

- ✓ Trong hệ thống điện còn có các trạm chỉ làm nhiệm vụ phân phối điện năng không có biến đổi điện áp gọi là trạm phân phối.

** Phân loại theo nhiệm vụ:*

Trong thiết kế và vận hành mạng điện có: Trạm phân phối điện và trạm biến áp. Trạm phân phối điện chỉ gồm các thiết bị điện như: dao cách ly, máy cắt điện, thanh góp Dùng để nhận và phân phối điện năng cho các phụ tải, không có nhiệm vụ biến đổi điện áp. Trạm biến áp gồm các thiết bị trên và các máy biến áp dùng để biến đổi điện áp từ cao xuống thấp hoặc ngược lại.

Người ta phân loại trạm biến áp theo nhiệm vụ như sau:

- o Trạm biến áp trung gian:

Trạm có nhiệm vụ nhận điện của hệ thống điện ở cấp cao áp có $U=110\text{ KV}-220\text{ KV}$ để biến đổi thành cấp trung áp có $U=22\text{ KV}-35\text{ KV}$

- o Trạm biến áp phân xưởng:

- + Trạm nhận điện từ trạm biến áp trung gian biến đổi xuống các loại điện áp thích hợp để phục vụ cho các phụ tải phân xưởng.

- + Phía sơ cấp có thể là 22KV hoặc 35KV , phía thứ cấp có thể là 660V , $380/220\text{V}$ hoặc $220/127\text{V}$.

** Phân loại theo vị trí đặt trạm:*

- Gồm 2 loại: trạm trong nhà và trạm ngoài trời.

- o Trạm biến áp ngoài trời:

Ở loại trạm này, các thiết bị điện như dao cách ly, máy cắt điện, máy biến áp, thanh gópđều đặt ngoài trời. Riêng phần phân phối phía điện áp thấp thì đặt trong nhà, hoặc đặt trong các tủ sắt chế tạo sẵn chuyên dùng.

Trạm ngoài trời thích hợp cho các trạm biến áp trung gian công suất lớn, có đủ đất đai cần thiết để đặt các thiết bị ngoài trời. Sử dụng trạm đặt ngoài trời sẽ tiết kiệm được khá lớn về kinh phí xây dựng.

Ngoài ra còn có loại trạm mà máy biến áp đặt ngay trên các cột điện, loại trạm này có công suất tương đối nhỏ hay sử dụng ở các công trường, nông thôn hoặc khu phố.

- o Trạm biến áp trong nhà:

Ở loại trạm này tất cả các thiết bị điện đều đặt trong nhà. Loại trạm này hay gặp ở các trạm biến áp phân xưởng hoặc các trạm biến áp của các khu vực trong thành phố.

5.3 Chọn vị trí, số lượng, dung lượng trạm biến áp

5.3.1 Chọn vị trí đặt trạm:

Vị trí của các trạm biến áp phải thỏa mãn các yêu cầu cơ bản sau:

- + An toàn và liên tục cung cấp điện.
- + Gần trung tâm phụ tải, thuận tiện cho nguồn cung cấp đi tới.

- + Thao tác, vận hành, quản lý dễ dàng.
- + Phòng nổ, cháy, bụi bặm, khí ăn mòn.
- + Tiết kiệm vốn đầu tư và chi phí vận hành nhỏ.

Các máy và trạm biến áp có công suất lớn nên đặt gần trung tâm phụ tải, cần chú ý rằng đường dây dẫn đến trạm trung gian thường có cấp điện áp 110 KV - 220 KV, đường dây đó chiếm 1 dây đất rộng mà trên đó không được xây dựng công trình gì khác. Vì thế không nên đưa trạm trung gian vào sâu trong xí nghiệp, vì như vậy sẽ ảnh hưởng đến giao thông và các công trình xây dựng khác.

Vị trí của trạm biến áp phân xưởng có thể ở bên ngoài, liền kề hoặc bên trong phân xưởng.

- + Trạm xây dựng bên ngoài còn gọi là trạm độc lập, được dùng khi trạm cung cấp điện cho nhiều phân xưởng.
- + Trạm xây dựng liền kề được dùng phổ biến hơn cả vì tiết kiệm về xây dựng và ít ảnh hưởng tới các công trình khác.
- + Trạm xây dựng bên trong được dùng khi phân xưởng rộng có phụ tải lớn. Khi sử dụng loại trạm này cần phải đảm bảo tốt điều kiện phòng nổ, phòng cháy cho trạm.

Việc trạm được đặt cố định tại vị trí nào là một vấn đề quan trọng, bởi nó phải được kết hợp nhiều yếu tố như: mặt bằng, giao thông liên lạc và các nguồn cung cấp cũng như phụ tải gần hay xa nơi đặt trạm. Đồng thời vị trí đó có phù hợp trong tương lai hay không. Vì vậy cần cân nhắc thật kỹ khi chọn vị trí đặt trạm.

5.3.2 Chọn số lượng máy biến áp:

Số lượng máy biến áp phụ thuộc vào các yếu tố: số lượng phụ tải, vị trí phụ tải, mức độ yêu cầu liên tục cung cấp điện của phụ tải, sự phát triển của mạng điện.

Đối với phụ tải yêu cầu cung cấp điện liên tục nên chọn trạm có 2 máy biến áp.

5.3.3 Chọn công suất máy biến áp :

a. Xác định công suất máy biến áp phân xưởng theo mật độ phụ tải: s (KVA/m²)

Phương pháp này đơn giản, chỉ cần tính mật độ phụ tải, rồi tra bảng ta sẽ chọn được công suất cần thiết cho trạm biến áp cần tính toán.

$$\text{Mật độ phụ tải : } s = \frac{P}{F \cdot \cos \varphi} = \frac{S}{F} \quad (5.1)$$

Trong đó : $P = k_{nc} \cdot \sum P_d$ (KW)

F : Diện tích khu vực phụ tải tập trung (m²)

$\sum P_d$: tổng công suất đặt (KW) .

k_{nc} : hệ số nhu cầu .

$\cos \varphi$: hệ số công suất trên thanh cái của trạm.

- Tra bảng 5.1 sau ta sẽ tìm được công suất cực đại của trạm:

Bảng 5.1 Công suất máy biến áp phân xưởng theo mật độ phụ tải

Mật độ phụ tải, KVA/m ²	Công suất trạm 1 máy biến áp, KVA	Mật độ phụ tải, KVA/m ²	Công suất trạm 2 máy biến áp, KVA
0.004	180	0.004	2X100
0.010	240	0.022	2X180
0.023	320	0.052	2X240
0.061	420	0.125	2X320
0.121	560	0.282	2X420
0.292	780	0.610	2X560
0.695	1000	1.610	2X750

Phương pháp trên thường dùng khi tính toán sơ bộ, khi cần tính chính xác phải chọn máy biến áp theo phương pháp “ khả năng quá tải cho phép “ của máy biến áp.

b. Xác định công suất máy biến áp theo “khả năng quá tải cho phép” máy biến áp:

* Nếu trạm chỉ đặt 1 máy biến áp thì công suất định mức của máy biến áp được chọn theo:

$$S_{dmB} \geq S_{max}$$

* Nếu trạm đặt 2 máy biến áp, thì ở chế độ bình thường cả 2 máy đều làm việc non tải, mỗi máy tải $S_{max}/2$. Khi 1 máy hư thì máy còn lại có khả năng quá tải theo công thức:

$$k_{qtsc} \cdot S_{dmB} \geq S_{max}$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq S_{max} / k_{qtsc}$$

$k_{qtsc} = 1.4$: máy biến áp đặt ngoài trời.

$k_{qtsc} = 1.3$: máy biến áp đặt trong nhà.

- Khi chọn vị trí, số lượng trạm biến áp trong xí nghiệp ta cần phải so sánh kinh tế-kỹ thuật.

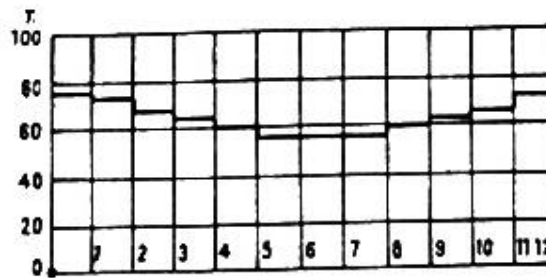
Nhìn chung, vị trí của trạm biến áp phải thỏa mãn các yêu cầu chính sau đây:

- Gần trung tâm phụ tải, thuận tiện cho nguồn cung cấp điện đưa đến.
- An toàn, liên tục cung cấp điện.
- Thao tác vận hành và quản lý dễ dàng.
- Tiết kiệm vốn đầu tư và chi phí vận hành hàng năm bé nhất.
- Ngoài ra nếu có yêu cầu đặc biệt như có khi ăn mòn, bụi bặm nhiều, môi trường dễ cháy,... cũng cần lưu ý.

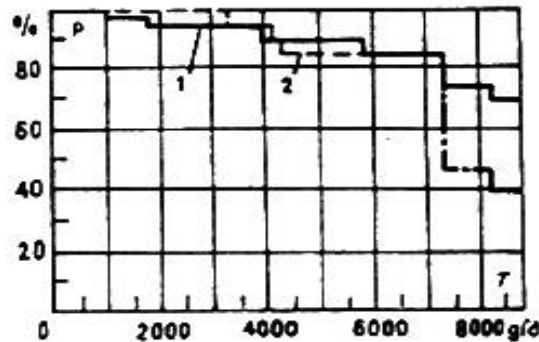
Vị trí của trạm biến áp phân xưởng có thể ở độc lập bên ngoài, liền kề với phân xưởng hoặc đặt bên trong phân xưởng.

Khi xác định số lượng trạm của xí nghiệp, số lượng và công suất máy biến áp trong một trạm chúng ta cần chú ý đến mức độ tập trung hay phân tán của phụ tải trong xí nghiệp và tính chất quan trọng của phụ tải về phương diện cung cấp điện. Chúng ta phải tiến hành so sánh kinh tế – kỹ thuật ngay khi xác định các phương án cung cấp điện. Muốn vậy, chúng ta phải Nghiên cứu:

- Đồ thị phụ tải hàng ngày, xác định cho một ngày làm việc bình thường và xác định cho một ngày nghỉ, ở mùa nắng và mùa mưa hoặc mùa hè và mùa đông.
- Đồ thị phụ tải hàng năm: ví dụ hình 5-1 cho đồ thị phụ tải hàng năm của xí nghiệp theo 12 tháng (hình 5.1)
- Đồ thị phụ tải hàng năm của xí nghiệp tính theo tổng số lượng giờ trong một năm (hình 5.2)



Hình 5.1 Đồ thị phụ tải hàng năm của xí nghiệp



Hình 5.2 Đồ thị phụ tải hàng năm của xí nghiệp tính theo tổng số giờ

1. Phụ tải ban đầu ; 2. Phụ tải phát triển

Số lượng và công suất của máy biến áp được xác định theo các tiêu chuẩn kinh tế kỹ thuật sau đây:

- An toàn, liên tục cung cấp điện
- Vốn đầu tư bé nhất
- Chi phí vận hành hàng năm bé nhất

Ngoài ra cần lưu ý đến việc:

- Tiêu tốn kim loại màu ít nhất
- Các thiết bị và khí cụ điện phải nhập được dễ dàng,...

- Dung lượng của máy biến áp trong một xí nghiệp nên đồng nhất, ít chủng loại để giảm số lượng và dung lượng máy biến áp dự phòng.
- Sơ đồ nối dây của trạm nên đơn giản, chú ý đến sự phát triển của phụ tải sau này.

Sau đây chúng ta lần lượt xét đến các tiêu chuẩn nêu trên.

a/ Đảm bảo liên tục an toàn cung cấp điện.

b/ Vốn đầu tư bé nhất.

Việc sử dụng hợp lý dung lượng quá tải của máy biến áp cho phép ta giảm được công suất đặt và do đó thực hiện được tiết kiệm vốn đầu tư.

Các nhà chế tạo thường đảm bảo thời gian phục vụ lâu dài của máy (tuổi thọ) khoảng 20 năm với điều kiện được tiết kiệm vốn đầu tư.

- Khi vận hành lâu dài liên tục thì phụ tải không được quá tải định mức ghi trên nhãn của máy biến áp.
- Máy biến áp cần ch ở điều kiện môi trường xung quanh định mức, tức là đối với các máy được chế tạo ở Châu Âu, ở Nga (không nhiệt đới hóa) thì nếu máy được đặt ở môi trường không khí tự do, nhiệt độ không khí làm mát có giá trị trung bình là $+5^{\circ}\text{C}$ và không được vượt quá giá trị cực đại 35°C .

Trong trường hợp nhiệt độ của môi trường làm mát khác với giá trị định mức nêu trên thì giá trị của công suất định mức của máy biến áp cần phải hiệu chỉnh. Tất cả các máy biến áp làm việc ở những nơi có nhiệt độ trung bình hàng năm lớn hơn 5°C đều phải hiệu chỉnh theo biểu thức sau:

$$S' = S_{\text{đm}} \left(1 - \frac{\theta_{\text{tb}} - 5}{100} \right) \quad (5.2)$$

Ở đây: S' – dung lượng đã hiệu chỉnh theo nhiệt độ trung bình, KVA.

$S_{\text{đm}}$ – Dung lượng định mức ghi trên biển máy, KVA.

θ_{tb} – nhiệt độ trung bình hàng năm của môi trường đặt máy $^{\circ}\text{C}$.

Khi môi trường đặt máy có nhiệt độ cực đại lớn hơn 35°C thì ta phải hiệu chỉnh thêm một lần nữa, khi đó ta được dung lượng đã hiệu chỉnh hai lần là:

$$S'' = S_{\text{đm}} \left(1 - \frac{\theta_{\text{tb}} - 5}{100} \right) \left(1 - \frac{\theta_{\text{cd}} - 35}{100} \right) \quad (5.3)$$

Ở đây: θ_{cd} – nhiệt độ cực đại của môi trường đặt máy [$^{\circ}\text{C}$], và:

$$35^{\circ}\text{C} < \theta_{\text{cd}} < 45^{\circ}\text{C}$$

Những công thức nêu trên: (5.1) và (5.2) có giá trị đối với các máy biến áp có cuộn dây được làm mát tự nhiên trong dầu hoặc làm mát tự nhiên trong dầu có thêm thông gió cưỡng bức.

** Chi phí vận hành hàng năm bé nhất:*

Trong thành phần của chi phí vận hành hàng năm thì chi phí về tổn thất điện năng chiếm một vị trí rất quan trọng trong chi phí chung. Tổn thất này sinh ra từ trong máy biến áp cũng như ở trên đường dây trong thời gian vận hành máy biến áp.

Tổn thất công suất trong máy biến áp sẽ là:

$$\Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_K \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2$$

ΔP_0 - là tổn thất công suất tác dụng không tải, đơn vị [KW]

ΔP cuộn dây = $\Delta P_K \left(\frac{S_{pt}}{S_{\tilde{m}}} \right)^2$ là tổn thất cuộn dây máy biến áp, đơn vị [KW]

ΔP_K tổn thất khi ngắn mạch (trong tính toán, một cách gần đúng ta lấy tổn thất này bằng với tổn thất đồng của máy biến áp)

$$\Delta P_K = \Delta P_{\text{đồng}}$$

S_{dm} - phụ tải định mức của máy biến áp, đơn vị KVA

+ Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây điện cần thiết để vận chuyển công suất phản kháng ΔQ là:

$$K_{kt} \cdot \Delta Q = K_{kt} (\Delta Q_0 + \Delta Q_{\text{cuộn dây}}) \quad (5-4)$$

Ở đây: $\Delta Q_0 = S_{\tilde{m}} \frac{i_0 \%}{100}$ là công suất phản kháng để từ hóa máy biến áp ở điện áp không đổi.

$$\Delta Q_{\text{cuộn dây}} = \Delta Q_K \left(\frac{S_{pt}}{S_{\tilde{m}}} \right)^2 - \text{công suất phản kháng của cuộn dây máy biến áp}$$

$I\%$ - dòng điện không tải của máy biến áp, tính %.

$$\Delta Q_0 = S_{\tilde{m}} \frac{U_k \%}{100}$$

$U_k\%$ - điện áp ngắn mạch của máy biến áp, tính %.

S_{dm} - công suất định mức của máy biến áp; tính [KVA]

k_{kt} - đương lượng kinh tế của công suất phản kháng, tức là công suất tác dụng mất trong mạng điện để vận chuyển công suất phản kháng, đơn vị KW/KVAR. Giá trị của k_{kt} phụ thuộc vào vị trí đặt máy biến áp so với nguồn công suất phản kháng. Ở cầm nang sẽ cho các giá trị của k_{kt} ; nhìn chung giá trị k_{kt} nằm trong phạm vi từ 0,02 đến 0,15; có thể lấy giá trị trung bình 0,05.

Tổn thất toàn bộ sẽ là:

$$\Delta P'_T = \Pi = \Delta P_T + k_{kt} \cdot \Delta Q = \Delta P_0 + k_{kt} \Delta Q_0 + (\Delta P_K + \Delta Q_K \cdot k_{kt}) \left(\frac{S_{pt}}{S_{\tilde{m}}} \right)^2$$

Ta đặt: $\Delta P_0 + k_{kt} \Delta Q_0 = \Delta P'_0$

$$\Delta P_K + \Delta Q_K \cdot k_{kt} = \Delta P'_K$$

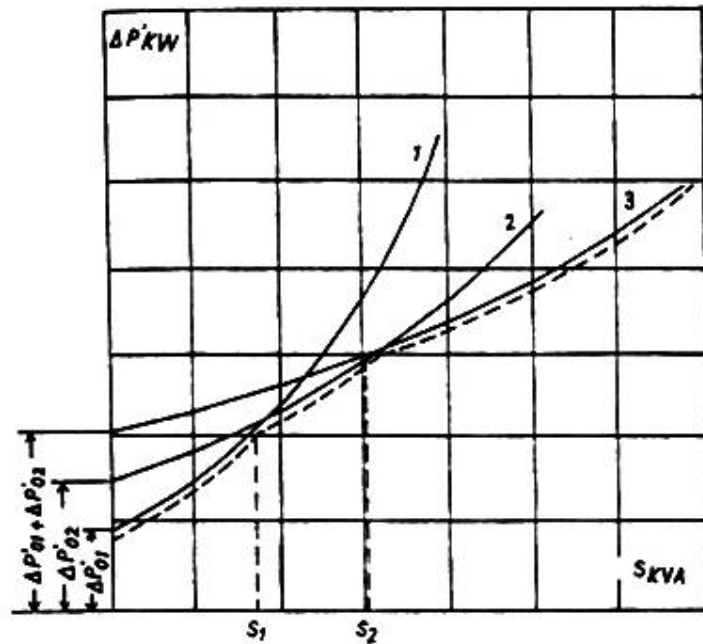
Ta sẽ được tổn thất toàn bộ là:

$$\Delta P'_T = \Pi = \Delta P'_0 + \Delta P'_k \left(\frac{S_{pt}}{S_{\text{rim}}} \right)^2 = a + b S_{pt}^2 \quad (5-5)$$

$$\text{Với : } a = \Delta P'_0; b = \frac{\Delta P'_k}{S_{\text{rim}}^2}$$

Phương trình (5-4) được biểu diễn bằng một đường parabol. Theo quan điểm về tổn thất tổng, thì sự làm việc tối ưu nhất của một máy biến áp sẽ tương ứng với tổn thất tổng là bé nhất; khi đó, tương ứng với phụ tải tối ưu.

Khi phụ tải của trạm biến áp yêu cầu thay đổi nhiều, để có được một chế độ làm việc thích hợp nhất theo quan điểm tổn thất tổng thì người ta sẽ đặt nhiều máy biến áp. Chúng ta có thể thiết lập đồ thị phụ tải tùy theo tình hình cụ thể mà ta sẽ vận hành với số lượng máy biến áp thay đổi.



Hình 5.3 Đồ thị tổn thất công suất các máy biến áp

1. Đường cong tổn thất công suất máy biến áp 1
2. Đường cong tổn thất công suất máy biến áp 2
3. Đường cong tổn thất công suất máy biến áp 1,2 khi vận hành song song

Chúng ta sẽ vạch đường parabol đối với mỗi máy biến áp là $\Pi_i = a_i + b_i S_{pt}^2$

Và các đường parabol đối với tổ hợp 2,3, ..., n máy biến áp vận hành song song.

Điểm giao nhau của các đường cong này có vị trí gần nhất đối với trục hoành (trục phụ tải) sẽ tương ứng với phụ tải tối ưu để chúng ta đưa thêm máy biến áp vào hoặc tương ứng cắt bớt máy biến áp Nhưng cũng cần lưu ý là không nên cắt một máy biến áp nào đó để rồi trong một thời gian rất ngắn lại đưa chính máy biến áp đó vào vận hành song song.

Thường không nên thao tác như vậy nếu khoảng thời gian này dưới 3 giờ. (Hình 5.3) giới thiệu đồ thị tổn thất công suất theo phụ tải đối với một trạm biến áp có hai máy. Chúng ta hãy nghiên cứu hai trường hợp thường xảy ra dưới đây.

1. Trường hợp một trạm chỉ có 2 máy biến áp có các đặc tính và tổn thất công suất được thể hiện qua các biểu thức sau:

$$\Pi_1 = a_1 + b_1 S_{pt}^2 ; \quad \Pi_2 = a_2 + b_2 S_{pt}^2$$

$$\text{Và tổ hợp :} \quad \Pi_{12} = a_{12} + b_{12} S_{pt}^2$$

Ở đây Π_1, Π_2, Π_3 tương ứng với những tổn thất của máy biến áp 1, máy biến áp 2 và của cả hai máy cùng làm việc song song. Việc vận hành song song các máy biến áp sẽ có lợi bắt đầu từ lúc phụ tải mà ở đấy các đường biểu diễn gặp nhau (tức là từ lúc các tổn thất bằng nhau).

2. Trường hợp tổng quát: trạm có n máy biến áp có công suất và tham số các máy như nhau đang làm việc song song, bây giờ ta đóng thêm một máy có cùng công suất và tham số vào làm việc song song, (tức là sau khi đóng thêm 1 máy ta có (n + 1) máy làm việc song song thì việc đóng máy sẽ tối ưu kể từ phụ tải xác định bởi giao điểm của hai đường cong tổn thất công suất ứng với hai trường hợp: n và (n + 1) máy làm việc song song.

$$na + \frac{1}{n} b S_{pt}^2 = (n+1)a + \frac{1}{(n+1)} b S_{pt}^2$$

$$\text{Giải ra, ta được:} \quad \frac{1}{n} b S_{pt}^2 = \frac{1}{(n+1)} b S_{pt}^2 = (n+1)a - na$$

$$b S_{pt}^2 \left(\frac{n+1-n}{n(n+1)} \right) = a$$

$$\text{Do đó:} \quad S_{pt} = \sqrt{\frac{a}{b} n(n+1)}$$

$$S_{pt} = \sqrt{\frac{n(n+1)\Delta P'_0}{\frac{\Delta P'_k}{S_{\text{đm}}^2}}} = S_{\text{đm}} \sqrt{n(n+1) \frac{\Delta P'_0}{\Delta P'_k}} \quad (5-6)$$

Nếu n = 1 ta sẽ có $S_{pt} = S_{\text{đm}} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_0}{\Delta P'_k}}$. Chú ý là: trong thực tế phụ tải có thể luôn luôn biến đổi (Hình 5.4). Nếu muốn vận hành kinh tế máy biến áp theo cách trình bày trên thì:

Từ 0 đến t_1 cho máy 1 vận hành

Từ t_1 đến t_2 cho máy 2 vận hành

Từ t_2 đến t_3 cho hai máy vận hành song song.

Phương thức vận hành như vậy sẽ không nên vì việc đóng cắt luôn máy biến áp sẽ ảnh hưởng luôn tuổi thọ của thiết bị điện và gây nên căng thẳng trong việc thực hiện. Do vậy, sau khi xếp lịch vận hành của các thiết bị để có đồ thị phụ tải tương đối

bằng phẳng thì ta sẽ căn cứ vào trị số tương đối bằng phẳng này để sắp xếp các máy biến áp vận hành phù hợp với điều kiện kinh tế.

5.4 Sơ đồ nối dây trạm biến áp

Trạm biến áp là nơi trực tiếp nhận điện năng từ hệ thống đưa về để cung cấp điện cho phụ tải, do sơ đồ nối dây của trạm có ảnh hưởng lớn và trực tiếp tới vấn đề an toàn liên tục cung cấp điện. Vì vậy sơ đồ nối dây của trạm phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- + Đảm bảo liên tục cung cấp điện theo yêu cầu của phụ tải.
- + Sơ đồ nối dây rõ ràng, thuận tiện trong vận hành và xử lý lúc sự cố.
- + An toàn lúc vận hành và lúc sửa chữa.
- + Chú ý đến yêu cầu phát triển.
- + Hợp lý về mặt kinh tế trên cơ sở đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật.

Tùy theo mức độ quan trọng của phụ tải mà quyết định đặt 1 hoặc 2 máy biến áp trong 1 trạm. Tùy theo điều kiện, phía cao áp của trạm có thể đặt dao cách ly, cầu chì - dao cách ly, máy cắt.

Nếu phía cao áp của trạm được cấp điện bằng đường dây trên không thì phải đặt chống sét van. Và phía hạ áp, nếu đi đến phụ tải bằng đường dây trên không thì cũng phải đặt chống sét van hạ áp. Nếu là trạm treo hoặc trạm cột thì cũng có thể dùng cầu chì tự rơi thay cho bộ dao cách ly - cầu chì. Việc đặt máy cắt phía cao áp chỉ dùng cho trạm biến áp công suất lớn ở xa nguồn.

5.4.1 Trạm hạ áp phân xưởng:

5.4.1.1 Trạm có một máy biến áp

Thường trạm này phục vụ cho hệ tiêu thụ loại 2 hay loại 3. Trường hợp ngoại trừ là: nếu có đường dây đưa từ lưới điện áp thấp lấy từ nơi khác và bố trí từ nơi khác và bố trí tự động đóng nguồn dự trữ này, thì trạm có thể phục vụ cho hệ tiêu thụ loại 1 với phụ tải không lớn.

Để giảm máy biến áp dự trữ cho trạm này, thì các trạm hạ áp phân xưởng nên dùng ít chủng loại máy biến áp.

Đặc điểm của sơ đồ trạm hạ áp phân xưởng với một máy biến áp là cách nối của máy biến áp đến đường dây cung cấp điện áp cao.

Theo quan điểm kỹ thuật, thì việc nối giữa máy biến áp với đường dây cung cấp thông qua dao cách ly và máy cắt điện có thể áp dụng trong tất cả các trường hợp (5.5a). Song trên thực tế, máy cắt điện khá đắt tiền và khá phức tạp khi bố trí ở trạm, thêm vào đó khi sử dụng nó cần phải tính toán đến tính ổn định nhiệt và ổn định



Hình 5.4 Đồ thị phụ tải hàng ngày

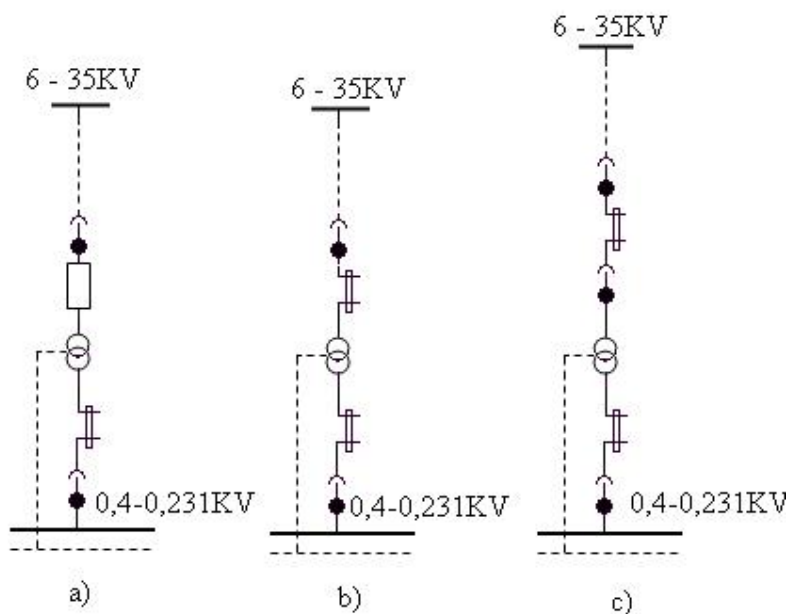
1. Trước khi điều chỉnh phụ tải
2. Sau khi điều chỉnh phụ tải

động trong trường hợp ngắn mạch. Vì vậy nên phạm vi sử dụng của máy cắt điện được giới hạn trong những trường hợp mà người ta không thể áp dụng những biện pháp sau:

Nối qua cách ly và cầu chì (hình 5.5b).

Sơ đồ này thích ứng với hệ tiêu thụ ít quan trọng (hệ loại 3), dòng điện không tải của máy biến áp có thể được cắt bằng dao cách ly. Nhược điểm của sơ đồ là: Bảo vệ quá tải được thực hiện ở cầu chì điện áp cao không đảm bảo độ nhạy, việc thay thế cầu chì nóng chảy, cần thiết có một thời gian khá dài.

Nối qua dao cách ly, cầu chì và máy cắt phụ tải (hình 5.5c), việc tổ hợp cầu chì và máy cắt phụ tải tạo nên tính đảm bảo cao giống như máy cắt nhưng giảm được vốn đầu tư cho trạm. Vì bộ phận dập tắt hồ quang của máy cắt phụ tải có cấu tạo đơn giản nên máy cắt phụ tải chỉ đóng cắt được dòng điện phụ tải, còn việc cắt dòng điện ngắn mạch do cầu chì đảm nhiệm.



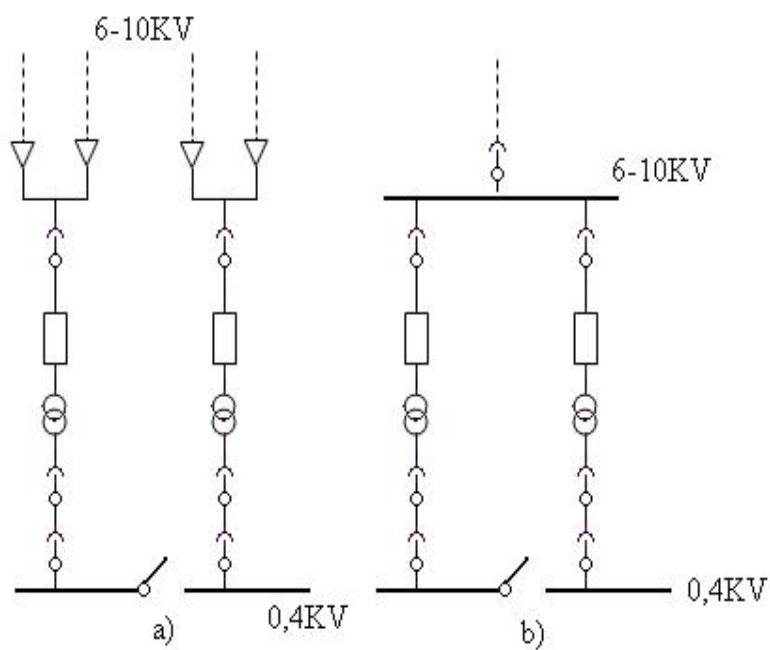
Hình 5.5: Trạm có một máy biến áp

5.4.1.2 Trạm có hai máy biến áp:

Đối với trạm có hai máy biến áp phục vụ, về phía cao áp có sơ đồ khối: đường dây – máy biến áp (hình 5.6a) ở trường hợp có hai lộ cung cấp đưa đến. Người ta dùng sơ đồ với thanh cái đơn giản trong trường hợp chỉ có một đường dây cung cấp (hình 5.6b) hoặc ở trường hợp cần có hệ tiêu thụ phía sơ cấp máy biến áp (hình 5.6c).

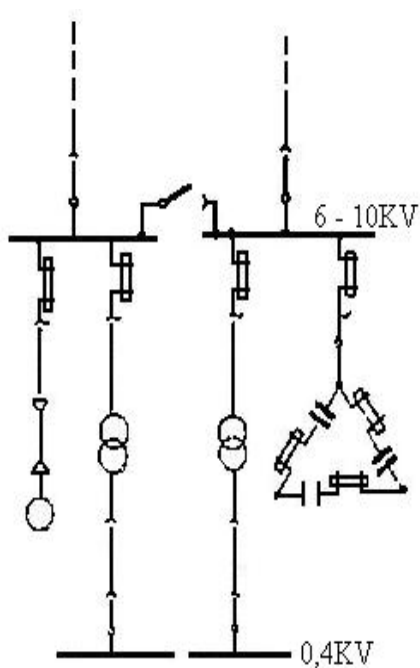
Khi có hệ tiêu thụ loại 1 thì bắt buộc phải thực hiện cung cấp điện từ hai nguồn điện khác nhau đưa đến; còn ở phía điện áp thấp cần có bộ phận đóng lập lại tự động đóng aptomat để nối liền các phân đoạn cần liên hệ nhau của hai máy biến áp.

Đối với các thiết bị điện nối đến điện áp cao, người ta dùng các thiết bị vừa thoả mãn yêu cầu kỹ thuật đồng thời vốn đầu tư lại ít. Do vậy người ta chỉ dùng dao cách ly. Đối với sơ đồ máy biến áp và đường dây có các hệ tiêu thụ điện áp sơ cấp, người ta sẽ sử dụng cầu chì và máy cắt phụ tải. Đối với những hệ nào mà phương án trang bị rẻ tiền phía sơ cấp trên không không đáp ứng được, chúng ta mới dùng phương án dao cách ly và máy cắt điện.

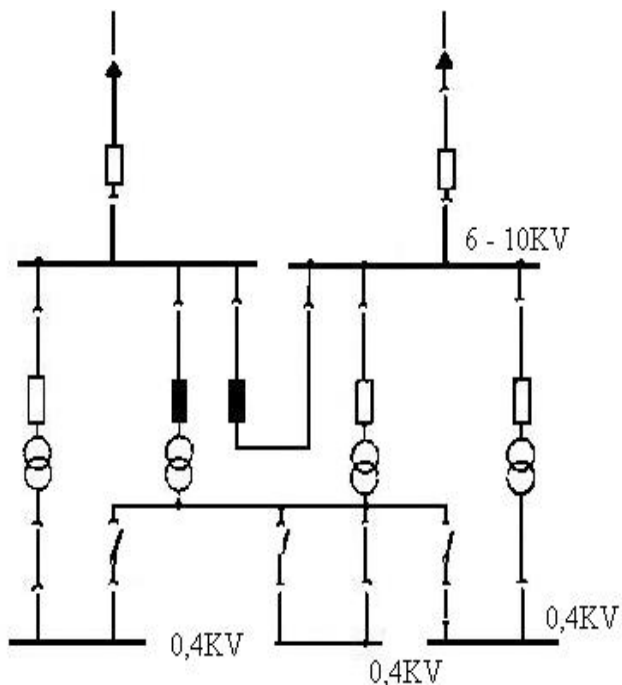


Hình 5.6: Trạm có hai máy biến áp

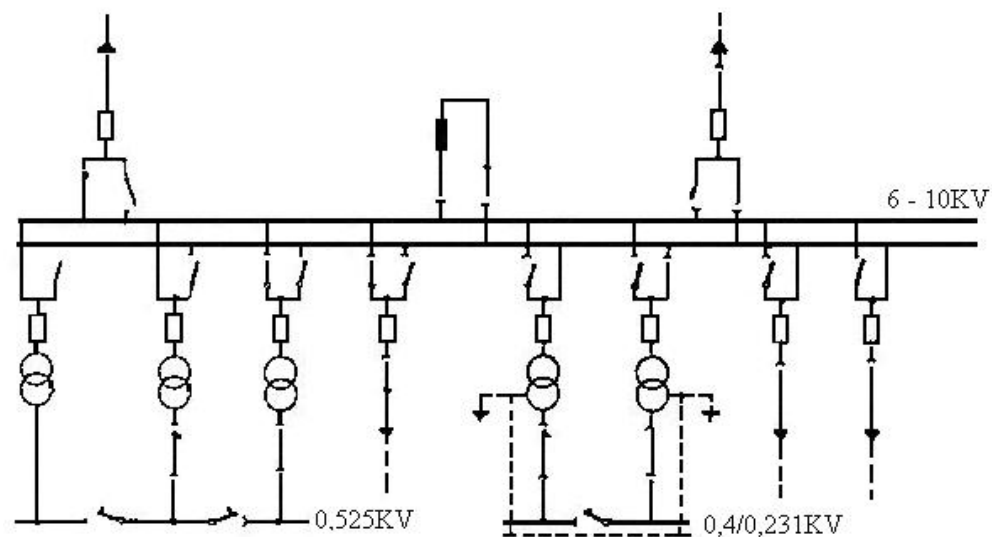
Đối với trạm hạ áp phân xưởng có số máy biến thế nhiều hơn 2, thì thông thường phía điện áp cao, người ta dùng sơ đồ thanh cái đơn và có phân đoạn (hình 5.7). Việc sử dụng thanh cái kép rất hiếm (hình 5.8).



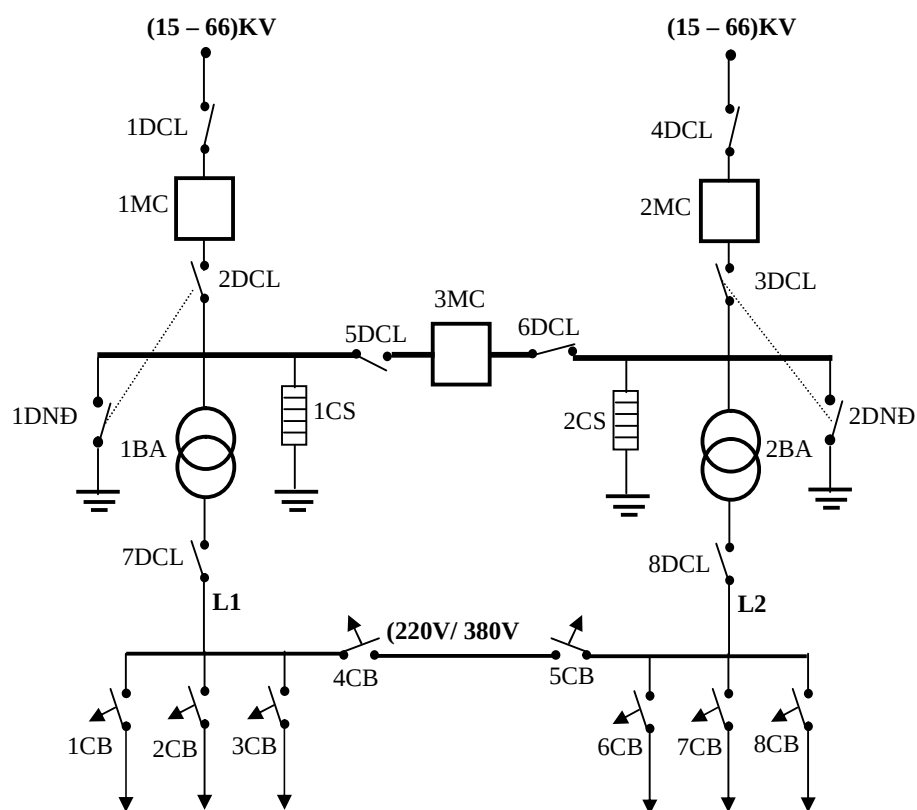
Hình 5.7: Sơ đồ thanh cái đơn



Hình 5.8: Sơ đồ thanh cái kép



Hình 5.9: Sơ đồ thanh cái đơn và phân đoạn



Hình 5.10 Lưới phân phối 15KV/ 0,4KV có dự phòng

Ở lưới điện dưới 35KV, máy cắt cao thế và dao cách ly được thay thế bằng FCO (Fuse Cut Out ≡ cầu chì tự rơi) để đóng cắt và bảo vệ.

Đường dây cao áp có thể bằng cáp hoặc đường dây trên không, cung cấp điện từ trạm biến áp trung gian. Đường dây vào trạm phải qua 1 cầu dao và cầu chì cao áp. Dao cách ly để cách ly máy biến áp khi cần sửa chữa, cầu chì dùng để bảo vệ ngăn mạch trong máy biến áp.

- + Ưu : sơ đồ kết cấu đơn giản, dùng các thiết bị rẽ tiền dễ kiểm.
- + Khuyết: dao cách ly không cắt được dòng phụ tải. Khi muốn cắt dao cách ly thì phải cắt aptomat phía áp thấp trước. Sau mỗi lần cầu chì cao áp tác động việc thay thế khá phiền phức. Vì vậy sơ đồ này chỉ được dùng cho các máy biến áp có công suất nhỏ hơn 320 KVA.

5.4.2. Sơ đồ nối dây trạm biến áp xí nghiệp

Sơ đồ nối dây sơ cấp phụ thuộc vào nhiều thông số: điện áp cung cấp đưa đến, công suất và số lượng máy biến áp, chế độ làm việc và mức độ đảm bảo yêu cầu của hệ tiêu thụ, có trạm phát điện riêng không, sơ đồ phân phối ở bên trong xí nghiệp.v.v...Do vậy có rất nhiều phương án để giải quyết và cũng rất khó để chọn phương án thỏa mãn các yêu cầu nêu trên.

Thông thường các trạm này thực hiện theo dạng sau:

Nối đến hệ thống năng lượng một hay hai lộ, với điện áp định mức bao gồm giữa 15,35 và 110KV.

Phía điện áp từ hệ thống đưa đến, người ta dùng sơ đồ không có thanh cái (khối đơn hay hai khối, có hay không có đường dây nối ngang qua).

Phía điện áp thứ cấp (phía điện áp phân phối) người ta dùng sơ đồ với thanh cái đơn hay thanh cái kép.

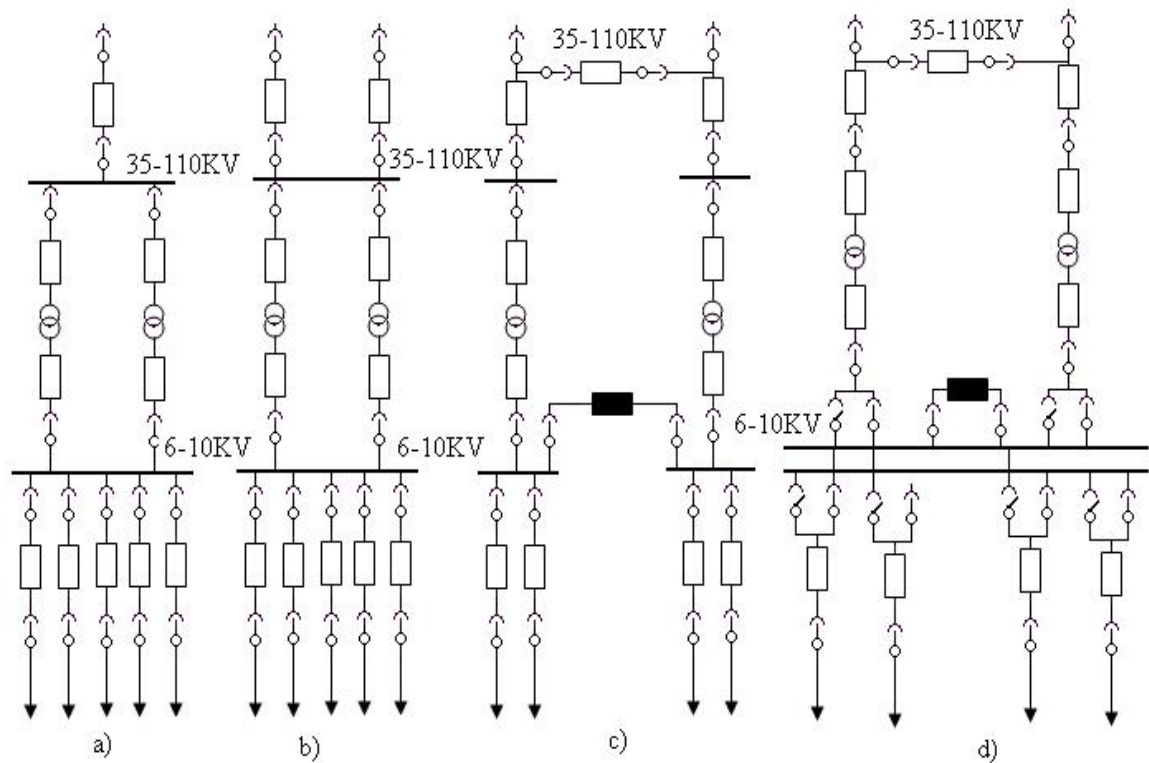
Số lượng máy biến áp được biến thiên giữa một và ba pha và thông dụng nhất là trạm với hai máy biến áp.

*Đối với trạm có nhiều máy biến áp: Hình 5.11 và 5.12.

Các trạm tương ứng với những điều kiện đảm bảo yêu cầu tốt nhất của hệ tiêu thụ loại 1. Hay gặp nhất là trạm hạ áp với hai máy biến áp. Những trạm này được nối đến hệ thống năng lượng bằng hai lộ.

Trên phần điện áp phía sơ cấp, người ta dùng sơ đồ có hai thanh cái, khi trạm có hai máy biến áp và hai lộ đưa đến, người ta thích dùng sơ đồ hình H kinh tế hơn so với sơ đồ có hai thanh cái.

Trên phần điện áp phía thứ cấp, thông thường người ta dùng sơ đồ thanh cái đơn hay thanh cái kép (có phân đoạn hay không phân đoạn tùy theo số lượng đường dây từ các hệ tiêu thụ được nối đến thanh cái hay tùy theo có hạn chế dòng ngắn mạch hay không .v.v...) vì rằng, trong nhiều trường hợp từ thanh cái này người ta tiến hành phân phối năng lượng điện đến các phân xưởng của xí nghiệp. Hình 5.11 giới thiệu sơ đồ trạm hạ áp với hai máy biến áp.



Hình 5.11: trạm có nhiều máy biến áp

a) Chỉ có một lộ cung cấp đến.

b) Hai lộ cung cấp đến với thanh cái đơn.

c) d) Hai lộ cung cấp đến với thanh cái nối hình H.

Hình 5.12: giới thiệu sơ đồ của một trạm biến áp với ba máy biến áp, có phía điện áp thứ cấp 6KV là hệ thống hai thanh cái.

Phương án với trạm biến áp là 3 hay 4 rất ít gặp.

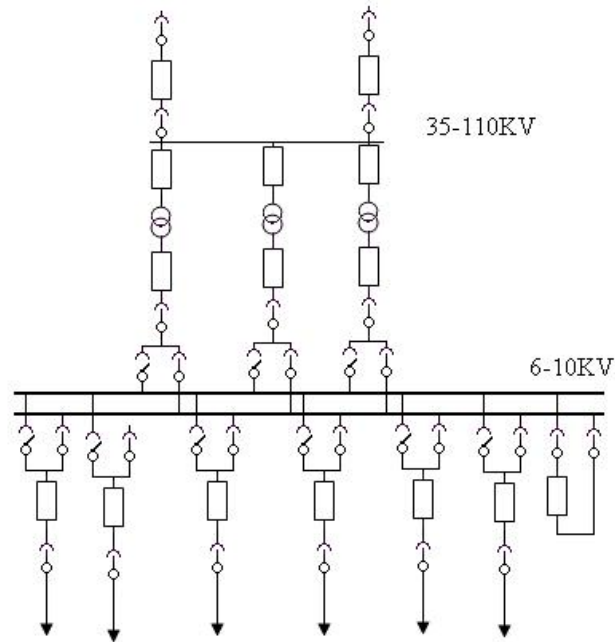
5.5 Kết cấu trạm biến áp.

Đối với trạm hạ áp phân xưởng, khi thiết kế phải luôn có cách nhìn giới hạn đến tối thiểu các trang thiết bị điện và các vật liệu tiêu dùng trong việc lắp ráp và xây dựng vì như vậy giảm được vốn đầu tư đối với xây dựng trạm. Trong một số trường hợp chúng ta phải đảm bảo khả năng phát triển các trang thiết bị phân phối về sau này. Tương tự, chúng ta phải tôn trọng tất cả các quy định, quy tắc quy phạm về cấu trúc trạm điện, phải am hiểu và tôn trọng quy phạm về vận hành, về an toàn và về hoả hoạn...

Để thoả mãn những điều kiện kỹ thuật nêu trên, thì ngoài việc thiết kế đúng, đạt được chất lượng xây dựng và lắp ráp trạm, thì còn phải:

- Lựa chọn đúng trang thiết bị điện tùy theo các tham số về điện mà ta biết, phải lắp ráp trạm đúng quy phạm và đúng với tất cả các yêu cầu vận hành thuận tiện.

- Phải tôn trọng khoảng cách giữa các pha và giữa các phần dẫn điện đến cấu trúc nối đất và xung quanh.



Hình 5.12: sơ đồ của một trạm biến áp với ba máy biến áp

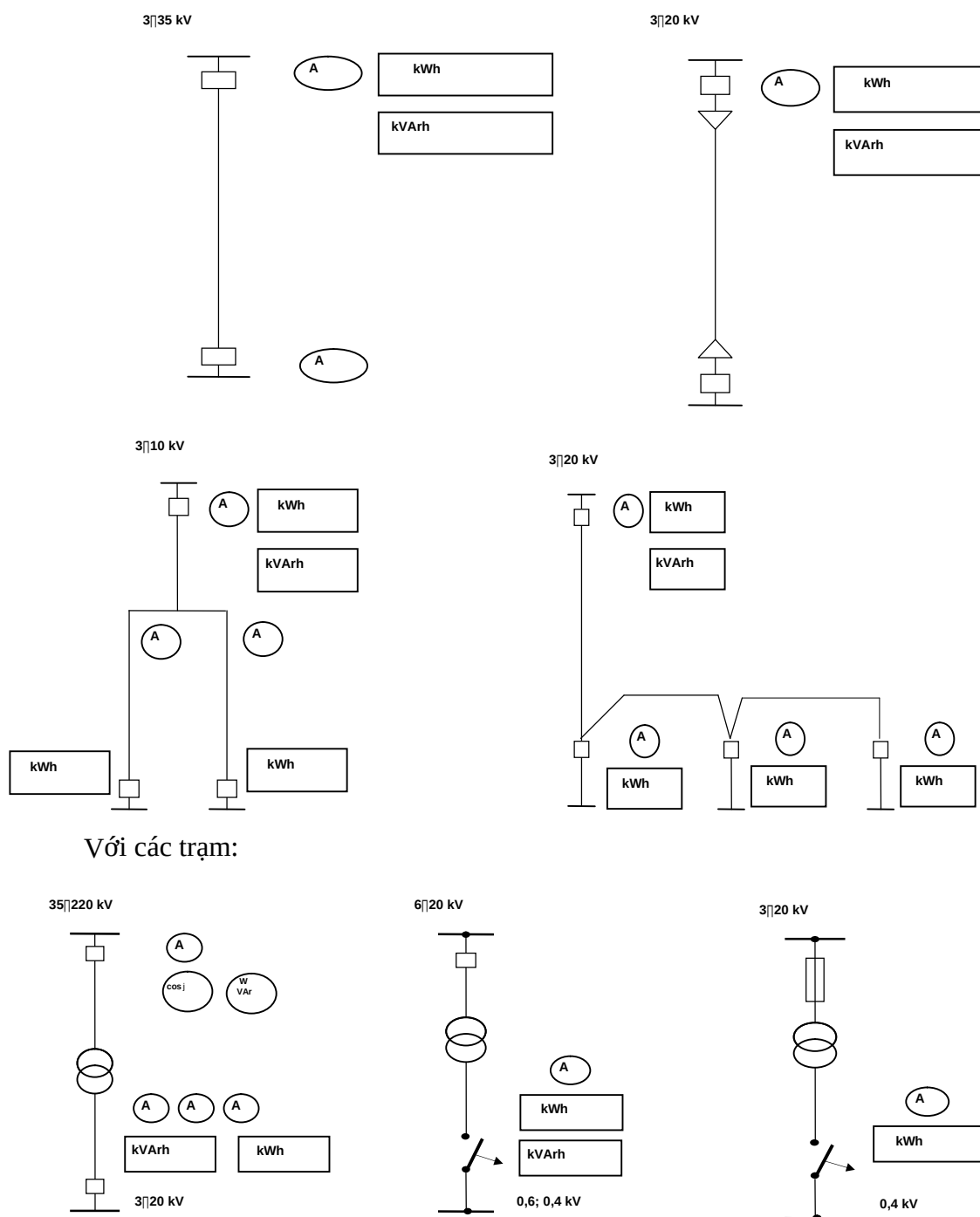
- Khả năng loại nhanh hoả hoạn và các sự cố xảy ra ở trang bị điện.
- Thuận tiện trong thao tác và trong vận chuyển các trang thiết bị điện để lắp ráp và sửa chữa, tức là phải đảm bảo các kích thước cần thiết của các lối đi và các hành lang.
- Phải thực hiện nối đất bảo vệ.
- Phải xử dụng các tín hiệu cần thiết...
 - o Thiết bị phân phối sơ cấp.
 - o Thiết bị phân phối thứ cấp.
 - o Máy biến áp chính.
 - o Hệ thống bảo vệ relay cho trạm và đường dây.
 - o Hệ thống chống sét và nối đất.
 - o Hệ thống điện tự dùng.

5.6 Đo lường và kiểm tra trong trạm biến áp trung/hạ áp.

Các dụng cụ đo lường và kiểm tra trong các trạmBA và trạm phân phối trung tâm của xí nghiệp công nghiệp được đặt ra để theo dõi các chế độ làm việc của các trang thiết bị điện và xác định trạng thái của nó.

Các thiết bị đo lường và kiểm tra phải đặt sao cho các nhân viên vận hành, trực có thể theo dõi các chỉ số của chúng một cách dễ dàng. Các dụng cụ đo lường và kiểm tra đường dây và trạm được đặt theo 1 số mẫu như sau:

Với đường dây:



Hình 5.13: Trạm biến áp trung/hạ áp

5.7 Vận hành trạm biến áp

Thực hiện thao tác máy cắt điện và dao cách ly phải tôn trọng các thứ tự sau:

- Đóng đường dây cung cấp điện:

- + Đóng dao cách ly thanh cái.
- + Đóng dao cách ly đường dây.
- + Đóng máy cắt điện.

- Mở đường dây cung cấp điện.

- + Mở máy cắt điện.
- + Mở dao cách ly đường dây.
- + Mở dao cách ly thanh cái.

- Đóng máy biến áp ba dây quấn:

- + Đóng dao cách ly thanh cái trên phần điện áp cao, phần điện áp trung và phần điện áp thấp.
- + Đóng máy cắt điện phía cuộn dây cao, trung, hạ áp.

- Mở máy biến áp ba dây quấn:

- + Mở máy cắt điện trên phần điện áp hạ, điện áp trung và điện áp cao.
- + Mở dao cách ly thanh cái trên phần điện áp hạ, điện áp trung và điện áp cao.

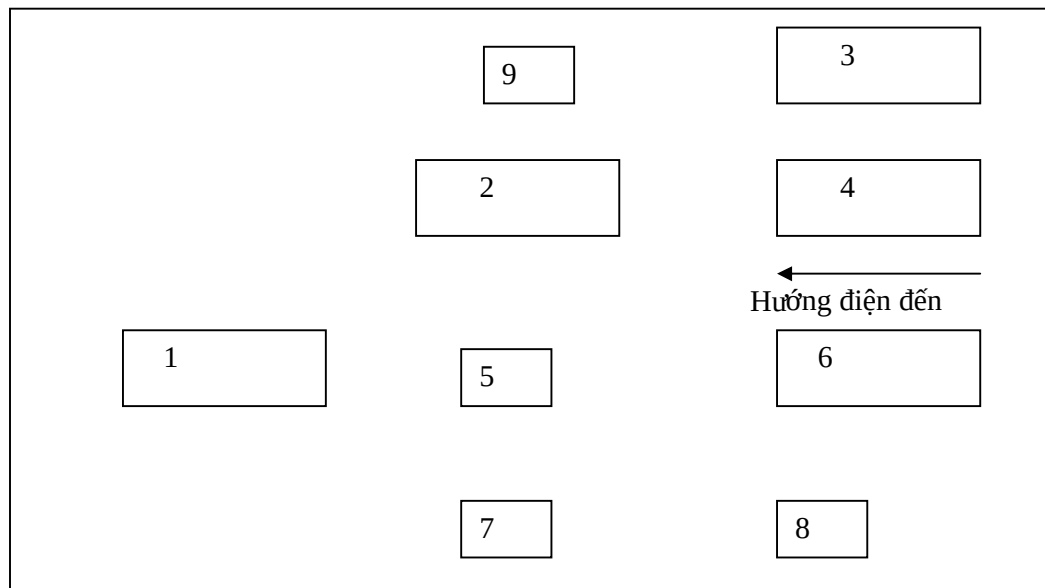
- Trình tự thao tác để đưa máy cắt điện của đường dây cấp 6 KV ra khỏi lưới để sửa chữa:

- + Mở máy cắt điện.
- + Mở dao cách ly lộ phụ tải.
- + Mở dao cách ly thanh cái.

Các trường hợp khác làm tương tự.

Câu hỏi và Bài tập chương 5

1. Hãy chọn số lượng trạm biến áp, số lượng máy biến áp và công suất mỗi máy biến áp trong một trạm cho 1 nhà máy cơ khí ?
 2. Vẽ sơ đồ nối dây (sơ đồ mặt bằng và sơ đồ nguyên lý) cho các trạm biến áp ?
 3. Vẽ sơ đồ nối dây (sơ đồ mặt bằng và sơ đồ nguyên lý) cho trạm phân phối trung tâm ?
- Mặt bằng nhà máy cơ khí như sau :



- Bảng danh sách các phân xưởng với công suất tính toán như sau:

TT	Tên phân xưởng	S_{tt} (KVA)	Loại phụ tải
1	Phân xưởng nhiệt luyện 1	1042	1
2	Phân xưởng nhiệt luyện 2	1008	1
3	Phân xưởng cơ khí	845	1
4	Phân xưởng lắp ráp	820	1
5	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	180	3
6	Phân xưởng đúc	838	1
7	Phòng thí nghiệm	106	3
8	Trạm khí nén	692	1
9	Nhà hành chính	140	1

5. Yêu cầu chọn trạm biến áp cho nhà máy luyện kim có phụ tải $S_B=1200$ (KVA).

Trong hai trường hợp: không biết số % phụ tải loại 3 và phụ tải loại 3 là 20%

6. Hãy xác định vị trí đặt của trạm biến áp trung gian, biết các thông tin về vị trí và phụ tải của các điểm như sau

Bảng số liệu bài toán

Điểm tải	Công suất	Tọa độ, Km	
	kVA	X	Y
1	46	7.4	1.2
2	52.5	33	5
3	35	2	23
4	56.3	21	20
5	38	19	12
6	42.7	36	9
7	37	22	35

7. Hãy xác định vị trí đặt của trạm biến áp tiêu thụ biết các thông tin về vị trí và phụ tải của các điểm như sau

Bảng số liệu bài toán

Điểm tải	Công suất	Tọa độ, Km	
	kVA	X	Y
1	4,6	0,12	0,27
2	6,8	0,42	0,50
3	10,15	0,12	0,42
4	13,45	0,34	0,14
5	25,5	0,25	0,52
6	18,25	0,22	0,37
7	7,5	0,41	0,13
8	3,2	0,36	0,27
9	5,7	0,1	0,12

8. Chọn số lượng và công suất máy biến áp của trạm biến áp 22/0,4 kV của một xí nghiệp với công suất tính toán dự báo là $S_{tt} = 900$ kVA, hệ số công suất

$\cos \phi = 0,82$ trong đó phụ tải loại I và II chiếm 60% ($m_{1+2} = 0,6$), thời gian sử dụng công suất cực đại $T_M = 5150$ h, hệ số tiêu chuẩn và khấu hao $p = 0,164$. Giá thành tổn thất điện năng $c_{\Delta} = 500$ đ/kWh; suất thiệt hại do mất điện $g_{th} = 3000$ đ/kWh.

9. Chọn số lượng và công suất máy biến áp của trạm biến áp 22/0,4 kV của một xí nghiệp với công suất dự báo tuyến tính theo thời gian $S_t = 415 + 57,66.t$, kVA, $\cos \phi = 0,8$ trong đó phụ tải loại I và II chiếm 70% ($m_{1+2} = 0,7$), thời gian sử dụng công suất cực đại $T_M = 5150$ h, hệ số chiết khấu $i = 0,1$; giá thành tổn thất điện năng $c_{\Delta} = 600$ đ/kWh; suất thiệt hại do mất điện $g_{th} = 3000$ đ/kWh, chu kỳ tính toán $T = 7$ năm.

10. Một trạm biến áp của xí nghiệp công nghiệp được đặt hai máy biến áp 560 kVA - 6/0,4 kV. Ở tại thời điểm nào đó chỉ có một máy biến áp làm việc. Yêu cầu xác định lúc bắt đầu từ một giá trị phụ tải tối ưu theo quan điểm tổn thất thì ta đóng máy biến áp thứ 2.

11. Lựa chọn máy biến áp cho trạm biến áp với các số liệu sau:

$S_{MAX} = 25,6$ MVA, $K_{qtsc} = 1,4$. Công suất định mức là 20 MVA, $\cos \phi = 0,9$.

Bảng số liệu:

S (MVA)	8,1	10,6	13,1	15,6	18,1	20,6	25,6
T (h)	0	4	8	12	16	20	24
K_i^2	10,164	0,28	0,43	0,6	0,82	1,06	1,64
T	3	2	7	1	4	4	3

12. Chọn số lượng và công suất máy biến áp của trạm biến áp 22/0,4 kV của một xí nghiệp với công suất tính toán dự báo à $S_{tt} = 900$ kVA, hệ số công suất $\cos\phi = 0,82$ trong đó phụ tải oại I và II chiếm 60% ($m_{1+2} = 0,6$), thời gian sử dụng công suất cực đại $T_M = 6000$ h, hệ số tiêu chuẩn và khấu hao $p = 0,164$. Giá thành tổn thất điện năng $c_{\Delta} = 500$ đ/kWh; suất thiệt hại do mất điện $g_{th} = 3000$ đ/kWh.

TÍNH TOÁN VỀ ĐIỆN

6.1 Khái niệm chung

Tính toán về điện là xác định thông số chế độ của lưới điện.

Tính toán về điện bao gồm việc tính các loại tổn thất trong hệ thống cung cấp điện như tổn thất công suất, tổn thất điện năng tổn thất điện áp cũng như các tính toán về phân bố công suất trong mạng kín, lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp, tính toán các chế độ vận hành... Do đó tính toán điện đóng vai trò quan trọng trong thiết kế và vận hành hệ thống cung cấp điện của xí nghiệp.

Để đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật của hệ thống cung cấp điện, để xác định tổng phụ tải, chọn các phần tử của mạng điện và thiết bị điện, xác định phương án bù công suất phản kháng, biện pháp điều chỉnh điện áp nhằm nâng cao chất lượng điện, chúng ta phải căn cứ vào các số liệu tính toán của phần này.

Tùy mục đích sử dụng mà việc tính toán về điện đòi hỏi độ chính xác khác nhau. Để tính toán được chính xác ta cần có và xử lý các dữ kiện ban đầu cho tốt, chú ý đến các yếu tố ảnh hưởng đến các dữ kiện.

Để khối lượng tính toán giảm bớt, ta có thể sử dụng các biểu đồ, bảng tính sẵn trong các sách tra cứu kỹ thuật. Khi sử dụng cần chú ý tìm hiểu kỹ xem chúng được xây dựng trên cơ sở nào để vận dụng cho thích hợp.

6.2 Tổn thất công suất trong mạng điện

Thành lập sơ đồ thay thế lưới điện là giai đoạn đầu tiên của công việc tính toán về điện. Thành lập sơ đồ thay thế của một lưới điện bất kỳ, gồm có: lựa chọn sơ đồ thay thế cho mỗi phần tử của lưới điện và tính toán các thông số của chúng, sau đó lắp các sơ đồ thay thế của từng phần tử theo đúng trình tự mà các phần tử được nối với nhau trong lưới và quy đổi tất cả các thông số của sơ đồ thay thế về cùng một cấp điện áp.

6.2.1. Điện dẫn và dung dẫn của đường dây:

Điện dẫn là thông số phản ánh hiện tượng tổn thất công suất tác dụng trong sứ và điện môi. Phần công suất tổn thất trong sứ của đường dây trên không ở mọi cấp điện áp đều rất nhỏ và thường không tính đến. Đối với đường dây 110KV và lớn hơn, trong những điều kiện xác định có thể xuất hiện vầng quang điện. Sở dĩ có hiện tượng này là do cường độ điện trường trên bề mặt dây dẫn đủ lớn làm ion hóa mạnh lớp không khí bao quanh gây nên hiện tượng phóng điện ion.

Vầng quang điện tạo nên hậu quả sau:

- Tổn thất đáng kể điện năng, đặc biệt ở những vùng có khí hậu ẩm và làm oxy hóa mạnh bề mặt dây dẫn.

Điện dẫn đường dây được xác định theo tổn thất công suất tác dụng

$$G = \frac{\Delta G_{\text{vầng quang}}}{U^2}$$

Ở đây $\Delta P_{\text{vầng quang}}$ là tổn thất vầng quang điện xác định theo công thức kinh nghiệm.

Đối với đường dây cáp, không cần xét đến điện dẫn.

Khi có dòng điện xoay chiều chạy qua dây dẫn thì giữa dây dẫn các pha với nhau và giữa chúng với đất sẽ xuất hiện trường tĩnh điện. Dưới tác dụng của trường tĩnh điện, ở trong chất điện môi bao quanh dây dẫn xuất hiện dòng điện chuyển dịch (còn được gọi là dòng điện nạp của đường dây), có tính chất điện dung, nó vượt trước 90° so với điện áp pha. Trị số dòng điện chuyển dịch này tùy thuộc vào điện áp và dung dẫn của đường dây:

$$I_c = U_p b_0 I = U_p . B \quad (6-1)$$

Ở đây U_p - điện áp pha của đường dây

I - chiều dài đường dây

b_0 - dung dẫn trên 1 km đường dây

B - dung dẫn đường dây

Trong tính toán kỹ thuật, b_0 xác định theo công thức sau:

$$b_0 = \frac{7,58}{\log_{10} \frac{D_{tb}}{R}} . 10^{-6} , [1/\Omega km] \quad (6-2)$$

Nếu là đường dây có dây dẫn phân nhỏ, thì trị số R trong công thức trên được thay bằng R_{dt} , với:

$$R_{dt} = \sqrt[n]{R . a_{tb}^{n-1}} \quad (6-3)$$

R_{dt} - Bán kính đẳng trị của các dây dẫn trong một pha.

n - số dây dẫn trong một pha.

a_{tb} - khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn không một pha.

R - bán kính thực của mỗi dây phân nhỏ.

Công suất phản kháng xuất hiện trên đường dây còn gọi là công suất phản kháng do đường dây sinh ra bằng:

$$Q_c = 3I_c U_p = 3U_p^2 b_0 I = U^2 . B$$

Ở đây U là điện áp dây; U_p - điện áp pha.

Rõ ràng, Q_c phụ thuộc chủ yếu vào điện áp của đường dây:

Đối với đường dây ≤ 35 KV thì Q_c rất bé.

Đối với 100 km đường dây 110 KV có $Q_c \approx 3$ MVAR và với 100 km đường dây 220KV thì $Q_c \approx 13$ MVAR. Dòng điện điện dung của đường dây cáp lớn hơn đường dây trên không. Do vậy nên khi dùng cáp điện áp từ 20KV trở lên, ta phải xét đến dung dẫn trên sơ đồ thay thế.

6.2.2. Sơ đồ thay thế của đường dây:

Các thông số của đường dây: điện trở, điện kháng, điện dẫn và dung dẫn hầu như phân bố đều dọc theo đường dây.

Trong tính toán thực tế với sai số cho phép, đối với những đường dây không dài lắm (đường dây trên không đến 300km và đường dây cáp đến 50km) có thể dùng các

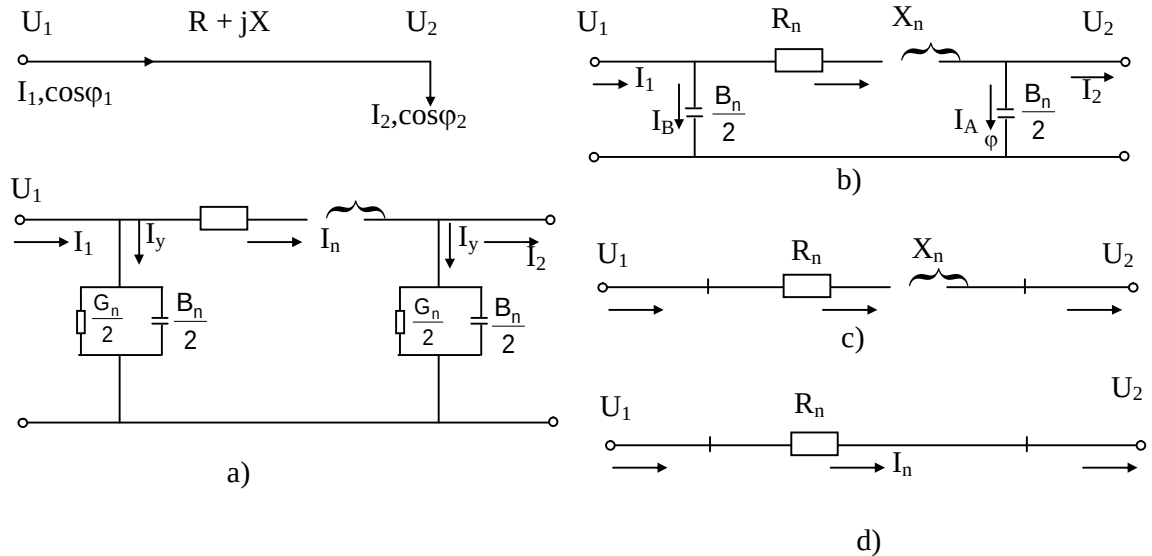
thông số tập trung. Tiện lợi nhất là dùng sơ đồ thay thế hình Π , gồm có tổng trở tập trung Z , ($Z = R + jX$) và tổng dẫn $Y/2$ đặt ở hai đầu $\left(\frac{Y}{2} = \frac{G}{2} + j \frac{B}{2} \right)$.

Tổng trở của sơ đồ thay thế Z thể hiện sự có mặt của điện trở R và điện cảm kháng X ; tổng dẫn Y thể hiện sự có mặt của dòng điện thành phần tác dụng do tổn thất công suất rò qua sứ và tổn thất vầng quang điện (điện dẫn tác dụng G), đồng thời cũng thể hiện sự có mặt của dòng điện thành phần phản kháng do điện dung giữa dây dẫn các pha và đất sinh ra (dung dẫn B). Điện dẫn G trong sơ đồ thay thế có thể bỏ qua như (hình 6-1b) vì:

- Điện dẫn gây bởi tổn thất trong sứ cách điện và trong điện môi rất nhỏ.
- Tổn thất công suất tác dụng do vầng quang thực tế chỉ xảy ra ở đường dây trên không điện áp $> 220\text{KV}$.

Sơ đồ thay thế đường dây mạng điện địa phương có thể bỏ qua tổng dẫn như ở (hình 6-1c).

Riêng đối với đường dây cấp $6 \div 10\text{KV}$ và thấp hơn, vì trị số điện cảm kháng rất bé nên thường bỏ qua, sơ đồ thay thế rất đơn giản, chỉ là thuần trở (hình 6-1d). Đối với đường dây mạng điện một chiều, cần chú ý $x_0 = \omega L_0 = 0$ và $b_0 = \omega C_0 = 0$, do đó sơ đồ thay thế cũng thuần trở như hình 6-1d.



Hình 6-1: Sơ đồ thay thế đường dây

Vậy tham số của sơ đồ thay thế đường dây tải điện có chiều dài 300km trở lại (đối với đường dây cấp 50km trở lại) ta xác định theo biểu thức:

$$Z = R + jX = (r_0 + jx_0)l \quad (6-4)$$

$$Y = G + jB = (g_0 + jb_0)l$$

Ở đây:

r_0 và x_0 - điện trở và điện cảm kháng của dây dẫn trên một đơn vị chiều dài (km)

g_0 và b_0 - điện trở và dung dẫn của dây dẫn trên một đơn vị chiều dài (km).

Điện trở r_0 có thể tra theo các bảng cho sẵn ứng với nhiệt độ $+20^{\circ}\text{C}$. Khi dùng ở nhiệt độ $\theta \neq 20^{\circ}\text{C}$ thì cần xác định lại điện trở theo công thức:

$$r_0 = r_0 [1 + \alpha (\theta - 20)] \quad (6-5)$$

α - hệ số nhiệt độ của điện trở, với đồng, nhôm và nhôm lõi thép ta có $\alpha = 0,004$. Cũng có thể xác định trị số gần đúng của điện trở theo công thức:

$$r_0 = \frac{r}{F} = \frac{1000}{g.F}, \frac{\Omega}{\text{km}} \quad (6-6)$$

Ở đây:

ρ - điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn, $\Omega \text{ mm}^2/\text{km}$.

ρ đối với nhôm là $\rho_{\text{Al}} = 31,5 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$.

ρ đối với đồng $\rho_{\text{Cu}} = 18,8 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$.

γ - điện dẫn suất, $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$

$\gamma_{\text{Al}} = 31,7 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$; $\gamma_{\text{Cu}} = 53 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$.

F - tiết diện phần dẫn điện của dây dẫn, mm^2 .

Khi tải dòng điện xoay chiều ba pha, xung quanh dây dẫn xuất hiện một từ trường. Lực điện động xuất hiện trong mỗi dây dẫn do từ trường tất cả các pha gây ra, phụ thuộc vào khoảng cách tương hỗ giữa các dây. Trên sơ đồ thay thế mạng điện, hiện tượng tản từ được thể hiện qua thông số điện cảm kháng. Điện cảm kháng phụ thuộc vào khoảng cách tương hỗ giữa các dây dẫn. Nếu dây dẫn đặt trên ba đỉnh của một tam giác đều thì điện cảm kháng của dây dẫn các pha bằng nhau; nếu chúng nằm trên mặt phẳng ngang thì điện cảm kháng các pha sẽ khác nhau, do vậy để chúng có trị số bằng nhau, ta cần hoán vị dây dẫn. Giá trị của điện cảm kháng trên 1 km của một pha đường dây tương ứng với khoảng cách trung bình hình học (D_{tb}) giữa các dây dẫn được tra bảng $x_0 = f(F, D_{tb})$ hay tính theo biểu thức sau:

$$x_0 = 0,1445 \log_{10} \frac{\tilde{N}_{tb}}{R} + 0,0157, \frac{\Omega}{\text{km}} \quad (6-7)$$

Ở đây R - bán kính dây dẫn, [mm]

- D_{tb} - khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn được tính theo:

$$D_{tb} = \sqrt[3]{D_{12} D_{13} D_{23}}$$

Đơn vị mm.

Nếu dây dẫn đặt trên 3 đỉnh tam giác đều, cạnh D thì:

$$D_{12} = D_{13} = D_{23} = D = D_{tb}$$

Nếu dây dẫn đặt nằm ngang thì:

$$D_{12} = D_{23} = D \text{ và } D_{13} = 2D; \text{ Do vậy } D_{tb} = \sqrt[3]{2D^3} = 1,26D$$

Các công thức trên thành lập cho dây dẫn bằng đồng, nhôm và lõi thép là các loại dây dùng phổ biến trên đường dây tải điện. Nếu dùng dây dẫn bằng thép thì chú ý

là điện trở và điện cảm kháng còn phụ thuộc vào dòng điện trong dây, do vậy nên r_0 và x_0 của dây thép được lấy theo trị số thực nghiệm của nhà máy cho ở bảng cho sẵn.

Đối với đường dây cao áp từ 330 KV trở lên, dây dẫn mỗi pha thường được phân nhỏ nhằm giảm điện kháng. Thông thường với đường dây 350KV được phân làm ba, và với đường dây 750KV phân làm bốn.

Việc phân nhỏ dây dẫn làm tăng bán kính của nó và do đó làm giảm điện cảm kháng đường dây.

Khi đó:

$$x_0 = 0,1445 \log_{10} \frac{D_{tb}}{R_{dt}} + \frac{0,0157}{n} \quad (6-8)$$

Ở đây n - số dây dẫn trong một pha.

R_{dt} - bán kính đẳng trị của các dây dẫn trong 1 pha:

$$R_{dt} = \sqrt[n]{R \cdot a_{tb}^{n-1}}$$

a_{tb} - khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn trong một pha.

R - bán kính thực của mỗi dây dẫn phân nhỏ, thực tế cho ta thấy: khi mỗi pha phân làm 2 dây thì cảm kháng đường dây giảm xuống khoảng 15 ÷ 20%, khi phân làm ba dây thì giảm xuống 25 ÷ 30%.

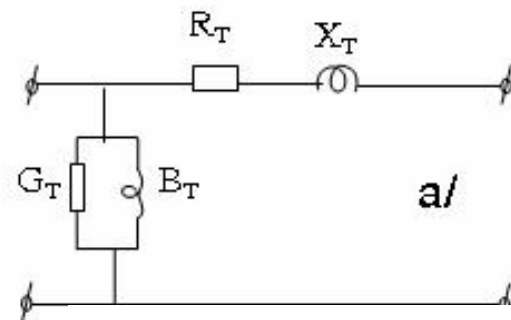
6.2.3. Các thông số và sơ đồ thay thế máy biến áp hai cuộn dây.

Máy biến áp ba pha hai cuộn dây quấn là loại dùng phổ biến trong hệ thống cung cấp điện. Khi tính toán nó, ta dùng sơ đồ thay thế hình Γ (hình 6-2) với bốn thông số đặc trưng cho quá trình tải điện qua nó: điện trở R_T , điện cảm kháng X_T , điện dẫn G_T và cảm dẫn B_T . Ở đây: $R_T = R_1 + R'_2$

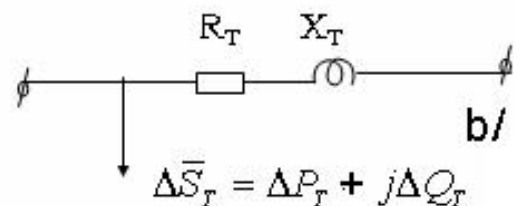
$$X_T = X_1 + X'_2$$

R'_2 và X'_2 là điện trở và điện cảm kháng của cuộn dây thứ cấp 2 đã quy đổi về cuộn sơ cấp 1.

Tổng trở của máy biến áp là $Z_T = R_T + jX_T$ phản ánh hiện tượng tổn thất công suất phản kháng do tản từ trong hai cuộn dây. Tổng dẫn $Y_T = G_T + jB_T$ phản ánh hiện tượng tổn thất công suất trong lõi thép máy biến áp: Hình 6.2: Các thông số của máy biến áp có thể tính theo các số liệu của máy phát nóng do dòng Foucault và tổn hao gây từ. Tổn thất trong lõi thép hầu như không phụ thuộc vào tải của máy biến áp và bằng lúc không tải. Do vậy, trong tính toán người ta dùng sơ đồ hình 6-2b.



Hình 6.2 Sơ đồ hình G



Các thông số của máy biến áp có thể tính theo các số liệu của máy hình 6.2

biến áp sau: tổn thất ngắn mạch ΔP_k , tổn thất không tải ΔP_0 , điện áp ngắn mạch $U_k\%$, dòng điện không tải $I\%$. Các số liệu này là kết quả của thí nghiệm ngắn mạch và thí nghiệm không tải.

* Tính điện trở và điện kháng của máy biến áp:

- Ta có $\Delta P_k = 3I_{\text{nm}}^2 R_T = S_{\text{nm}}^2 \cdot R_T$

$$R_T = \frac{\Delta P_k \cdot U_{\text{nm}}^2}{S_{\text{nm}}^2}$$

Do đó:

Tính với đơn vị thường dùng ta có:

$$R_T = \frac{\Delta P_k [KW] \cdot U_{\text{nm}}^2 [KV^2]}{S_{\text{nm}}^2 [KVA^2]} \cdot 10^3; [\Omega] \quad (6-9)$$

- Đối với máy biến áp, ta có $R_T \ll X_T$, tức là có thể bỏ qua điện áp rơi trên R_T , do vậy:

$$U_k \% = \frac{I_{\text{nm}} \cdot X_T}{U_{\text{nm}} / \sqrt{3}} \cdot 100$$

$$\text{Do đó: } X_T = \frac{U_k \% \cdot U_{\text{nm}}^2 [KV^2] \cdot 10}{S_{\text{nm}} [KVA]}; [\Omega] \quad (6-10)$$

Ở đây: S_{dm} - dung lượng định mức của máy biến áp, [KVA].

U_{dm} - điện áp định mức của máy biến áp, [KV].

ΔP_k - tổn thất ngắn mạch của máy biến áp, [KW].

$U_k\%$ - trị số tương đối của điện áp ngắn mạch của máy biến áp.

* Tính điện dẫn G_T và cảm dẫn B_T của máy biến áp:

- Một cách gần đúng ta có: $\Delta P_0 \approx U_{\text{nm}}^2 \cdot G_T$

$$\Delta Q_0 \approx U_{\text{nm}}^2 \cdot B_T$$

$$G_T = \frac{\Delta P_0}{U_{\text{nm}}^2} \text{ và } B_T = \frac{\Delta Q_0}{U_{\text{nm}}^2} \quad (6.11)$$

Tổn thất không tải ΔP_0 cho ở lý lịch máy, do vậy ta hãy tìm ΔQ_0 để xác định G_T và B_T . Chú ý $\Delta Q_0 \gg \Delta P_0$ nên:

$$S_0 = \sqrt{3} I_p U_{\text{nm}} \approx \Delta Q_0$$

Thí nghiệm cho ta:

$$I^0 \% = \frac{I_0}{I_{\text{nm}}} 100 = \frac{\sqrt{3} \cdot I_0 \cdot U_{\text{nm}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{nm}} \cdot U_{\text{nm}}} 100 = \frac{S_0}{S_{\text{nm}}} 100$$

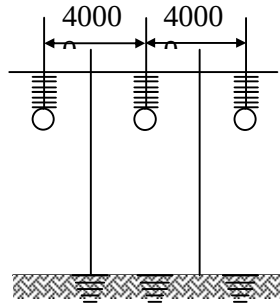
$$I_0 \% \approx \frac{\Delta Q_0}{S_{\text{r\`{m}}}} 100; \quad \text{Do đó: } \Delta Q_0 \approx \frac{I_0 \% \cdot S_{\text{r\`{m}}}}{100}; [\text{KVAR}] \quad (6-12)$$

Ví dụ 6.1:

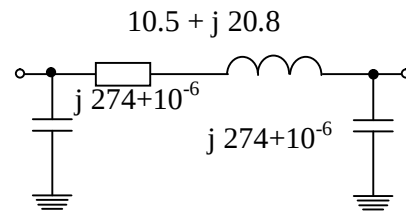
Hãy xác định thông số của sơ đồ thay thế đường dây 110KV được mắc trên cột điện như hình 6-5a.

Dây dẫn AC-150 và có $D_{12} = D_{23} = D = 4\text{m}$.

Đường dây dài 100 km, mắc kép hai dây.



Hình 6.3a: sơ đồ đường dây



Hình 6.3b: sơ đồ thay thế

Bài giải:

Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn:

$$D_{\text{tb}} = 1,26D = 1,26 \times 4 = 5,04\text{m}$$

Tra sổ tay với $D_{\text{tb}} = 5,04$ và AC -150, ta có:

$$r_0 = 0,21; \Omega/\text{km} \quad ; \quad x_0 = 0,416; \Omega/\text{km}$$

$$b_0 = 2,74 \cdot 10^{-6} 1/\Omega/\text{km}$$

Đối với chiều dài 100km; mắc kép hai dây:

$$R = \frac{r_0}{2} \cdot l = \frac{0,21}{2} \cdot 100 = 10,5\Omega$$

$$X = \frac{x_0}{2} \cdot l = \frac{0,416}{2} \cdot 100 = 20,8\Omega$$

$$B/2 = 0,5 \times 2 \times 2,74 \times 10^{-6} = 6,6 \text{ MVAR}$$

Sơ đồ thay thế tương đương với các thông số ghi trên hình 6.3b.

6.3. Tổn thất điện năng trong mạng điện:

Khi truyền tải điện năng từ nguồn đến hộ tiêu thụ thì mỗi phần tử của mạng điện do có tổng trở nên đều gây tổn thất công suất và điện áp.

Tổn thất công suất gây tình trạng thiếu hụt điện năng tại nơi tiêu thụ, làm tăng giá thành truyền tải điện và đưa đến hiệu quả kinh tế kém.

Tổn thất điện áp tạo nên điện áp tại các hộ tiêu thụ bị giảm thấp quá, ảnh hưởng đến chất lượng điện.

6.3.1. Tổn thất công suất trên đường dây:

Để xác định tổn thất công suất trên đường dây, ta dùng sơ đồ thay thế hình Π và đối với mạng điện khu vực với điện áp 110KV - 220 KV cho phép bỏ qua thông số điện dẫn G. Khi đó ta có: hình 6-4a.

Từ đây ta có:

$$S'' = P'' + jQ'' = P_2 + jQ_2 - jQ_{c2}$$

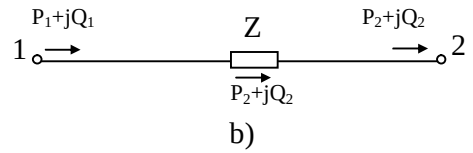
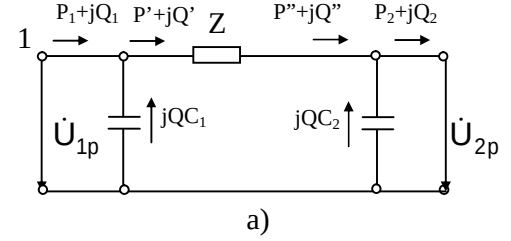
Ở đây:

$$Q_{c2} = \sqrt{3} \cdot I_{c2} \cdot U_2 = U_2^2 \frac{B}{2} \approx U_{\text{h\`m}}^2 \frac{B}{2}$$

Ta biết : khi có dòng điện ba pha chạy qua $Z = R + jX$, thì tổn thất công suất tác dụng và phản kháng là:

$$\Delta P = 3I^2 R = \frac{S^2}{U^2} \cdot R$$

$$\Delta Q = 3I^2 X = \frac{S^2}{U^2} \cdot X$$



Hình 6.4: Sơ đồ thay thế hình Π

Do vậy tổn thất công suất ở đường dây có sơ đồ thay thế hình Π (hình 6-4a) là:

$$\begin{cases} \Delta P = \frac{(P'')^2 + (Q'')^2}{U_2^2} \cdot R \\ \Delta Q = \frac{(P'')^2 + (Q'')^2}{U_2^2} \cdot X \end{cases}$$

(6-13)

$$\text{Vậy } S' = S'' + \Delta S = (P'' + \Delta P) + j(Q'' + \Delta Q) = P' + jQ'$$

$$S = S' - jQ_{c1} = P_1 + jQ_1 = P' + jQ' = jQ_{c1}$$

$$Q_{c1} = \sqrt{3} \cdot I_{c1} \cdot U_1 = U_1^2 \frac{B}{2} = U_{\text{h\`m}}^2 \frac{B}{2}$$

Đối với đường dây địa phương ta có thể bỏ qua tổng dẫn, lúc đó ta sẽ được hình 6.4b, khi đó ta xác định tổn thất công suất theo công suất tải:

$$P_2 + jQ_2$$

$$\Delta P = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{\text{h\`m}}^2} \cdot R$$

(6-14)

$$\Delta Q = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{\text{h\`m}}^2} \cdot X$$

Nếu đường dây phân phối có phụ tải đều (như đường dây chiếu sáng ngoài đường) thì ta sẽ tìm được (hình 6.5):

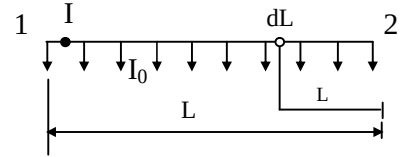
- Tổn thất công suất trong một vi phân dl ở tại cách điểm cuối chiều dài l là:

$$d\Delta P = 3(I_0 l)^2 + 3(I_0)l^2 \cdot r_0 dl$$

$$\text{Với } I_0 = \frac{I}{L}$$

$$\Delta P = 3 \int_0^L (I_0 l)^2 r_0 dl = 3 I_0^2 r_0 \frac{L^3}{3}$$

$$\Delta P = (I_0 L)^2 \cdot L^2 R.$$



Hình 6-5: Phụ tải đều

Rõ ràng tổn thất công suất trên đường dây có phụ tải phân bố đều, bé hơn 3 lần tổn thất trên đường dây có cùng phụ tải nhưng tập trung ở cuối đường dây (khi phụ tải tập trung cuối đường dây $\Delta P_{dd} = 3I^2 R$).

Hiệu suất tải điện của đường dây:

$$\eta\% = \frac{P_2}{P_1} 100 = \frac{P_1 - \Delta}{P_1} 100 = (1 - \frac{\Delta P}{P_1}) 100$$

Chú ý: ở công thức (6-13)

ΔP - tính MW; ΔQ tính MVAR; $S_2 = P_2 + jQ_2$, [MVA], R, X tính bằng Ω ; U_{dm} tính bằng [KV].

6.3.2. Tổn thất công suất trong máy biến áp:

Tổn thất công suất trong máy biến áp bao gồm tổn thất không tải (tổn thất trong lõi thép hay tổn thất sắt) và tổn thất có tải (tổn thất trong dây quấn hay tổn thất đồng).

- Thành phần tổn thất trong lõi thép không thay đổi khi phụ tải thay đổi và bằng tổn thất không tải.

$$\Delta S_0 = \Delta P_0 + j\Delta Q_0 \quad (6-15)$$

$$\text{Với } \Delta Q_0 = \frac{I_0 \% S_{\text{nhm}}}{100} \quad \text{ta có: } \Delta S_0 = \Delta P_0 + j \frac{I_0 \% \cdot S_{\text{nhm}}}{100}$$

Đối với máy biến áp hai cuộn dây, tổn thất công suất tác dụng như trong các cuộn dây khi tải định mức bằng tổn thất ngắn mạch.

$$\Delta P_{\text{cuộn dây định mức}} = \Delta P_K$$

Tổn thất công suất phản kháng trong các cuộn dây, nếu để ý đến $R_T \ll X_T$ thì ta xác định như sau:

$$\Delta Q_{\text{cuộn dây, ngắn mạch}} = \frac{U_k \% \cdot S_{\text{nhm}}}{100} = \Delta Q_K$$

Vì máy biến áp làm việc với phụ tải S_{pt} khác với dung lượng định mức nên khi xác định tổn thất trong máy biến áp cần chú ý xét đến hệ số $k_{\text{tải}} \left(= \frac{S_{pt}}{S_{\text{nhm}}} = \frac{I_{pt}}{I_{\text{nhm}}} \right)$

Khi đó, tổn thất trong các cuộn dây sẽ là:

$$\Delta S_{\text{cuonday}} = k_t^2 \Delta P_K + j k_t^2 \cdot \frac{U_k \% \cdot S_{\text{ñm}}}{100}$$

Do vậy, tổn thất trong máy biến áp khi phụ tải bất kỳ (S_{pt}) sẽ xác định theo công thức sau:

$$\Delta \dot{S}_T = (\Delta P_0 + k_t^2 \Delta P_K) + j(I_0 \% + k_t^2 U_K \%) \frac{S_{\text{ñm}}}{100} \quad (6-16)$$

$$\text{Vậy} \quad \Delta \dot{S}_T = \Delta P_T + j \Delta Q_T \quad (6-17)$$

$$\text{Với:} \quad \begin{cases} \Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_K \left(\frac{S_{\text{pt}}}{S_{\text{ñm}}} \right)^2 \\ \Delta Q_T = \Delta Q_0 + \Delta Q_K \left(\frac{S_{\text{pt}}}{S_{\text{ñm}}} \right)^2 \\ k_t = \frac{S_{\text{pt}}}{S_{\text{ñm}}} = \frac{I_{\text{p.tai}}}{I_{\text{ñm}}} \end{cases} \quad (6-18)$$

* Đối với máy biến áp ba cuộn dây và máy biến áp tự ngẫu:

Ta xác định tổn thất như sau:

Trước hết ta tính tổn thất công suất trong cuộn dây 2 và 3 theo phụ tải tương ứng trung và hạ áp (hình 6-9)

$$\Delta \dot{S}_3 = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_3'} \cdot R_3' + j \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_3'} \cdot X_3' \quad (6-19a)$$

$$\Delta \dot{S}_2 = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2'} \cdot R_2' + j \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2'} \cdot X_2' \quad (6-19b)$$

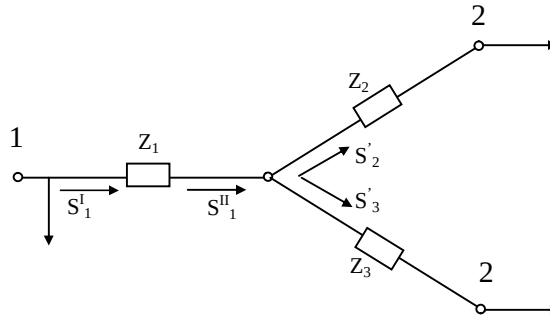
Ở đây U_2' , U_3' , X_2' , X_3' , R_2' các điện áp và tổng trở tương ứng đã qui đổi về điện áp cuộn 1.

Công suất:

$$S''_1 = S'_2 + S'_3 = S_2 + S_3 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = P''_1 + jQ''_1$$

Tổn thất công suất trong cuộn 1:

$$\Delta S_1 = \frac{(P''_1)^2 + (Q''_1)^2}{U_1^2} R_1 + j \frac{(P''_1)^2 + (Q''_1)^2}{U_1^2} \cdot X_1 \quad (6-19c)$$



Hình 6-6: Tổn thất công suất

Bài toán này có thể tính theo công thức 6-18 cũng ra đáp số như trên.

* Trong trường hợp tính toán sơ bộ ta có thể dùng công thức gần đúng để tính tổn thất: ΔP_T và ΔQ_T :

$$\Delta P_T = (0,02 \div 0,025) S_{dm}$$

$$\Delta Q_T = (0,105 \div 0,125) S_{dm}$$

Các công thức này được dùng cho các máy biến áp phân xưởng có

$$S_{dm} \leq 1000KVA; I_0\% = 5 \div 7\% \text{ và } U_K\% = 5,5)$$

6.3.3. Tổn thất điện năng trên đường dây và có máy biến áp:

1. Xác định thời gian sử dụng công suất lớn nhất T_{max} và thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất T .

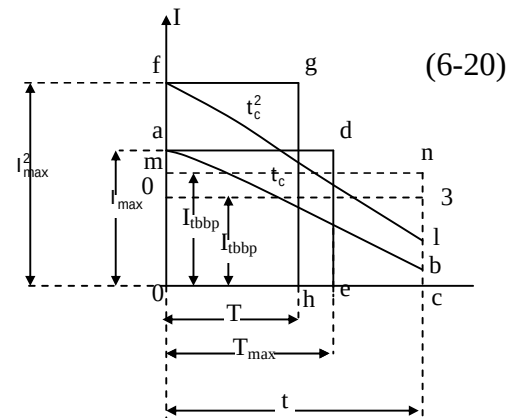
Điện năng tiêu thụ phụ thuộc vào phụ tải và thời gian vận hành. So ng trong quá trình vận hành, phụ tải luôn luôn biến đổi, vì vậy để thuận tiện trong quá trình tính toán người ta giả thuyết phụ tải luôn luôn không thay đổi và bằng phụ tải lớn nhất. Do vậy thời gian dùng điện lúc này là thời gian tương đương về phương diện tiêu thụ điện năng.

Với giả thiết như trên thì thời gian dùng điện ở phụ tải lớn nhất này (thường lấy bằng phụ tải tính toán) được gọi là thời gian sử dụng công suất lớn nhất, ký hiệu là T_{max} .

Từ đồ thị vẽ đường cong phụ tải hình 6.7, ta định nghĩa được:

$$T_{max} \cdot I_{max} = \int_0^{t=8760} I(t) \cdot dt.$$

$$\text{Vậy: } T_{max} = \frac{\int_0^{t=8760} I(t) dt}{I_{max}}$$



Hình 6-7: đường cong phụ tải

Vậy: Nếu giả thiết rằng ta luôn sử dụng phụ tải lớn nhất (và không đổi) thì thời gian cần thiết $T_{\max}$ để cho phụ tải đó tiêu thụ một lượng điện năng bằng lượng điện năng do phụ tải thực tế (biến thiên) tiêu thụ trong một năm làm việc được gọi là thời gian sử dụng công suất lớn nhất.

Đối với các xí nghiệp làm việc một ca $T_{\max} = 1500 \div 2000h$; làm việc hai ca: $T_{\max} = 3000 \div 4500h$, làm việc 3 ca $T_{\max} = 5000 \div 7000h$. Giá trị lớn của $T_{\max}$ thường ứng với các xí nghiệp có đồ thị phụ tải hàng năm tương đối bằng phẳng.

+ Thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất τ là thời gian nếu trong đó mạng điện luôn luôn mang tải lớn nhất sẽ gây ra một tổn thất điện năng đúng bằng tổn thất điện năng thực tế trên mạng điện trong một năm.

Cũng từ đồ thị hình 6-10a, ta định nghĩa được:

$$\tau = \frac{\int_0^{t=8760} I_{(t)}^2 dt}{I_{\max}^2} \quad (6-21)$$

Từ τ , ta có thể xác định dòng điện trung bình bình phương I_{tbbp} . Từ hình 6-10, ta cũng xác định được giá trị của I_{tbbp} như sau:

$$\int_0^{t=8760} I_{(t)}^2 dt = I_{\text{tbbp}}^2 \cdot t \rightarrow \quad (6-22)$$

$$\text{Do đó: } I_{\text{tbbp}} = \sqrt{\frac{\int_0^{t=8760} I_{(t)}^2 dt}{t = 8760}}$$

Từ (6-20) và (6-21) ta có thể tìm được:

$$I_{\max}^2 \cdot \tau = I_{\text{tbbp}}^2 \cdot t$$

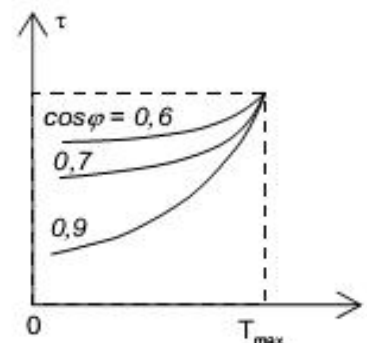
$$\frac{\tau}{t} = \frac{I_{\text{tbbp}}^2}{I_{\max}^2} \quad \text{Vậy } I_{\text{tbbp}} = I_{\max} \sqrt{\frac{\tau}{t}} = I_{\max} \sqrt{\frac{\tau}{8760}} \quad (6-23)$$

Trị số τ có thể xác định theo đồ thị qh $\tau = f(T_{\max}, \cos \varphi)$ (hình 6-10b) và cũng có thể xác định theo công thức kinh nghiệm của Kezevits sau:

$$\tau = (0,24 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760, \quad (6-24)$$

Nếu cho rằng mỗi năm làm việc 300 ngày thì thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất τ đối với lưới cung cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp có thể thừa nhận giá trị sau:

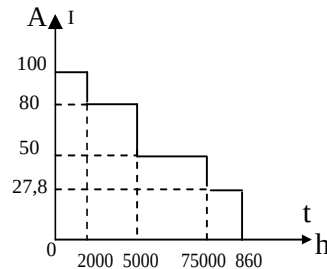
- Khi làm việc một ca: $\tau = 1500 \div 2000h$



Hình 6-8 Đường cong biểu diễn quan hệ $\tau = f(T_{\max}, \cos \varphi)$

- Khi làm việc hai ca: $\tau = 2500 \div 3500\text{h}$
- Khi làm việc ba ca: $\tau = 4000 \div 5000\text{h}$.

Ví dụ 6.2: Hãy xác định $T_{\max}$, τ và I_{tbbp} tương ứng với phụ tải hình 6-9.



Hình 6-9: phụ tải

$$T_{\max} = \frac{\int_0^{t=8760} I(t) dt}{I_{\max}} = \frac{100 \cdot 2000 + 80 \cdot 3000 + 50 \cdot 2500 + 27,8 \cdot 1260}{100} = 6000\text{h}$$

$$\tau = \frac{\int_0^{t=8760} I(t)^2 dt}{I_{\max}^2} = \frac{100^2 \cdot 2000 + 80^2 \cdot 3000 + 50^2 \cdot 2500 + 27,8^2 \cdot 1260}{100^2} = 4650\text{h}$$

$$I_{\text{tbbp}} = I_{\max} \sqrt{\frac{\tau}{t}} = 100 \sqrt{\frac{4650}{8760}} = 73,5\text{A}$$

2. Tổn thất điện năng trên đường dây và trong máy biến áp:

a/. Trên đường dây:

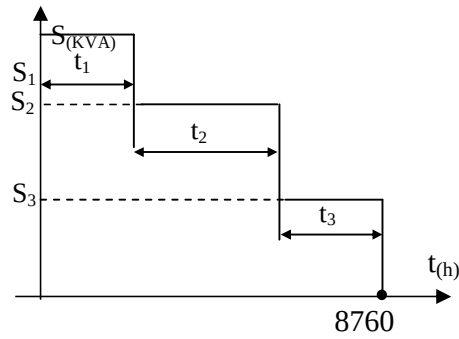
Tổn thất điện năng được xác định như sau:

$$\Delta A_{\text{dd}} = \Delta P_{\text{dd}} \cdot \tau. [\text{KWh}] \quad (6-25)$$

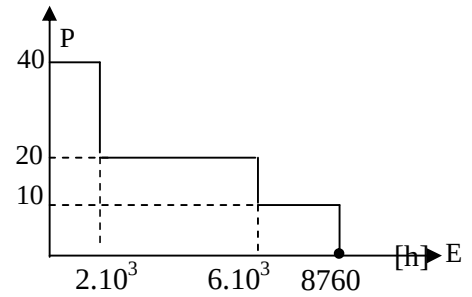
Ở đây: ΔP_{dd} - tổn thất công suất lớn nhất trên đường dây với phụ tải tính toán.

τ - Thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất.

Ví dụ 6.3 Một trạm hạ áp đặt hai máy biến áp 110/11KV, dung lượng 31.500 KVA cung cấp cho phụ tải có đồ thị như hình 6-9. Khi phụ tải có giá trị từ 50% trị số lớn nhất trở xuống, chỉ cho một máy làm việc. Biết rằng $\cos \varphi = 0,8$ không thay đổi suốt năm. Hãy xác định tổn thất điện năng trong một năm của trạm:



Hình 6-10: Một trạm hạ áp



Hình 6-11: Một trạm hạ áp

Bài giải:

Máy biến áp 110/11KV, $S_{dm} = 31,5MVA$ có các số liệu sau: $\Delta P_k = 200KW$; $\Delta P_0 = 86KW$, $U_k \% = 10,5\%$ và $10,5\%$ và $I_0 \% = 2,7\%$.

Với giả thiết vận hành đã cho ở bài toán ta sẽ có:

Khi phụ tải $P_1 = 40 MW$, ta sẽ vận hành 2 máy trong $t_1 = 2000h$

Khi phụ tải $P_2 = 20 MW$, ta sẽ vận hành 1 máy trong $t_2 = 4000h$.

Khi phụ tải $P_3 = 10MW$, ta sẽ vận hành 1 máy trong $t_3 = 2760h$.

Vậy tổng tổn thất điện năng ở trạm trong năm sẽ là:

$$\Delta A = \Delta P_0 \sum_{i=1}^m n_i t_i + \Delta P_k \sum_{i=1}^m \left(\frac{S_i}{S_{dm}} \right)^2 t_i = 86[(2 \times 2000) + (1 \times 6760)]$$

$$+ 200 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{40}{0,8 \cdot 31,5} \right)^2 2000 + \frac{1}{1} \left(\frac{10}{0,8 \cdot 31,5} \right)^2 2760 \right]$$

$$\Delta A = 2.021.000 KWh.$$

3. Điện năng tiêu thụ:

Điện năng tiêu thụ của xí nghiệp công nghiệp có thể xác định qua ba phương pháp sau:

a) Phương pháp suất tiêu hao điện năng cho đơn vị sản phẩm. Ta sử dụng công thức sau:

$$W = \sum W_0 A, [KWh]$$

Ở đây: W - Điện năng tiêu thụ trong một năm: tính $[KWh]$.

W_0 - suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm, đơn vị $[KWh/\text{một đơn vị sản phẩm}]$

A - Sản lượng hàng năm của xí nghiệp (tính theo đơn vị sản xuất để xác định suất tiêu hao điện năng)

b) Tính theo hệ số tiêu thụ của các loại hộ tiêu thụ khác nhau. Ta sử dụng công thức sau:

$$W = K_{\text{tiêu thụ}} \cdot T_a \cdot \sum P, [KWh].$$

Ở đây: $K_{\text{tiêu thụ}}$ - hệ số tiêu thụ, nó biểu thị hệ số tiêu thụ trong 1 giờ đối với một ki-lô-oát thiết bị đặt của loại hộ tương ứng, hệ số này cho ở bảng qua thống kê kinh nghiệm bảng (6-1): ΣP - công suất thiết bị được đặt của loại hộ tương ứng, tính bằng KW.

T_a - Số lượng giờ làm việc trong một năm của hộ tiêu thụ: tính [h]. Giá trị của T_a xác định như sau:

α) Đối với động lực: với 6 ngày làm việc trong một tuần, mỗi ca là 8 giờ thì:

- Khi làm việc một ca: $T_a = 2325h$
- Khi làm việc hai ca như nhau: $T_a = 4630h$
- Khi làm việc ba ca: $T_a = 6640h$
- Khi làm việc liên tục cả năm không bị gián đoạn thì $T_a = 8500h$.

β) Đối với chiếu sáng bên trong các phân xưởng:

- Khi làm việc một ca lấy $T_a = 800h$
- Khi làm việc hai ca $T_a = 2500h$
- Khi làm việc ba ca $T_a = 4700h$

γ) Đối với chiếu sáng bên ngoài các phân xưởng của xí nghiệp công nghiệp:

- Khi chiếu sáng suốt đêm $T_a = 3500h$.
- Khi chiếu sáng đến 12 giờ ban đêm còn sau đó chỉ để lại đèn bảo vệ rất cần thiết thì $T_a 1950h$.

Bảng 6-1: Các loại hộ tiêu thụ

Các loại hộ tiêu thụ khác nhau	Hệ số tiêu thụ $K_{\text{tiêu thụ}}$	Ghi chú
- Động cơ điện làm việc liên tục (ví dụ: thông gió, bơm, tổ động cơ - máy phát hàn liên tục ...)	0,54	
- Động cơ điện hệ thống điều hòa nhiệt độ	0,50	
- Động cơ điện của máy công cụ ở chế độ làm việc bình thường (máy tiện, phay, bào, khoan...)	0,15	
- Động cơ điện của máy công cụ ở chế độ làm việc tương đối căng thẳng (tiện tự động, tiện rơ-vôn-ve, tiện các trục, máy phay các bánh răng...)	0,18	
- Động cơ làm việc theo chế độ gián đoạn ở các cần cầu trong phân xưởng.	0,10	
- Thiết bị sưởi nóng, lò điện trở, lò điện để sấy khô...		
- Máy biến áp hàn hồ quang.	0,43	
- Đèn chiếu sáng	0,09	
	0,75	

Lưu ý, tính điện năng tiêu thụ theo hai phương pháp nêu trên dùng để tính toán sơ bộ ban đầu (dùng khi lựa chọn phương án và thiết kế sơ bộ).

c) Phương pháp tính theo phụ tải tính toán P_{tt} .

Điện năng tiêu thụ trong một năm có thể tính theo công thức

$$A = P_{tt} \cdot T_{\max} [\text{KWh}] \quad (6.26)$$

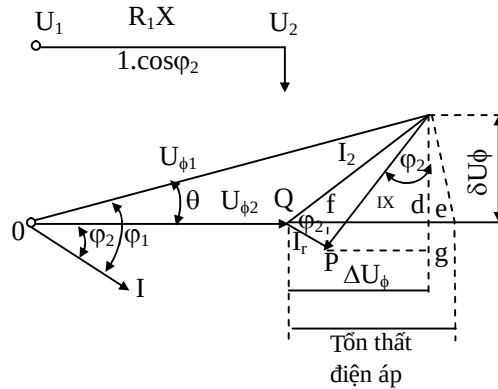
Ở đây P_{tt} - phụ tải tính toán, [KW]

$T_{\max}$ - thời gian sử dụng công suất lớn nhất, giờ, [h]

6.4. Tổn thất điện áp trong mạng điện.

Giả thiết mạng điện làm việc ở chế độ đối xứng, do đó chỉ cần nghiên cứu đối với một pha. Hình 6-12a biểu diễn một đường dây có tổng trở $Z = R + jX[\Omega]$ và phụ tải tập trung ở cuối đường dây $S = P + jQ [\text{KVA}]$. Hình 6.12b biểu diễn đồ thị vectơ điện áp của đường dây nêu trên.

Vectơ oa biểu diễn điện áp U_{p2} ở cuối đường dây. Góc φ_2 tương ứng với $\cos\varphi_2$ của phụ tải hệ tiêu thụ. Tổn thất điện áp trên đường dây sẽ xác định bằng tam giác tổn thất điện áp abc; ở đây vectơ ab trùng pha với vectơ dòng điện I và là tổn thất điện áp trên điện trở của đường dây, còn vectơ bc là tổn thất điện áp trên điện kháng của đường dây.



Hình 6.12: Biểu diễn một đường dây

Vectơ ac biểu diễn tổn thất điện áp tổng trên đường dây. Đó là hiệu của hai vectơ điện áp ở đầu và cuối đường dây, tức là:

$$\overrightarrow{\Delta U_p} = \overrightarrow{\Delta U_{p1}} - \overrightarrow{\Delta U_{p2}}$$

Đoạn ad là hình chiếu của vectơ tổng tổn thất điện áp trên trục của U_2 được gọi là thành phần tổn thất điện áp dọc.

Đối với lưới điện công nghiệp khi điện áp chỉ đến 35 KV thì góc θ giữa U_{p1} và U_{p2} rất bé; do vậy tổn thất điện áp tổng có thể lấy gần đúng bằng với thành phần tổn thất điện áp dọc này để tính toán chọn tiết diện dây dẫn.

Như vậy, một cách gần đúng về giá trị ta có:

$$\Delta U_p = ad = af + fd \text{ và } \varphi_1 \approx \varphi_2 = \varphi \text{ (vì } \theta \text{ rất bé)}$$

Ở đây, $af = IR \cos\varphi$; $IX \sin\varphi$

$$\text{Do đó: } \Delta U_p = IR \cos \varphi + IX \sin \varphi \quad (6-27)$$

Vậy tổn thất điện áp dây sẽ là:

$$\Delta U = \sqrt{3} \Delta U_p = \sqrt{3} (IR \cos \varphi + IX \sin \varphi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \left(\frac{PR}{\sqrt{3} U_{\text{rms}}} + \frac{QX}{\sqrt{3} U_{\text{rms}}} \right) = \frac{PR + QX}{U_{\text{rms}}}, [V]$$

Hay

Để dễ so sánh thường tính theo tỷ số phần trăm so với định mức c:

$$\Delta U\% = \frac{PR + QX}{U_{\text{rms}}^2} \cdot \frac{100}{1000}$$

Ở đây

- P, Q là phụ tải tác dụng và phản kháng của đường dây [KW], [KVAR].
- R, X là điện trở và điện kháng của đường dây, [Ω]
- U_{dm} - điện áp định mức tính bằng KV.

Yêu cầu: phải đảm bảo đường dây làm việc bình thường tức là: khi tính toán $\Delta U\% \leq \Delta U\%$ cho phép.

Đối với đường dây điện áp cao hơn 35KV, ta phải xét đến thành phần tổn thất điện áp ngang δU_p , giá trị bằng đoạn cd:

$$\delta U_p = cd = cg - db = cg - bf = IX \cos \varphi - IR \sin \varphi$$

Khi đó, thành phần tổn thất điện áp ngang (đối với điện áp dây là)

$$\begin{aligned} \sqrt{3} \delta U &= \sqrt{3} \delta U_p = (IX \cos \varphi - IR \sin \varphi) = \\ &= \sqrt{3} \left[\frac{PX}{\sqrt{3} U_{\text{rms}}} - \frac{QR}{\sqrt{3} U_{\text{rms}}} \right] = \frac{PX - QR}{U_{\text{rms}}} \end{aligned} \quad (6-28a)$$

$$\text{Do vậy: } \Delta U = \Delta U + j \delta U. \quad (6.28b)$$

Từ hình 6-15b, ta thấy trị số của thành phần tổn thất điện áp ngang δU xác định bằng góc xê dịch pha θ giữa điện áp ở đầu và cuối đường dây; đối với đường dây dài, điện áp truyền tải cao hơn 35KV thì thành phần tổn thất điện áp ngang sẽ tăng lên và do đó góc θ sẽ tăng.

Điện áp dây ở đầu và cuối đường dây (tính bằng KV) tro ng thực tế xác định bằng công thức sau:

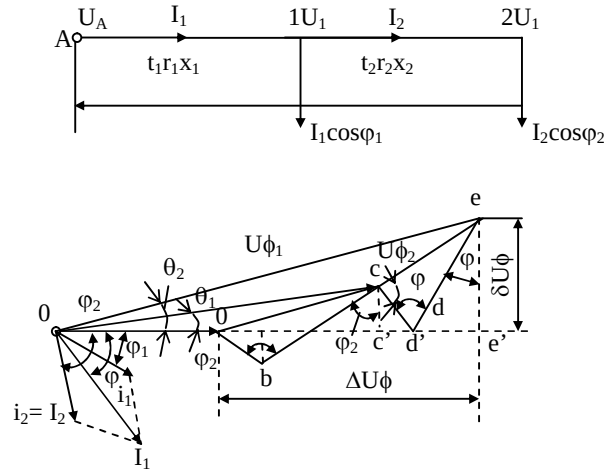
$$U_1 = \sqrt{\left[U_2 + \left(\frac{P_2 R + Q_2 X}{U_2} \right) \right]^2 + \left(\frac{P_2 Z - Q_2 R}{U_2} \right)^2} \quad (6-29)$$

$$U_2 = \sqrt{\left[U_1 + \left(\frac{P_1 R + Q_1 X}{U_1} \right) \right]^2 + \left(\frac{P_1 Z - Q_1 R}{U_1} \right)^2} \quad (6-30)$$

Ở đây, P_1, Q_1, P_2, Q_2 tương ứng với công suất ở đầu và cuối đường dây tính bằng [MW], [MVAR]; R, X điện trở của đường dây, tính bằng [Ω]

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\delta U}{U_2 + \Delta U} = \frac{\delta U_1}{U_1 - \Delta U_1} \quad (6-31)$$

6.4.1. Tổn thất điện áp trên đường dây 3 pha có nhiều phụ tải tập trung.



Hình 6-13: sơ đồ vector đối với đường dây có hai phụ tải

Hình 6-13 trình bày sơ đồ vector đối với đường dây có hai phụ tải tập trung i_1 và i_2 . Dòng điện tính toán của phần thứ nhất của lưới là I_1 là tổng hình học của dòng điện phụ tải i_1 và i_2 . Chiều của vector I_1 xác định bởi góc pha dịch chuyển φ , trên cơ sở của góc này ta xây dựng tam giác tổn thất điện áp đối với phần thứ nhất của lưới. Điện áp ở phần cuối của phần thứ hai ký hiệu là U_{p2} , còn ở cuối của phần thứ nhất ký hiệu là U_{p1} . Điện áp ở đầu tuyến đường dây của lưới điện là U_{pA} như thể hiện ở hình 6-13.

Giá trị tổn thất điện áp chung chính là tổng tổn thất điện áp ở cả hai phần. Do đó, trên cơ sở của biểu thức ta có:

$$\Delta U_p = I_2 r_2 \cos \varphi_2 + I_2 x_2 \sin \varphi_2 + I_1 r_1 \cos \varphi_1 + I_1 x_1 \sin \varphi_1 \quad (6-32)$$

Do đó, đối với đường dây có nhiều phụ tải tập trung $i_1, i_2 \dots i_n$ thì chúng ta sẽ có tổn thất điện áp trên toàn bộ đường dây của lưới điện là:

$$\Delta U = \sqrt{3} \Delta U_p = \sqrt{3} \sum_{i=1}^n (P_i r_i + Q_i X_i) = \frac{1}{U_{\text{dm}}} \sum_{i=1}^n (P_i r_i + Q_i X_i) \quad (6-33)$$

Để so sánh, ta thường tính theo trị số phần trăm so với định mức, do vậy:

$$\Delta U \% = \frac{100}{1000 U_{\text{dm}}^2} \sum_{i=1}^n (P_i r_i + Q_i X_i) \quad (6-34)$$

Ở đây - P_i, Q_i - công suất chạy trên đoạn thứ i , tính [KW], [KVAR]

r_i, x_i - điện trở và điện kháng của đoạn thứ i [Ω]

U_{dm} - điện áp dây định mức, [KV]

Nếu tính tổn thất điện áp không xuất phát từ dòng điện chạy trên các phần của đường dây ($I_1, I_2, \dots, I_n$) mà theo dòng điện phụ tải tại hộ tiêu thụ: $i_1, i_2, \dots, i_n$ thì ta sẽ được :

$$\Delta U = \sqrt{3} \sum_{i=1}^n (i_i R_i \cos \varphi_i + i_i X_i \sin \varphi_i) \quad (6-35)$$

Nếu tính theo phần trăm so với định mức, ta được:

$$\Delta U\% = \frac{100}{1000} \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}U_{\text{đm}}^2} \sum_{i=1}^n (p_i R_i + q_i X_i) = \frac{100}{1000U_{\text{đm}}^2} \sum_{i=1}^n (p_i R_i + q_i X_i) \quad (6-36)$$

Trong đó: p_i, q_i - công suất của phụ tải tại điểm thứ i , [KW], [KVAR]

$R_i X_i$ - điện trở và điện kháng của đường dây kể từ đầu nguồn đến điểm thứ i , tính bằng [Ω]

$U_{\text{đm}}$ - điện áp dây định mức của đường dây [KV].

6.4.2. Trường hợp đặc biệt:

a) Nếu trường hợp đường dây đồng nhất: tức là đường dây có các đoạn làm bằng dây dẫn cùng loại, cùng tiết diện, cùng cách lắp đặt (có r_0 và x_0 như nhau). Khi đó tổn thất điện áp trên đường dây sẽ là:

- Từ công thức (6-45) nếu tính theo phần trăm so với định mức, ta có:

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot \sqrt{3}}{U_{\text{đm}}} \sum_{i=1}^n (i_i R_i \cos \varphi_i + i_i X_i \sin \varphi_i)$$

Do r_0 và x_0 ở các đoạn như nhau nên:

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{U_{\text{đm}}} (r_0 \cos \varphi_{\text{tb}} + x_0 \sin \varphi_{\text{tb}}) \sum_{i=1}^n i_i L_i \quad (6-37)$$

Ta biết: $10^3 p_i = \sqrt{3} U_{\text{đm}} \cos \varphi_{\text{tb}} i_i$

$$\text{Do đó: } i_i = \frac{10^3 p_i}{\sqrt{3} U_{\text{đm}} \cos \varphi_{\text{tb}}}$$

Thay vào (6-47):

$$\Delta U\% = \frac{10^3 \cdot 10^2}{U_{\text{đm}}^2 \cos \varphi_{\text{tb}}} (r_0 \cos \varphi_{\text{tb}} + x_0 \sin \varphi_{\text{tb}}) \cdot \sum_{i=1}^n p_i L_i \quad (6-38)$$

Nếu r_0, x_0 - điện trở và điện kháng trên một đơn vị chiều dài của dây dẫn tính bằng Ω/km ; p_i công suất của phụ tải thứ i tính bằng KW, còn L_i chiều dài dây dẫn từ đầu nguồn đến phụ tải thứ i , tính bằng [km], $U_{\text{đm}}$ tính bằng [KV], thì ta có:

$$\Delta U\% = \frac{100}{1000 U_{\text{đm}}^2 \cos \varphi_{\text{tb}}} (r_0 \cos \varphi_{\text{tb}} + x_0 \sin \varphi_{\text{tb}}) \cdot \sum_{i=1}^n p_i L_i \quad (6-39)$$

Ở đây, hệ số công suất $\cos \varphi_i$ của các hộ không giống nhau nên ta tính hệ số công suất trung bình theo công thức sau:

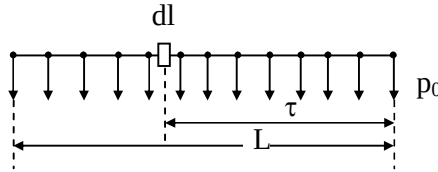
$$\cos \varphi_{\text{tb}} = \frac{P_1 \cos \varphi_1 + P_2 \cos \varphi_2 + \dots + P_n \cos \varphi_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} \quad (6-40)$$

b) Nếu đường dây cung cấp cho phụ tải có $\cos \varphi = 1$ (đèn dây tóc, lò điện trở...) hoặc nếu đường dây cáp ở mạng điện áp thấp có $r_0 \gg x_0$ thì khi tính tổn thất điện áp ta có thể bỏ qua điện kháng, khi đó:

$$\Delta U\% = \frac{100}{1000 U_{\text{ñm}}^2} r_0 \cdot \sum_{i=1}^n p_i L_i \quad (6-41)$$

6.4.3. Tổn thất điện áp trên đường dây ba pha có phụ tải phân bố đều .

a) Trong thực tế ta có thể gặp một số đường dây có phụ tải phân bố đều (hình 6-14) ở đó p_0 là công suất một đơn vị chiều dài. Tại tiết diện cách đầu cuối đường dây một đoạn l sẽ có dòng công suất $p_0 l$ đi qua. Giả thiết đường dây có r_0 , thì vi phân chiều dài dl sẽ có điện trở là $r_0 dl$.



Hình 6-14: đường dây có phụ tải phân bố đều

Tổn thất điện áp trên vi phân chiều dài sẽ là:

$$d(\Delta U) = \frac{p_0 l \cdot r_0 dl}{U_{\text{ñm}}}$$

Tổn thất điện áp trên toàn bộ đường dây l là:

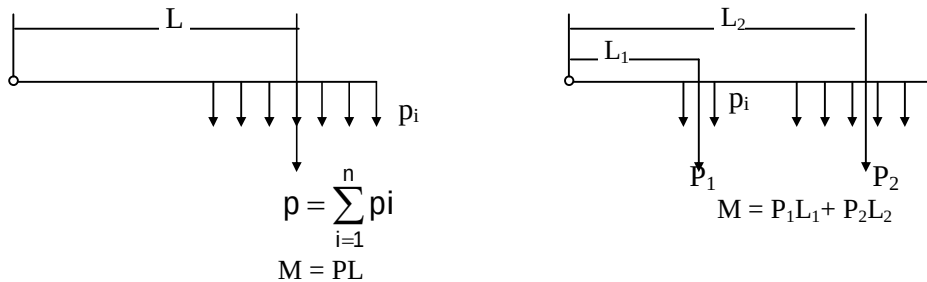
$$\Delta U = \int_0^L d(\Delta U) = \int_0^L \frac{r_0 p_0 l}{U_{\text{ñm}}} dl = \frac{p_0 L \frac{r_0 L}{2}}{U_{\text{ñm}}} = \frac{P \cdot R}{2 U_{\text{ñm}}}$$

Tương tự, khi phụ tải là q_0 ta sẽ có $\Delta U = \frac{QX}{2 U_{\text{ñm}}}$. Do vậy, với phụ tải S_0 phân

bố đều $\left(S_0 = \frac{S}{L} \right)$ thì tổn thất điện áp là:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{2 U_{\text{ñm}}} \quad (6-42)$$

Từ đây ta nhận xét tổn thất điện áp trên đường dây có phụ tải phân bố đều sẽ bằng một nửa tổn thất điện áp trên đường dây có phụ tải tập trung ở cuối đường dây.



Hình 6-15: phụ tải phân bố đều

b) Nếu trên đường dây chỉ có những đoạn mà phụ tải phân bố đều (hình 6-15). Khi đó, ta có thể coi các phụ tải đặt tại điểm giữa của các đoạn có phụ tải phân đều và có trị số bằng tổng các phụ tải tập trung.

6.4.4. Tổn thất điện áp ở đường dây trên không với dây dẫn bằng thép.

Khi đường dây trên không có chiều dài bé, dòng điện chạy trên đường dây này nhỏ, thì người ta sử dụng dây dẫn bằng thép thay vì dùng đồng hay nhôm để tiết kiệm kim loại màu.

Dây dẫn bằng thép có sức bền cơ khí cao, cho phép thực hiện khoảng cách giữa các cột lớn hơn.

Chúng ta biết: giá trị của điện cảm kháng trên 1km là x_0 . Giá trị này gồm có hai phần:

$$x_0 = x'_0 + x''_0 \text{ với } \begin{cases} x'_0 = f(R, D_{th}) \\ x''_0 = f(\mu) \end{cases}$$

x'_0 là điện kháng ngoài, x''_0 là điện kháng trong. Trên thực tế, đối với kim loại màu như đồng và nhôm có $\mu = 1$ nên x''_0 rất bé, trong phép tính gần đúng ta có thể lấy giá trị x'_0 mà bỏ qua x''_0 . Song đối với dây thép thì x''_0 khá lớn, nên khi tính toán mạng điện dùng dây thép ta không được bỏ qua x''_0 .

Khi đó, tổn thất điện áp ở đường dây ba pha bằng dây thép sẽ được tính như sau:

$$\Delta U = \sqrt{3} [\sum I \cdot r_0 \cdot l \cos \varphi + \sum I (x'_0 + x''_0) l \sin \varphi], [VA] \quad (6-43)$$

Ở đây: r_0 - điện trở của 1km dây dẫn, $[\Omega/km]$

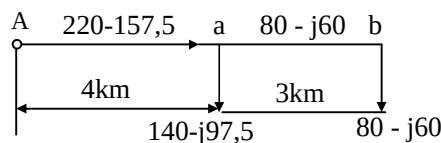
$x'_0 - x''_0$ điện kháng ngoài và điện kháng trong của 1km dây dẫn, $[\Omega/km]$

l = chiều dài của dây dẫn, $[km]$

Các giá trị r_0 , x'_0 và x''_0 cho ở các bảng trong sổ tay tra cứu.

Ví dụ 6.4:

Hãy kiểm tra xem tổn thất điện áp của loại dây dẫn bằng thép có tiết diện $70mm^2$ của đường dây ba pha, 6KV với sơ đồ cung cấp như hình 6 -16 có đạt không. Phụ tải tính bằng KW và KVAR, chiều dài tính bằng km. Tổn thất điện áp cho phép là 8%. Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn là 1000mm. Dây dẫn có cùng tiết diện trên toàn bộ chiều dài đường dây.



Hình 6-16: sơ đồ cung cấp 6KV

Bài giải: Hệ số công suất trên các đoạn đường dây ab và Aa:

$$\tan \varphi_{ab} = \frac{60}{80} = 0,75; \cos \varphi_{ab} = 0,8; \sin \varphi_{ab} = 0,6$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{Aa} = \frac{157,5}{220} = 0,716; \cos\varphi_{Aa} = 0,81; \sin\varphi_{Aa} = 0,58$$

Xác định dòng điện trên đường dây:

$$I_{Ab} = \frac{80}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 0,8} = 9,63 \text{ A}$$

$$I_{Aa} = \frac{220}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 0,81} = 26,2 \text{ A}$$

Theo đầu bài, yêu cầu kiểm tra xem tổn thất điện áp của loại dây dẫn thép nhiều sợi có tiết diện 70 mm^2 có bé hơn cho phép là 8% hay không. Muốn vậy:

Ta tra sổ tay tra cứu:

- Ở 26,2A với tiết diện dây 70 mm^2 bằng thép cho ta:

$$r_0 = 1,75 \Omega/\text{km}; x'_0 = 0,28 \Omega/\text{km}; x''_0 = 0,325 \Omega/\text{km}$$

- Ở 9,6A với tiết diện dây 70 mm^2 bằng thép cho ta:

$$r_0 = 1,7 \Omega/\text{km}; x'_0 = 0,21 \Omega/\text{km}; x''_0 = 0,325 \Omega/\text{km}$$

Vậy:

$$\Delta U_{Ab} = \sqrt{3} [26,2 \cdot 0,81 \cdot 1,75 \cdot 4 + 26,2 \cdot 0,58 (0,325 + 0,28) 4 + 9,63 \cdot 0,81 \cdot 1,7 \cdot 3 + 9,63 \cdot 0,6 (0,325 + 0,21) 3] = \sqrt{3} \cdot 233,5 = \Delta_{Ab} = 403 \text{ V}$$

Mặt khác, tổn thất điện áp cho phép là:

$$[\Delta U] = \frac{8 \cdot 6000}{100} = 480 \text{ V}$$

Rõ ràng dây thép có tiết diện 70 mm^2 có tổn thất điện áp nằm trong phạm vi cho phép.

6.4.5. Tổn thất điện áp trong máy biến áp.

Tương tự như trường hợp tính tổn thất điện áp trên đường dây có phụ tải tập trung, tổn thất điện áp trong máy biến áp là:

$$\Delta U_T \% = \frac{PR + QX}{U_{\text{m}}^2} \cdot \frac{100}{1000} \quad (6-44)$$

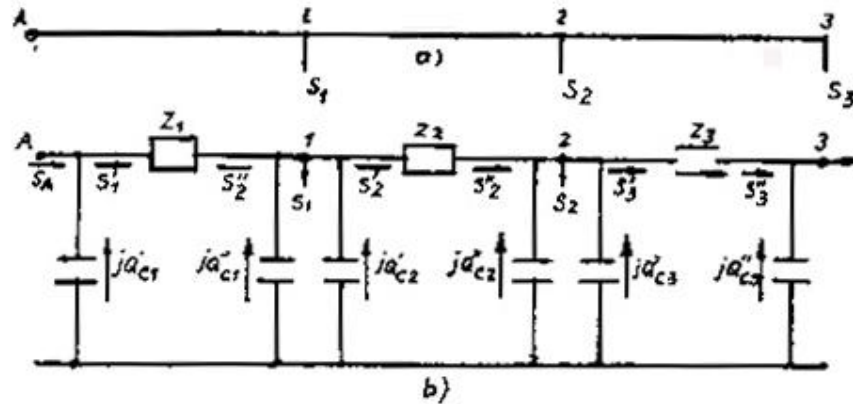
Ở đây: P, Q - công suất tác dụng và phản kháng do máy biến áp truyền tải, [KW]; [KVAR].

R, X - điện trở và điện kháng của máy biến áp, [Ω], muốn qui đổi tổn thất điện áp về cấp điện áp nào thì R và X phải quy đổi về cấp điện áp ấy.

6.4.6 Tính toán chế độ mạng điện hờ khu vực:

Nhiệm vụ của tính toán chế độ mạng điện là xác định các thông số của chế độ làm việc, chủ yếu là xác định dòng và áp tại mọi điểm nút của mạng điện. Việc xác định các thông số này rất cần thiết khi thiết kế, vận hành và điều khiển hệ thống điện.

Xét mạng điện hở có một số phụ tải như hình 6-17a. Sơ đồ thay thế của mạng điện sẽ thực hiện bằng cách ghép nối tiếp sơ đồ thay thế từng đoạn đường dây và tại chỗ ghép đặt các phụ tải. (Hình 6-17b)



Hình 6-17: mạng điện hở có một số phụ tải

Trước hết xét trường hợp đơn giản là ta biết điện áp tại điểm cuối. Khi đó, căn cứ vào điện áp và công suất ở điểm cuối ta hãy tính ngược trở về nguồn thì ta sẽ xác định được các thông số cần thiết tại mọi điểm nút của mạng điện. Cụ thể ở đây: Cho công suất cuối đường dây 3:

$$\dot{S}_2'' = \dot{S}_3 = jQ_{c3}'' = P_3'' + jQ_3''$$

Tổn thất công suất trên đường dây 3 (công thức 6-18)

$$\Delta \dot{S}_3 = \frac{(P_3'')^2 + (Q_3'')^2}{U_3^2} (R + jX_3)$$

Tổn thất điện áp trên đường dây 3 (công thức 6-38b)

$$\Delta \dot{U}_3 = \frac{P_3'' + Q_3'' \cdot X_3}{U_3} + j \frac{P_3'' X_3 - Q_3'' R_3}{U_3^2}$$

Công suất $\dot{S}_3' = \dot{S}_3'' + \Delta \dot{S}_3 = P_3' + jQ_3'$

Điện áp đầu đường dây 3 (điện áp điểm 2)

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_3 + \Delta \dot{U}_3$$

Về giá trị, ta có thể lấy gần đúng (đối với đường dây ≤ 110 KV_

$$U_2 = U_3 + \Delta U_3$$

Công suất $\dot{S}_2'' = \dot{S}_3 - jQ_{c3}'' + S_2 - jQ_{c2}'' = P_2'' + jQ_2''$

Tổn thất công suất trên đường dây 2:

$$\Delta \dot{S}_2 = \frac{(P_2'')^2 + (Q_2'')^2}{U_2^2} (R_2 + jX_2)$$

Tổn thất điện áp trên đường dây 2:

$$\Delta \dot{U}_2 = \frac{P_2'' R_2 + Q_2'' X_2}{U_2} + j \frac{P_2'' X_2 - Q_2'' R_2}{U_2}$$

Công suất $\dot{S}_2' = \dot{S}_2'' + \Delta \dot{S}_2 = P_2' + jQ_2'$

Điện áp tại điểm 1:

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 + \Delta \dot{U}_2$$

Về giá trị ta có thể lấy gần đúng

$$U_1 = U_2 + \Delta U_2$$

Công suất

$$\dot{S}_1'' = \dot{S}_2' - jQ_{c2}' + S_1 - jQ_{c1}'' = P_1'' + jQ_1''$$

Tổn thất công suất trên đường dây 1:

$$\Delta \dot{S}_1 = \frac{(P_1'')^2 + (Q_1'')^2}{U_1^2} (R_1 + jX_1)$$

Tổn thất điện áp trên đường dây 1:

$$\Delta \dot{U}_1 = \frac{P_1'' R_1 + Q_1'' X_1}{U_1} + j \frac{P_1'' X_1 - Q_1'' R_1}{U_1}$$

Công suất $\dot{S}_1' = \dot{S}_1'' + \Delta \dot{S}_1$

Công suất nguồn A cần cung cấp cho mạng

$$\dot{S}_A = \dot{S}_1' - jQ_{c1}' = P_A + jQ_A$$

Điện áp tại A:

$$\dot{U}_A = \dot{U}_1 + \Delta \dot{U}_1$$

Về trị số một cách gần đúng ta có:

$$U_A = U_1 + \Delta U_1$$

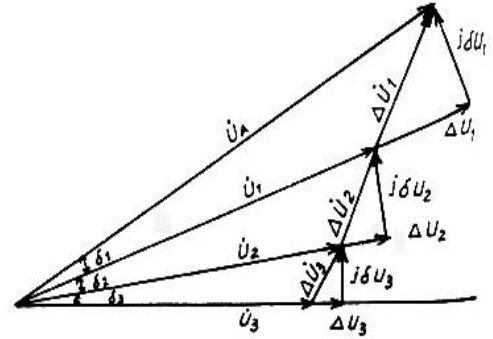
Góc lệch pha giữa điện áp đầu và cuối mạng điện

$$\delta A_3 = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = \sum_{i=1}^n \delta_i$$

Ở đây $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ - góc lệch pha giữa điện áp đầu và cuối các đường dây 1, 2, 3 (hình 6-17)

$$\operatorname{tg} \delta_i = \frac{\delta U_1}{U_1 + \Delta U_1}$$

Trên đây là ta căn cứ điện áp và công suất tại điểm cuối tính ngược trở về nguồn. Song ta cũng có thể tiến hành tính toán ngược lại tức là cho biết điện áp nguồn U_A ta hãy xác định điện áp tại các điểm khác và điện áp ở cuối U_3 . Trường hợp này ta dùng

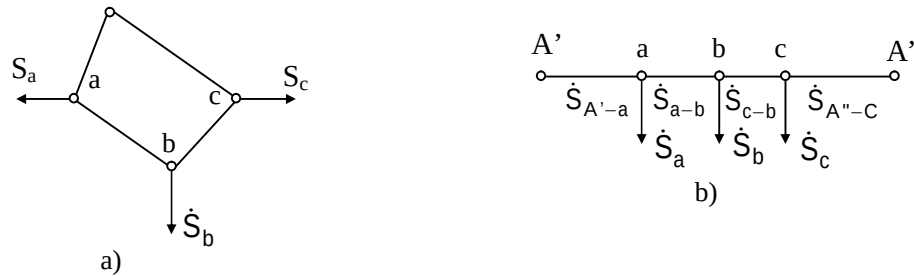


Hình 6-18: đường dây £110 KV

phương pháp “dần đúng liên tiếp”, với lúc đầu ta lấy điện áp trên mọi điểm bằng điện áp định mức $U_1 = U_2 = U_3 = U_{dm}$. Sau đó căn cứ vào các phụ tải đã biết và trị số điện áp định mức ta tính ngược lại để tìm công suất đầu nguồn. Từ đây, ta chuyển sang bước lặp thứ hai xuất phát từ công suất và điện áp đầu nguồn A ta xác định điện áp tại các điểm cần thiết...

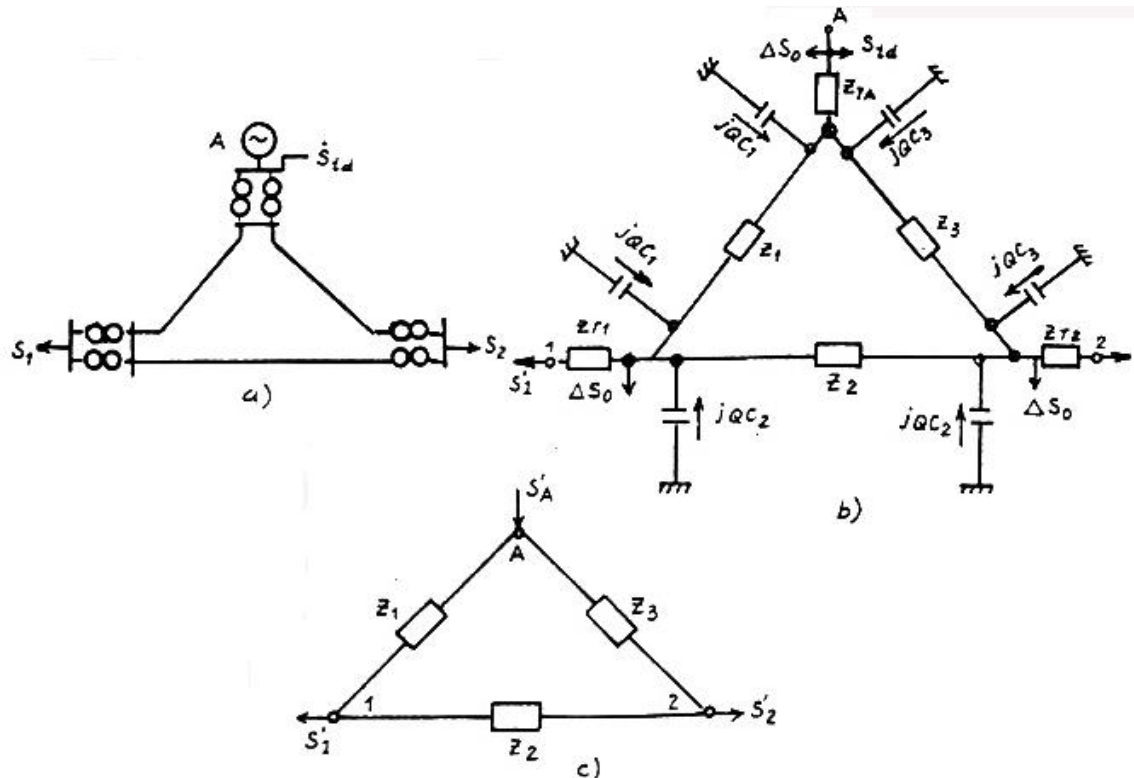
6.4.7. Tính toán chế độ mạng điện kín đơn giản:

Mạng điện kín đơn giản nhất là mạng điện chỉ có một mạch vòng hình 6-18a hoặc đường dây có hai đầu cung cấp điện (hình 6-19b)



Hình 6-19: Đường dây có hai đầu cung cấp điện

Ta hãy xét mạng điện kín có hai phụ tải và một nguồn cung cấp (hình 6-19a), sơ đồ thay thế của nó có hình 6.19b và sơ đồ được đơn giản sau khi qui đổi phụ tải về các nút của mạch vòng: có hình 6-19c. Phụ tải tính toán này ký hiệu S'_1 , S'_2 là những đại lượng bao gồm phụ tải thực tế $\dot{S}_1, \dot{S}_2$ tổn hao công suất trong máy biến áp $\Delta ST_1, \Delta ST_2$ và công suất do đường dây sinh ra ($-jQ_{c1}$ và $-jQ_{c2}$; $-jQ_{c2}$ và $-jQ_{c3}$) tức là:



Hình 6-19: Mạng điện kín có hai phụ tải và một nguồn cung cấp

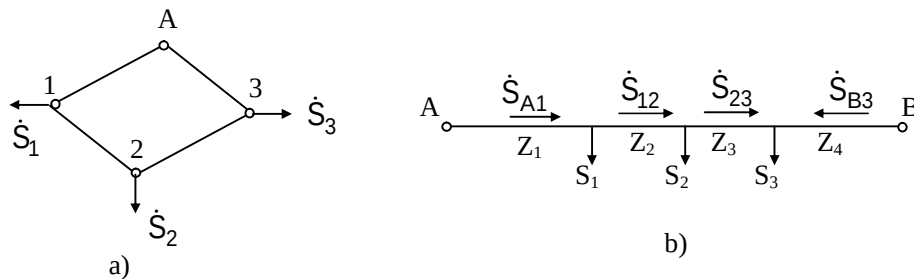
$$\dot{S}'_1 = \dot{S}_1 + \Delta \dot{S}_{T1} - jQ_{c1} - jQ_{c2} \quad (6-59) \quad \dot{S}'_2 = \dot{S}_2 + \Delta \dot{S}_{T2} - jQ_{c2} - jQ_{c3} \quad (6-45)$$

Công suất tính toán nhà máy điện là công suất phát ra của nhà máy điện đã trừ đi công suất tự dùng và tổn thất công suất trong máy biến áp và đồng thời ta được công suất do đường dây sinh ra, tức là:

$$S'_A = S_A - S_{td} - \Delta S_T + jQ_{c1} + jQ_{c3} \quad (6-46)$$

Muốn tìm chế độ mạng điện kín, ta phải dùng phương pháp dần đúng liên tiếp. Ở phương pháp này, bước 1 xác định gần đúng phân bố dòng trong mạng điện với giả thiết điện áp lấy bằng trị số định mức tại mọi điểm, và bỏ qua tổn thất công suất tại đường dây. Bước thứ hai ta xác định một cách chính xác hơn công suất và điện áp tại các điểm nút của mạng điện.

Nếu ta giả thiết điện áp hai đầu được cung cấp bằng nhau cả về trị số và góc pha, theo định luật Kirchhoff II, ta viết được phương trình cân bằng điện áp sau đây: đối với hình 6-20



Hình 6.20: Mạng điện kín

$$\frac{\dot{S}'_{A1}}{\sqrt{3}U_{\text{ñm}}} Z_1 + \frac{\dot{S}'_{121}}{\sqrt{3}U_{\text{ñm}}} Z_2 + \frac{\dot{S}'_{231}}{\sqrt{3}U_{\text{ñm}}} Z_3 - \frac{\dot{S}''_{A1}}{\sqrt{3}U_{\text{ñm}}} Z_4 = 0 \quad (6-47)$$

Hay là:

$$\dot{S}'_{A1\hat{1}} + \dot{S}'_{12\hat{2}} + \dot{S}'_{23\hat{3}} - \dot{S}''_{3\hat{4}} = 0 \quad (6-48)$$

Nếu không kể đến tổn thất công suất ta có:

$$S_{A'1} + S_{A'3} = S_1 + S_2 + S_3$$

$$\text{Do đó: } S_{A'1} = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3 - S_{A'2}$$

Theo định luật Kirchhoff 1, ta viết được cân bằng dòng tại nút 1 và 2 là:

$$\dot{S}_{A'1} = \dot{S}_1 + \dot{S}_{12} \rightarrow \dot{S}_{12} = \dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1$$

$$\dot{S}_{12} = \dot{S}_2 + \dot{S}_{23}$$

$$\dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1 = \dot{S}_2 + \dot{S}_{23}$$

$$\text{Do đó: } \dot{S}_{23} = \dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1 - \dot{S}_2$$

Thay những đối tượng này vào phương trình cân bằng điện áp, ta nhận được

$$\dot{S}_{A'1} \bar{Z}_1 + (\dot{S}'_{A1} - \dot{S}_1) \bar{Z}_2 + (\dot{S}'_{A1} - \dot{S}_1 - \dot{S}_2) \bar{Z}_3 + (\dot{S}'_{A1} - \dot{S}_1 - \dot{S}_2 - \dot{S}_3) \bar{Z}_4 = 0$$

$$\dot{S}_{A'1} (\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3 + \bar{Z}_4) - \dot{S}_1 (\bar{Z}_2 + \bar{Z}_3 + \bar{Z}_4) - \dot{S}_2 (\bar{Z}_3 + \bar{Z}_4) - \dot{S}_3 \bar{Z}_4 = 0$$

Nếu ta gọi:

$Z_{iA''}$ - tổng trở mạng điện kể từ phụ tải i đến nguồn A''.

$Z_{iA'}$ - Tổng trở mạng điện kể từ phụ tải I đến nguồn A'.

$Z_{A'A''}$ - Tổng trở toàn mạng kín.

Như vậy ta có:

$$\dot{S}'_{A1}(\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3 + \bar{Z}_4) = \dot{S}_1(\underbrace{\bar{Z}_2 + \bar{Z}_3 + \bar{Z}_4}_{Z_{1A''}}) + \dot{S}_2(\underbrace{\bar{Z}_3 + \bar{Z}_4}_{Z_{2A''}}) + \dot{S}_3(\underbrace{\bar{Z}_4}_{Z_{3A''}})$$

$$\dot{S}'_{A1} = \dot{S}'_A = \frac{\dot{S}_1 \bar{Z}_{1A''} + \dot{S}_2 \bar{Z}_{2A''} + \dot{S}_3 \bar{Z}_{3A''}}{\bar{Z}_{A'A''}}$$

Một cách tổng quát trong mạng kín ta n phụ tải ta sẽ có:

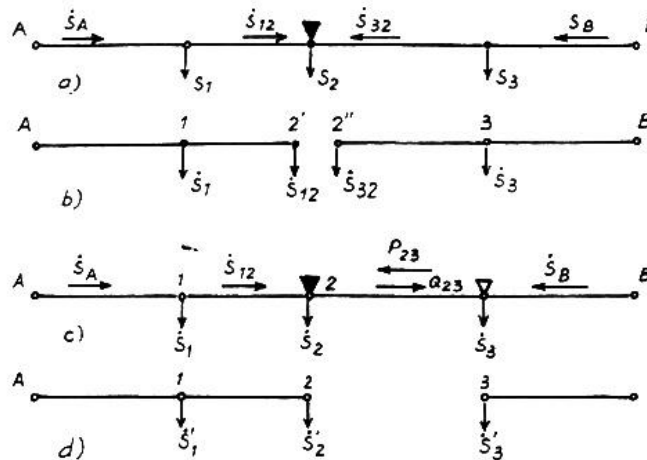
$$S_{A'} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \bar{Z}_{iA''}}{\bar{Z}_{A'A''}} \quad (6-49)$$

$$S_{A''} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \bar{Z}_{iA'}}{\bar{Z}_{A'A''}} \quad (6-50)$$

Ở đây, ta gọi nút nhận công suất đi đến từ hai phía là điểm phân bố công suất, ký hiệu ∇ (hình 6-21); đó là điểm có điện áp thấp nhất của mạng điện kín. Trong trường hợp tổng quát, điểm phân bố công suất tác dụng và phản kháng có thể không trùng nhau, khi đó ta dùng ký hiệu để chỉ điểm phân bố công suất tác dụng và dùng ký hiệu ∇ để chỉ điểm phân bố công suất phản kháng (hình 6-21 a và b).

Đối với mạng điện kín có cùng tiết diện trên tất cả các đoạn thì phân bố công suất trong mạng chỉ phụ thuộc vào chiều dài:

$$S_{A'} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i (r_0 + jx_0) l_{iA''}}{(r_0 + jx_0) l_{A'A''}} \quad \text{và} \quad S_{A''} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i (r_0 + jx_0) l_{iA'}}{(r_0 + jx_0) l_{A'A''}}$$



Hình 6-21: phân bố công suất phản kháng

$$\text{Do đó: } S_{A'} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i I_{iA''}}{I_{A'A''}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i I_{iA''}}{I_{A'A''}} + \frac{\sum_{i=1}^n Q_i I_{iA''}}{I_{A'A''}} \quad (6-51)$$

$$S_{A''} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i I_{iA'}}{I_{A'A''}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i I_{iA'}}{I_{A'A''}} + \frac{\sum_{i=1}^n Q_i I_{iA'}}{I_{A'A''}} \quad (6-52)$$

Hai công thức 6-51 và 6-52 được dùng trong giai đoạn thiết kế mạng điện khi chưa biết tiết diện dây dẫn điện.

Sau đó, ta tiến hành tách mạng điện kín tại điểm phân công suất thành hai mạng hở độc lập nhau. Nếu điểm phân công suất tác dụng và phản kháng không trùng nhau thì tách lưới điểm tại 2 điểm phân công suất.

Đến đây ta tiếp tục tính toán hai phần lưới điện tách ra giống như tính toán các lưới điện hở khu vực mà ta đã nghiên cứu ở 6.4.

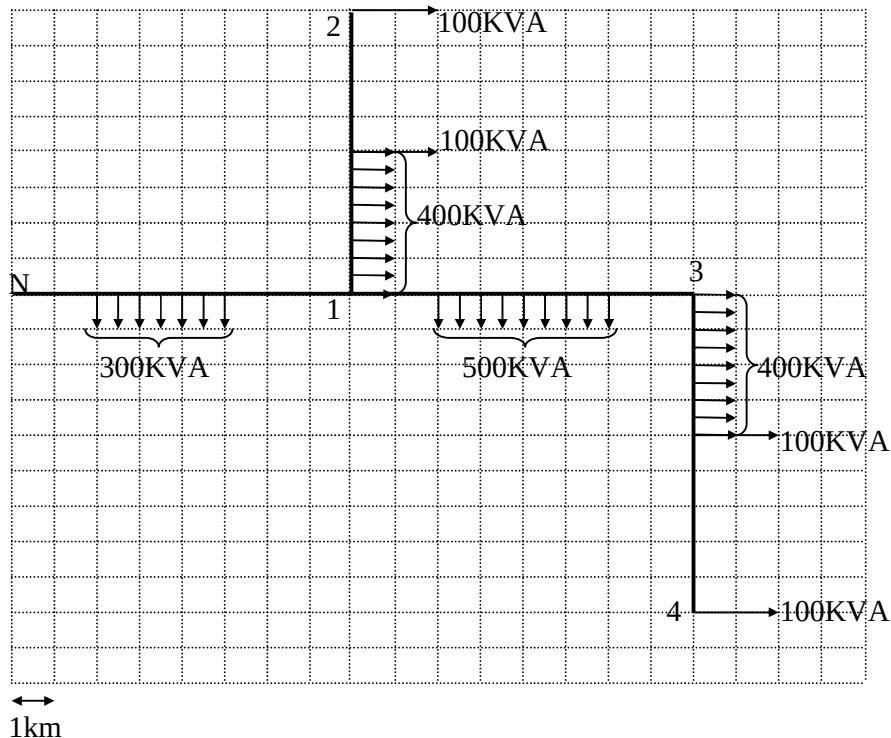
Câu hỏi và Bài tập chương 6

Câu hỏi

1. Trình bày các dạng tổn thất trong mạng điện và ảnh hưởng của nó?
2. Trình bày phương pháp tính toán mạng kín đơn giản?

Bài tập

1. Cho mạng điện phân phối như hình:



Điện áp định mức tại nguồn là 22 KV. Hãy tìm điểm có điện áp thấp nhất, giá trị điện áp tại đó là bao nhiêu?

Biết rằng mạng điện dùng dây nhôm lõi thép, có: $r_0=0.33(\Omega/\text{km})$,

$x_0=0.39(\Omega/\text{km})$, hệ số công suất của các phụ tải là $\cos\varphi=0.8$

Khoảng cách dây dẫn cho trên hình, mỗi cạnh ô vuông ứng với 1 km dây.

2. Cho đường dây truyền tải 3 pha dài 50 km, cung cấp cho 1 phụ tải có đầu nhận 40MW, $\cos\varphi=0.7$, dùng dây AC-185, điện trở $r_0=0.17(\Omega/\text{km})$, $x_0=0.42(\Omega/\text{km})$, dung dẫn $y_0=2.65.10^{-6}(1/\Omega\text{km})$. Hãy:

a/Thành lập sơ đồ thay thế cho đường dây.

b/Tính điện áp đầu phát và phần trăm sụt áp, cho điện áp đầu nhận $U_N=105\text{KV}$.

c/Tổn thất công suất trên đường dây và hiệu suất tải điện.

d/Hệ số công suất đầu phát.

3. Tìm điện áp tại các phụ tải trong mạng kín sau :

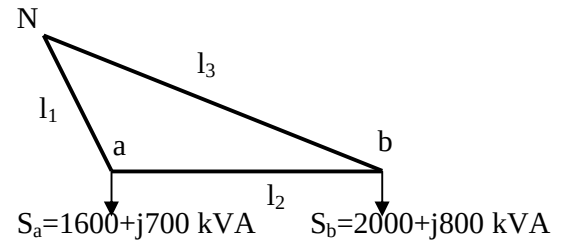
$l_1=2\text{ km}$

$l_2=2\text{ km}$

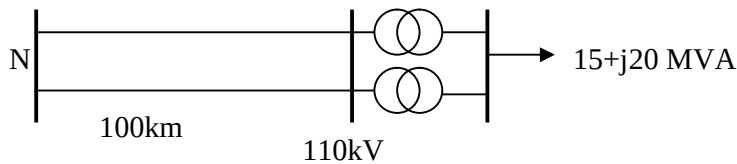
$l_3=4\text{ km}$

$U_{dm}=10\text{KV}$

Dùng dây nhôm có : $r_0=0.45(\Omega/\text{km})$, $x_0=0.341(\Omega/\text{km})$.



4. Cho mạng điện như hình:



Dùng dây AC-185, CÓ $D_m=4\text{ m}$

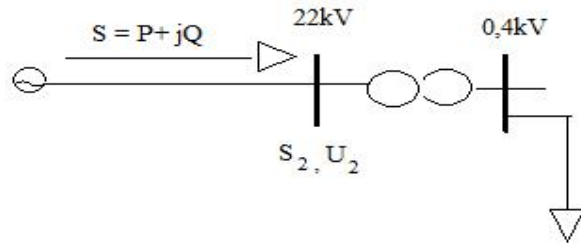
Máy biến áp dung lượng 31500KVA có $\Delta P_0=86\text{kW}$, $\Delta P_N=200\text{kW}$, $I_{\%}=2.7\%$,

$U_N\%=10.5\%$

Tính tổn thất công suất trong máy biến áp, trên đường dây và suy ra công suất phát ở đầu nguồn.

5. Hãy xác định hao tổn điện lớn nhất trong mạng điện chiếu sáng 3 pha dài 320m có phụ tải không đối xứng mắc theo hình sao, biết dòng điện chạy trên các pha là $I_A=23\text{A}$, $I_B=20\text{A}$, $I_C=17\text{A}$ dây pha được làm bằng dây A.35 và dây trung tính là A.25.

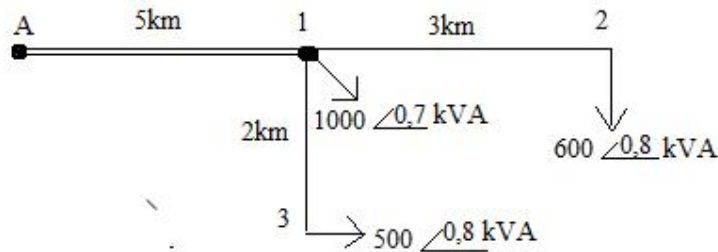
6. Hãy xác định hao tổn điện áp trong mạng điện gồm đường dây làm bằng dây dẫn AC70 dài 14Km và MBA TM _630/22 công suất truyền tải trên đường dây là $S=460+j375\text{ KVA}$.



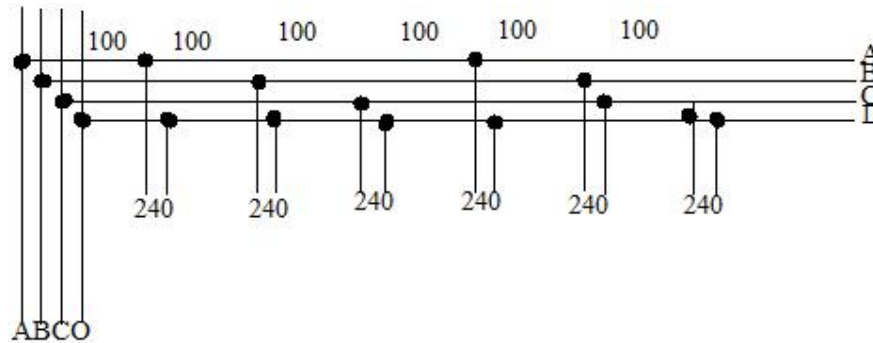
7. Một trạm biến áp khu vực đặt 2 máy biến áp tự ngẫu 220/121/11 KV, công suất định mức 120 MVA, các số liệu như sau : $\Delta P_0 = 160$ KW, dung lượng định mức của các cuộn là 100/100/50%, cacc1 tổn thất ngắn mạch $\Delta P_{K1-2} = 360$ KW, $\Delta P'_{K1-3} = 240$ KW, $\Delta P'_{K2-3} = 240$ KW; các điện áp ngắn mạch $U_{K1-25} = 10,5\%$, $U_{K1-3} = 36,2\%$, $U_{K2-3} = 23\%$, dòng điện không tải là $I_0\% = 3\%$ phụ tải phía trung áp 120+j50MVA, phụ tải phía hạ áp 30+j20MVA.

Hãy xác định tổng tổn thất trong 2 máy biến áp này.

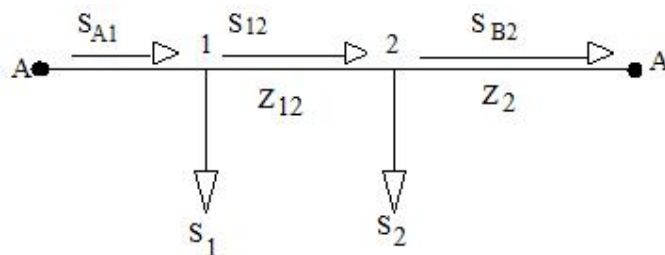
8. Đường dây trên không 10kV cấp điện cho 3 phụ tải, toàn bộ dùng dây AC -50. Chiều dài các đoạn dây và số liệu phụ tải cho trên hình vẽ. Yêu cầu tổn thất công suất trên đường dây.



9. Xác định tổn thất điện áp trong tất cả 3 pha của mạng điện thấp sáng, hình vẽ. Các dụng cụ thấp sáng có công suất 240W đầu ca h1 nhau 100m, dây dẫn bằng đồng, dây pha tiết diện là 10mm^2 và dây trung tính là 6mm^2 . Điện áp định mức của mạng là 220/117V.



10. Cho hình vẽ :



- Tìm điểm phân công suất chung.
- Tính ΔU_{A1} , ΔU_{A2} và $\Delta U_{\max}$.

Chương 7

TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH MẠNG HẠ ÁP

7.1 Khái niệm chung

7.1.1 Khái niệm

Chế độ của hệ thống điện thay đổi đột ngột sẽ làm phát sinh quá trình quá độ điện từ, trong đó quá trình phát sinh ngắn mạch là nguy hiểm nhất. Để tính toán các thiết bị điện và bảo vệ rơle cần phải xét đến quá trình quá độ khi:

- Ngắn mạch.
- Ngắn mạch kèm theo đứt dây.
- Cắt ngắn mạch bằng máy cắt điện.

Khi xảy ra ngắn mạch trong hệ thống điện, tổng trở của mạch giảm xuống (mức độ giảm tùy thuộc vào vị trí điểm ngắn mạch), làm dòng điện tăng lên ở một số nhánh của hệ thống, gây nên sự giảm thấp điện áp (nhất là những điểm gần chỗ ngắn mạch). Nếu không nhanh chóng cô lập điểm ngắn mạch thì hệ thống sẽ chuyển sang chế độ ngắn mạch duy trì (xác lập).

Từ lúc xảy ra ngắn mạch cho tới khi cô lập nó, trong hệ thống điện xảy ra quá trình quá độ làm thay đổi dòng và áp. Dòng trong quá trình quá độ gồm hai thành phần: chu kỳ và không chu kỳ. Trường hợp hệ thống có đường dây truyền tải điện áp từ 330KV trở lên thì trong dòng ngắn mạch ngoài thành phần tần số cơ bản còn có các thành phần sóng hài bậc cao. Nếu đường dây có tụ bù dọc sẽ có thêm thành phần sóng hài bậc thấp.

7.1.2 Các định nghĩa cơ bản

⊛ Ngắn mạch: là một loại sự cố xảy ra trong hệ thống điện do hiện tượng chạm chập giữa các pha không thuộc chế độ làm việc bình thường.

- Trong hệ thống có trung tính nối đất (hay 4 dây) chạm chập một pha hay nhiều pha với đất (hay với dây trung tính) cũng được gọi là ngắn mạch. Như vậy, trong hệ thống này có các dạng ngắn mạch 3 pha, 2 pha, 1 pha và 2 pha chạm đất.

- Trong hệ thống có trung tính cách điện với đất hay nối qua tổng trở lớn, hiện tượng chạm chập một pha với đất được gọi là chạm đất. Dòng chạm đất chủ yếu là do điện dung giữa các pha so với đất. Như vậy, trong hệ thống này chỉ có dạng ngắn mạch 3 pha và 2 pha.

⊛ Ngắn mạch gián tiếp: là dạng ngắn mạch qua một điện trở trung gian (còn được gọi là điện trở quá độ), gồm điện trở do hồ quang điện và điện trở của các phần tử khác trên đường đi của dòng điện từ pha này đến pha khác hoặc từ pha đến đất. Khi xảy ra ngắn mạch giữa các pha, điện trở trung gian được xác định chủ yếu bằng điện trở của hồ quang điện. Vì dòng trong hồ quang và chiều dài của hồ quang thay đổi trong quá trình ngắn mạch nên điện trở hồ quang thay đổi theo thời gian, thường rất phức tạp và khó xác định chính xác. Điện trở hồ quang có thể xác định theo công thức kinh nghiệm sau:

$$R_{hq} = \frac{1000}{I_{hq}} I_{hq} [\Omega] \quad (7-1)$$

trong đó: I_{hq} -trị hiệu dụng của dòng trong hồ quang điện [A]

l_{hq} – chiều dài của hồ quang điện [m]

☛ Ngắn mạch trực tiếp: là ngắn mạch qua một điện trở trung gian rất bé, có thể bỏ qua (còn được gọi là ngắn mạch kim loại). Trong điều kiện như nhau, dòng khi ngắn mạch trực tiếp sẽ lớn hơn dòng khi ngắn mạch gián tiếp. Vì vậy khi cần tìm dòng lớn nhất, người ta xuất phát từ điều kiện xấu nhất là tại vị trí ngắn mạch không có điện trở trung gian.

☛ Ngắn mạch đối xứng: là dạng ngắn mạch vẫn duy trì được hệ thống dòng, áp 3 pha ở tình trạng đối xứng. Ngắn mạch 3 pha là đối xứng nếu cả 3 pha vẫn giữ được điều kiện giống nhau (khi có điện trở trung gian, sự đối xứng chỉ được duy trì khi điện trở trung gian ở các pha là bằng nhau).

☛ Ngắn mạch không đối xứng: là dạng ngắn mạch làm cho hệ thống dòng, áp 3 pha mất đối xứng. Các dạng ngắn mạch 2 pha, ngắn mạch 1 pha và ngắn mạch 2 pha chạm đất đều là ngắn mạch không đối xứng, lúc đó các pha ở trong những điều kiện không giống nhau.

- Không đối xứng ngang: khi sự cố xảy ra tại một điểm, mà tổng trở các pha tính từ điểm đó về các phía của hệ thống là như nhau.

- Không đối xứng dọc: khi sự cố xảy ra mà tổng trở các pha là không như nhau.

☛ Sự cố phức tạp: là hiện tượng xuất hiện nhiều dạng ngắn mạch không đối xứng ngang, dọc trong hệ thống điện.

Ví dụ: đứt dây kèm theo chạm đất, chạm đất hai pha tại hai điểm khác nhau trong hệ thống có trung tính nối đất.

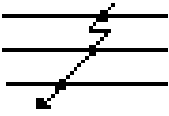
7.2 Các dạng ngắn mạch chính

7.2.1 Các dạng ngắn mạch

Qua bảng thống kê ta thấy xác suất xảy ra ngắn mạch chạm đất là rất cao, trong khi ngắn mạch 3 pha rất hiếm. Tuy nhiên không thể kết luận rằng ngắn mạch 3 pha không đáng lưu tâm, mà ngược lại trong rất nhiều bài toán thực tế dạng ngắn mạch 3 pha đã quyết định đến kết quả cuối cùng, hơn nữa việc nghiên cứu quá trình ngắn mạch của một dạng ngắn mạch bất kỳ hầu như đều dựa trên kết quả nghiên cứu ngắn mạch 3 pha.

Thực tế vận hành hệ thống điện người ta thấy rằng phần lớn các ngắn mạch có tính chất thoáng qua, nhất là ở đường dây trên không, có nghĩa là ngắn mạch sẽ tự tiêu tan sau khi cắt phần tử hư hỏng và sẽ không xuất hiện nữa khi đóng phần tử đó trở lại

Bảng 7.1: Thống kê về xác suất xảy ra các dạng ngắn mạch khác nhau trong hệ thống điện:

Dạng ngắn mạch	Hình vẽ qui ước	Kí hiệu	Xác suất xảy ra %
3 pha		$N^{(3)}$	5
2 pha		$N^{(2)}$	10
2 pha-đất		$N^{(1,1)}$	20
1 pha		$N^{(1)}$	65

7.2.2 Nguyên nhân và hậu quả của ngắn mạch

7.2.2.1 Nguyên nhân:

- Cách điện của các thiết bị già cỗi, hư hỏng.
- Quá điện áp.
- Các ngẫu nhiên khác, thao tác nhầm hoặc có dự tính trước...

7.2.2.2 Hậu quả:

Tùy thuộc vào vị trí và thời gian kéo dài của ngắn mạch mà hậu quả của nó có thể có tính chất cục bộ hoặc có ảnh hưởng đến toàn hệ thống điện. Chẳng hạn như khi ngắn mạch ở xa, dòng ngắn mạch có thể nhỏ hơn so với dòng định mức của máy phát và việc phát sinh ngắn mạch như vậy được xem như là sự tăng lên một phụ tải không lớn cho máy phát. Điện áp giảm mạnh ở gần chỗ ngắn mạch, còn những điểm khác trong hệ thống khó nhận thấy sự giảm thấp điện áp, hơn nữa dưới tác động của thiết bị tự động điều chỉnh kích từ (TĐK) điện áp sẽ nhanh chóng khôi phục đến giá trị định mức. Do vậy trong trường hợp này, hậu quả nguy hiểm chỉ biểu hiện ở các phần tử gần chỗ ngắn mạch.

Dòng ngắn mạch ngay cả trong trường hợp khá bé so với dòng định mức của máy phát cũng thường lớn hơn nhiều lần so với dòng định mức của chính nhánh bị sự cố và gây nên những hậu quả không tốt.

- Phát nóng: các dây dẫn và bộ phận dẫn điện khi có dòng ngắn mạch đi qua đủ với thời gian rất ngắn cũng có thể bị phát nóng quá mức cho phép.

- Tăng lực điện động: ứng lực điện từ giữa các dây dẫn có giá trị lớn ở thời gian đầu của ngắn mạch có thể phá hỏng thiết bị.

- Điện áp giảm và mất đối xứng: sự giảm thấp điện áp và mất đối xứng rõ rệt xuất hiện khi ngắn mạch ảnh hưởng xấu đến sự làm việc của hộ tiêu thụ điện, điện áp giảm 30÷40% trong vòng một giây làm cho các động cơ điện có thể ngừng quay, sản xuất đình trệ, có thể làm hỏng sản phẩm.

- Gây nhiễu đối với đường dây thông tin: hệ thống dòng thứ tự không sinh ra khi ngắn mạch chạm đất tạo nên từ thông, cảm ứng trong các đường dây thông tin ở gần, một sức điện động đủ lớn để gây nhiễu đối với đường dây này, thậm chí có thể gây nguy hiểm đối với con người và thiết bị của đường dây này.

- Gây mất ổn định: khi không cách li kịp thời phần tử bị ngắn mạch, hệ thống có thể bị mất ổn định, đây là hậu quả trầm trọng nhất vì nó ảnh hưởng đến toàn hệ thống điện.

7. 3 Các giả thiết cơ bản

Khi xảy ra ngắn mạch sự cân bằng công suất từ điện, cơ điện bị phá hoại, trong hệ thống điện đồng thời xảy ra nhiều yếu tố làm các thông số biến thiên mạnh và ảnh hưởng tương hỗ nhau. Nếu kể đến tất cả các yếu tố ảnh hưởng, thì việc tính toán ngắn mạch sẽ rất khó khăn đôi khi không thể thực hiện được. Do đó trong thực tế người ta phải dựa vào những giả thiết nhằm đơn giản hóa vấn đề cả khi nghiên cứu và tính toán. Những giả thiết cơ bản thường sử dụng để giải quyết vấn đề chung nhất liên quan tới việc xác định dòng và áp trong quá trình ngắn mạch:

- Mạch từ thông bảo hòa: giả thiết này sẽ làm cho mạch điện trở thành tuyến tính, nhờ vậy làm đơn giản hóa rất nhiều các phương pháp phân tích và tính toán quá trình ngắn mạch, chẳng hạn như có thể dùng nguyên lý xếp chồng để phân tích quá trình

- Bỏ qua dòng điện từ hóa của máy biến áp và biến áp tự ngẫu: giả thiết này này có thể chấp nhận được, ngoại trừ trường hợp khi xét đến sơ đồ thứ tự không của máy biến áp ba pha ba trụ có tổ nối dây Y_0/Y_0 .

- Hệ thống điện ba pha là đối xứng: giả thiết này thường là phù hợp với thực tế, vì hầu như tất cả các phần tử của hệ thống điện đều được thực hiện để đảm bảo tính đối xứng. Sự mất đối xứng chỉ xảy ra với từng phần tử riêng biệt khi nó bị hư hỏng hoặc do cố ý theo dự tính.

- Bỏ qua dung dẫn đường dây: giả thiết này không sai số lớn, ngoại trừ trường hợp tính toán đường dây cao áp tải điện đi xa thì mới xét tới dung dẫn đường dây. Giả thiết này không thích hợp khi tính toán chạm đất một pha trong hệ thống trung tính cách đất, vì trong trường hợp này đường đi của dòng chạm đất sẽ đi qua chính các dung dẫn của đường dây.

- Bỏ qua điện trở tác dụng: nghĩa là sơ đồ tính toán có tính chất thuần kháng. Giả thiết này được sử dụng khi ngắn mạch ở các bộ phận điện áp cao, ngoại trừ khi bắt buộc khi phải xét đến điện trở hồ quang điện tại chỗ ngắn mạch hoặc khi tính toán ngắn mạch trên đường dây cáp dài hoặc đường dây trên không tiết diện bé. Ngoài ra lúc tính hằng số thời gian tắt dần của thành phần không chu kỳ trong dòng điện ngắn mạch cũng cần phải tính đến điện trở tác dụng.

- Xét đến phụ tải một cách gần đúng: tùy thuộc giai đoạn xét trong quá trình quá độ có thể xem gần đúng tất cả các phụ tải như là một tổng trở không đổi tập trung tại một điểm nút chung.

- Các máy phát điện đồng bộ không có giao động công suất; nghĩa là góc lệch pha giữa các sức điện động của các máy phát giữ nguyên không đổi trong quá trình ngắn mạch. Giả thiết này gây sai số không đáng kể, nhất là khi tính toán trong giai đoạn đầu của quá trình quá độ (trong khoảng $0.1 \div 0.2$ s).

7.4 Tính toán điện kháng các phần tử.

7.4.1 Mục đích và phương pháp tính toán

7.4.1.1 Mục đích:

Tính toán ngắn mạch thường là những tính toán dòng, áp tại một điểm hay một số nhánh của sơ đồ đang xét lúc xảy ra ngắn mạch. Tùy thuộc vào mục đích tính toán mà các đại lượng trên có thể được tính ở một thời điểm nào đó hay diễn biến của chúng trong suốt quá trình quá độ. Những tính toán như vậy cần thiết để giải quyết những vấn đề sau:

- So sánh đánh giá lựa chọn sơ đồ nối điện.
- Vạch ra điều kiện làm việc của hệ tiêu thụ trong chế độ sự cố.
- Chọn các khí cụ điện và kiểm tra dây dẫn khi có ngắn mạch.
- Thiết kế và chỉnh định thiết bị bảo vệ role và tự động hóa.
- Xác định ảnh hưởng của đường dây truyền tải đối với đường dây thông tin.
- Thiết kế bảo vệ nối đất.
- Chọn các thiết bị bảo vệ chống quá áp.
- Đánh giá hệ thống kích từ của máy điện đồng bộ.
- Tiến hành các loại thí nghiệm.
- Nghiên cứu phụ tải, phân tích sự cố, xác định sự phân bố dòng...

7.4.1.2 Phương pháp tính toán ngắn mạch:

Gồm 2 phương pháp:

- Phương pháp tính toán chính xác bằng ma trận và sử dụng máy vi tính.
- Phương pháp thực dụng tính toán gần đúng.

Việc sử dụng phương pháp tính dùng ma trận, và đặc biệt là sử dụng máy vi tính có khả năng thực hiện được tốt và đảm bảo sự chính xác cần thiết ở mức độ cao. Tuy nhiên trong hệ thống điện phức tạp, việc tính toán ngắn mạch một cách chính xác rất khó khăn, do vậy tùy thuộc vào yêu cầu tính toán mà trong thực tế thường dùng các phương pháp thực dụng, gần đúng với các điều kiện đầu khác nhau để tính toán ngắn mạch.

Ví dụ như để tính chọn máy cắt điện, theo điều kiện làm việc của nó khi ngắn mạch cần phải xác định dòng ngắn mạch lớn nhất có thể có. Muốn vậy, người ta giả thiết rằng ngắn mạch xảy ra lúc hệ thống có số lượng máy phát làm việc nhiều nhất, dạng ngắn mạch gây nên dòng lớn nhất, ngắn mạch trực tiếp không qua điện trở trung gian nào cả, ngắn mạch xảy ra ngay tại đầu cực của máy cắt...

Đối với bài toán tính ngắn mạch để chọn thiết bị thường không yêu cầu phải có độ chính xác cao. Để giải quyết các vấn đề liên quan đến việc lựa chọn và chỉnh định thiết bị bảo vệ role yêu cầu kết quả tính toán phải có độ chính xác cao, thường phải tìm dòng điện và điện áp lớn nhất và nhỏ nhất có thể có, độ lệch pha giữa dòng điện và điện áp trong các pha, sự phân bố dòng điện trong sơ đồ... Lúc ấy tất nhiên cần phải sử dụng phương pháp tính toán chính xác.

7.4.2 Tính toán ngắn mạch

7.4.2.1. Hệ đơn vị tương đối.

Bất kỳ một đại lượng vật lý nào cũng có thể biểu diễn trong hệ đơn vị có tên hoặc trong hệ đơn vị tương đối. Trị số trong đơn vị tương đối của một đại lượng vật lý nào đó là tỷ số giữa nó với một đại lượng vật lý khác cùng thứ nguyên được chọn làm đại lượng đo lường. Đại lượng vật lý được chọn làm đơn vị đo lường được gọi là đại lượng cơ bản. Ví dụ, khi chọn đại lượng cơ bản là A_{cb} thì một đại lượng thực A được biểu diễn trong hệ đơn vị tương đối như sau:

$$A_{*(cb)} = \frac{A}{A_{cb}} \quad (7-2)$$

Như vậy muốn biểu diễn các đại lượng trong đơn vị tương đối trước hết cần chọn các đại lượng cơ bản. Khi tính toán với hệ thống điện 3 pha người ta dùng các đại lượng cơ bản sau:

S_{cb} : công suất cơ bản 3 pha.

U_{cb} : điện áp dây cơ bản.

I_{cb} : dòng điện cơ bản.

Z_{cb} : tổng trở pha cơ bản.

t_{cb} : thời gian cơ bản.

ω_{cb} : tốc độ góc cơ bản.

Các đại lượng này có liên quan với nhau qua các biểu thức sau:

$$S_{cb} = \sqrt{3} U_{cb} I_{cb} \quad (7-3)$$

$$Z_{*(cb)} = \frac{U_{cb}}{\sqrt{3} I_{cb}} \quad (7-4)$$

$$t_{cb} = \frac{1}{\omega_{cb}} \quad (7-5)$$

do đó ta chỉ có thể chọn tùy ý một số đại lượng cơ bản, các đại lượng cơ bản còn lại được tính từ các biểu thức trên. Thông thường chọn trước S_{cb} , U_{cb} , ω_{cb} .

Khi đã chọn các đại lượng cơ bản thì các đại lượng trong đơn vị tương đối được tính từ các đại lượng thực như sau:

$$E_{*(cb)} = \frac{E}{U_{cb}} \quad (7-6)$$

$$U_{*(cb)} = \frac{U}{U_{cb}} \quad (7-7)$$

$$S_{*(cb)} = \frac{S}{S_{cb}} \quad (7-8a)$$

$$I_{*(cb)} = \frac{I}{I_{cb}} \quad (7-8b)$$

$$Z_{*(cb)} = \frac{Z}{Z_{cb}} = Z \cdot \frac{\sqrt{3}I_{cb}}{U_{cb}} = Z \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2} \quad (7-9)$$

Dấu (*) chỉ rằng các đại lượng cần xét được tính trong hệ đơn vị tương đối, còn ký hiệu (cb) chỉ rằng đại lượng cần xét được tính tương ứng với đại lượng cơ bản đã chọn. Ví dụ, $E_{*(cb)}$ đọc là E tương đối cơ bản (tức là sức điện động E trong hệ đơn vị tương đối với lượng cơ bản là U_{cb}).

* Chọn các đại lượng cơ bản

Khi chọn các đại lượng cơ bản nên cân nhắc kỹ càng cho việc tính toán trở nên đơn giản, tiện lợi. Đối với S_{cb} nên chọn những số tròn (chẳng hạn 100, 200, 1000 MVA,...) hoặc đôi khi chọn bằng tổng công suất định mức của sơ đồ.

Đối với U_{cb} nên chọn bằng hoặc gần với U_{dm} . Thực tế trị số điện áp định mức của các thiết bị ở cùng cấp điện áp cũng có thể không giống nhau. Tuy nhiên, sự khác biệt đó không nhiều (trong khoảng $\pm 10\%$), ví dụ điện áp định mức của máy phát điện là 11 KV, máy biến áp là 10,5KV, kháng điện là 10,5 KV. Do đó trong tính toán gần đúng ta có thể xem điện áp định mức U_{dm} của các thiết bị ở cùng một cấp điện áp là như nhau và bằng giá trị trung bình U_{tb} của cấp điện áp đó. Ta có các giá trị điện áp trung bình như sau [KV]:

500; 330; 230; 154; 115; 37; 20; 15,75; 13,8; 10,5; 6,3; 3,15; 0,525

Khi tính toán gần đúng người ta chọn $U_{cb} = U_{dm} = U_{tb}$, riêng đối với kháng điện nên tính chính xác với điện áp định mức của nó vì giá trị điện kháng của kháng điện chiếm phần lớn trong điện kháng tổng của sơ đồ, nhất là kháng điện làm việc ở điện áp khác với cấp điện áp định mức của nó (ví dụ, kháng điện 10KV làm việc ở cấp 6KV).

* Một số tính chất của hệ đơn vị tương đối

+ Các đại lượng cơ bản dùng làm đơn vị đo lường cho các đại lượng toàn phần cũng đồng thời dùng cho các thành phần của chúng.

Ví dụ: S_{cb} dùng làm đơn vị đo lường chung cho S, P, Q; Z_{cb} dùng làm đơn vị đo lường chung cho Z, R, X.

+ Trong đơn vị tương đối điện áp pha và điện áp dây bằng nhau, công suất 3 pha và công suất 1 pha cũng bằng nhau.

+ Vì việc chọn các đại lượng cơ bản tùy ý, nên một đại lượng thực có thể có giá trị trong đơn vị tương đối khác nhau tùy thuộc vào đại lượng cơ bản và ngược lại cùng một giá trị trong đơn vị tương đối có thể tương ứng với nhiều đại lượng thực khác nhau.

Thường tổng trở của cc phần tử (máy phát, máy biến áp, kháng điện...) được cho trong đơn vị tương đối với lượng cơ bản là định mức của chúng (S_{dm}, U_{dm}, I_{dm}). Lúc đó giá trị tổng trở trong đơn vị có tên của chúng được xác định theo biểu thức:

$$Z_{*(cb)} = \frac{Z}{Z_{cb}} = Z \cdot \frac{\sqrt{3}I_{cb}}{U_{cb}} = Z \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2} \quad (7-10)$$

Trong đó các đại lượng cơ bản phải thay bằng định mức, nghĩa là:

$$Z_{*(dm)} = \frac{Z}{Z_{dm}} = Z \cdot \frac{\sqrt{3}I_{dm}}{U_{cbdm}} = Z \cdot \frac{S_{dm}}{U_{dm}^2} \quad (7-11)$$

+ Đại lượng trong đơn vị tương đối có thể được biểu diễn theo phần trăm, ví dụ như kháng điện, máy biến áp...

$$X_K \% = 100 \cdot X_{*(dm)} = X_K \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100 \quad (7-12a, b)$$

$$X_B \% = X_B \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100 = U_N \%$$

***Tính đổi đại lượng trong hệ đơn vị tương đối :**

Một đại lượng thực A được biểu diễn trong hệ đơn vị tương đối là $A_{*(cb1)}$ tương ứng với đại lượng cơ bản là A_{cb1} , có thể tính đổi thành $A_{*(cb2)}$ tương ứng với lượng cơ bản là A_{cb2} theo biểu thức sau:

$$A = A_{*(cb1)} \cdot A_{cb1} = A_{*(cb2)} \cdot A_{cb2} \quad (7-13)$$

ví dụ, đã cho $E_{*(cb1)}, Z_{*(cb1)}$ tương ứng với các lượng cơ bản ($S_{cb1}, U_{cb1}, I_{cb1}$) cần tính đổi sang hệ đơn vị tương đối tương ứng với các lượng cơ bản ($S_{cb2}, U_{cb2}, I_{cb2}$), ta có biểu thức sau:

$$E_{*(cb2)} = E_{*(cb1)} \cdot \frac{U_{cb1}}{U_{cb2}} \quad (7-14a, b)$$

$$Z_{*(cb2)} = Z_{*(cb1)} \cdot \frac{I_{cb2}}{I_{cb1}} \cdot \frac{U_{cb1}}{U_{cb2}} = Z_{*(cb1)} \cdot \frac{S_{cb2}}{S_{cb1}} \cdot \frac{U_{cb1}^2}{U_{cb2}^2}$$

Nếu tính đổi các tham số tương ứng với lượng định mức (S_{dm}, U_{dm}, I_{dm}) thành giá trị tương ứng với lượng cơ bản (S_{cb}, U_{cb}, I_{cb}) thì:

$$E_{*(cb)} = E_{*(dm)} \cdot \frac{U_{dm}}{U_{cb}} \quad (7-15)$$

$$Z_{*(cb)} = Z_{*(dm)} \cdot \frac{I_{cb}}{I_{dm}} \cdot \frac{U_{dm}}{U_{cb}} = Z_{*(dm)} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \cdot \frac{U_{dm}^2}{U_{cb}^2} \quad (7-16)$$

Khi chọn $U_{cb} = U_{dm}$ ta có biểu thức đơn giản sau:

$$E_{*(cb)} = E_{*(dm)} \quad (7-17a, b)$$

$$Z_{*(cb)} = Z_{*(dm)} \cdot \frac{I_{cb}}{I_{dm}} = Z_{*(dm)} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}}$$

Trong hệ đơn vị tương đối, một đại lượng này có thể biểu diễn bằng một đại lượng khác có cùng trị số tương đối, ví dụ nếu chọn tốc độ góc đồng bộ w_{db} làm đơn vị đo lường tốc độ góc, nghĩa là $w_{cb} = w_{db}$ thì tốc độ góc trong đơn vị tương đối sẽ là:

$$w_{*(db)} = \frac{w}{w_{cb}} = \frac{w}{w_{db}} \quad (7-18)$$

Từ đó suy ra các đại lượng cơ bản sau:

Đối với điện cảm:
$$L_{cb} = \frac{Z_{cb}}{w_{cb}} = \frac{Z_{cb}}{w_{db}} \quad (7-19)$$

Đối với từ thông móc vòng:
$$y_{cb} = \frac{U_{cb}}{w_{cb}} = \frac{U_{cb}}{w_{db}} \quad (7-20)$$

Nếu lấy các lượng cơ bản như trên thì khi giữ tốc độ góc không đổi và bằng đồng bộ ($w_{*(db)} = 1$) thì:

$$X_{*(cb)} = w_{*(db)} \cdot L_{*(cb)} = L_{*(cb)} \quad (7-21)$$

$$X_{*(cb)} = w_{*(db)} \cdot M_{*(cb)} = M_{*(cb)} \quad (7-22)$$

$$y_{*(cb)} = I_{*(db)} \cdot L_{*(cb)} = I_{*(cb)} \cdot X_{*(cb)} \quad (7-23)$$

$$E_{*(cb)} = w_{*(db)} \cdot y_{*(cb)} = y_{*(cb)} \quad (7-24)$$

nghĩa là trong điều kiện đã nêu trên thì điện kháng bằng điện cảm sức điện động và bằng từ thông móc vòng.

Việc có thể thay thế một đại lượng tương đối này bằng một đại lượng tương đối khác là một trong những ưu điểm chính của hệ đơn vị tương đối.

Thời gian cũng được biểu diễn trong hệ đơn vị tương đối. Đơn vị đo lường của nó là thời gian mà rôto của máy điện quay được một góc bằng 1 radian khi tốc độ góc quay bằng tốc độ đồng bộ, nghĩa là $t_{cb} = \frac{1}{w_{db}}$, khi tần số là 50Hz thì $t_{cb} = \frac{1}{314}$ (s). Như vậy thời gian được biểu diễn trong đơn vị tương đối là:

$$t_{*(cb)} = \frac{t}{t_{cb}} = w_{db} \cdot t \quad (7-25)$$

Và khi $f = 50\text{Hz}$: $t_{*(cb)} = 314 \cdot t \quad (7-26)$

Ví dụ 7.1: một mạch điện có đặt điện kháng K với $X_k = 5\%$; $I_{dm} = 150\text{A}$; $U_{dm} = 6\text{KV}$. Giả sử thay nó bằng một kháng điện K' có $I_{dm} = 300\text{A}$. Hãy xác định điện kháng tương đối (biểu diễn theo phần trăm) của kháng điện này để điện kháng của mạch điện vẫn giữ như cũ khi:

a) $U_{dm} = 6\text{KV}$

b) $U_{dm} = 10\text{KV}$

Giải:

Điện kháng của kháng điện K tính trong đơn vị có tên là:

$$X_K = \frac{X_K \%}{100} \cdot \frac{U_{dm}}{\sqrt{3} \cdot I_{dm}} = \frac{5}{100} \cdot \frac{6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 150} = 1,155 \Omega$$

Khi thay bằng kháng điện K', để giữ nguyên điện kháng của mạch điện (tức là để $X_{K'} = X_K$) thì điện kháng tương đối K' là:

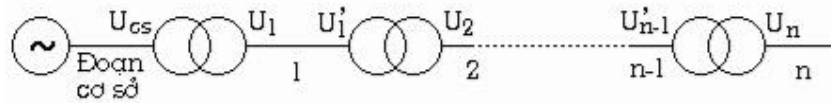
$$a) X_{K'} \% = X_K \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100 = 1,155 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 300}{6 \cdot 10^3} \cdot 100 = 10$$

$$b) X_{K'} \% = X_K \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100 = 1,155 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 300}{10 \cdot 10^3} \cdot 100 = 6$$

7.4.2.2. Thành lập sơ đồ thay thế.

Khi trong sơ đồ có máy biến áp (hay biến áp tự ngẫu), để đơn giản việc tính toán trước hết cần thành lập sơ đồ thay thế. Sơ đồ thay thế là sơ đồ cho phép thể tất cả các mạch liên hệ về từ với nhau bằng một mạch tương đương chỉ có liên hệ về điện. Việc thành lập sơ đồ thay thế được thực hiện bằng cách quy đổi tham số của các phần tử ở các cấp điện áp khác nhau về một cấp điện áp nào đó được chọn làm cơ sở. Các tham số của sơ đồ thay thế có xác định trong hệ đơn vị có tên hay trong đơn vị tương đối, đồng thời có thể tính gần đúng hoặc tính chính xác.

1- Quy đổi chính xác trong hệ đơn vị có tên :



Hình 7.1 Sơ đồ mạng điện có nhiều cấp điện áp

Xét mạng điện có nhiều cấp điện áp khác nhau bao gồm n máy biến áp nối với nhau có tỉ số biến đổi $k_1, k_2, \dots, k_n$. Chọn một đoạn tùy ý làm đoạn cơ sở, ví dụ chọn đoạn đầu tiên. Tham số của tất cả các đoạn còn lại sẽ được quy đổi về đoạn cơ sở.

Sức điện động E_n , điện áp U_n , dòng điện I_n và tổng trở Z_n của đoạn thứ n được quy đổi về đoạn cơ sở theo các biểu thức sau:

$$E_{nqd} = (k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n) \cdot E_n$$

$$U_{nqd} = (k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n) \cdot U_n$$

$$I_{nqd} = \frac{1}{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n} \cdot I_n \quad (7-27a, b, c, d)$$

$$Z_{nqd} = (k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n)^2 \cdot Z_n$$

Các tỉ số biến đổi k trong biểu thức trên lấy bằng tỉ số biến áp lúc không tải.

$$k_1 = \frac{U_{cs}}{U_1}; k_2 = \frac{U_1'}{U_2}; \dots; k_n = \frac{U_{n-1}'}{U_n} \quad (7-28)$$

Nếu các đại lượng cho trước trong đơn vị tương đối thì phải tính đổi về đơn vị có tên trước khi đưa vào biểu thức quy đổi.

2- Quy đổi gần đúng trong hệ đơn vị có tên:

Trong tính toán thực tế thường sử dụng các qui đổi gần đúng cho phép lập sơ đồ thay thế gần đúng một cách nhanh chóng và đơn giản hơn. Việc qui đổi gần đúng được áp dụng hoặc là do không có số liệu về tỉ số biến đổi thực của các máy biến áp trong sơ đồ hoặc do mục đích tính toán không yêu cầu độ chính xác cao.

Quy đổi gần đúng được thực hiện dựa trên giả thiết là xem điện áp định mức của các phần tử trên cùng một cấp điện áp và bằng điện áp trung bình của cấp đó :

$$U_n = U'_n = U_{tb1} \quad (7-29)$$

Như vậy tỉ số biến đổi của mỗi máy biến áp bằng tỉ số của điện áp trung bình của các cấp ở 2 phía của máy biến áp:

$$k_1 = \frac{U_{tbc1}}{U_{tb1}}; k_2 = \frac{U_{tb1}}{U_{tb2}}; \dots; k_n = \frac{U_{tbn-1}}{U_{tbn}} \quad (7-30a, b)$$
$$k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n = \frac{U_{tbcn}}{U_{tbn}}$$

Các biểu thức quy đổi đơn giản:

$$E_{nqd} = \frac{U_{tbcn}}{U_{tbn}} \cdot E_n$$
$$U_{nqd} = \frac{U_{tbcn}}{U_{tbn}} \cdot U_n \quad (7-31a, b, c)$$

$$I_{nqd} = \frac{U_{tbn}}{U_{tbcn}} \cdot I_n$$
$$Z_{nqd} = \left(\frac{U_{tbcn}}{U_{tbn}} \right)^2 \cdot Z_n \quad (7-32)$$

3- Quy đổi chính xác trong hệ đơn vị tương đối:

Để quy đổi chính xác trong hệ đơn vị tương đối người ta thường thực hiện theo trình tự sau:

- Chọn đoạn cơ sở và các lượng cơ bản S_{cb}, U_{cbcs} của đoạn cơ sở.

- Tính lượng cơ bản của các đoạn khác thông qua các tỉ số biến đổi k. Công suất cơ bản S_{cb} đã chọn là không đổi đối với tất cả các đoạn. Các lượng cơ bản U_{cbn} và I_{cbn} của đoạn thứ n được tính như sau:

$$U_{cbn} = \frac{1}{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n} \cdot U_{cbcs}$$
$$I_{cbn} = (k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n) \cdot I_{cbcs} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cbn}} \quad (7-33a, b, c)$$
$$(S_{cbn} = S_{cbcs} = S_{cb})$$

- Tính đối tham số của các phần tử ở mỗi đoạn sang đơn vị tương đối với lượng cơ bản của đoạn đó:

+ Nếu tham số cho trước trong đơn vị có tên thì dùng các biểu thức tính đổi từ hệ đơn vị có tên sang hệ đơn vị tương đối. Ví dụ:

$$U_{*(cb)} = \frac{U}{U_{cb}} \qquad Z_{*(cb)} = Z \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2} \qquad (7-34a, b)$$

+ Nếu tham số cho trước trong đơn vị tương đối với lượng cơ bản là định mức hay một lượng cơ bản nào đó thì dùng các biểu thức tính đổi hệ đơn vị tương đối. Ví dụ cho trước $Z_{*(dm)}$ ta có:

$$Z_{*(cb)} = Z_{*(dm)} \cdot \frac{I_{cb}}{I_{dm}} \cdot \frac{U_{dm}}{U_{cb}} = Z_{*(dm)} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \cdot \frac{U_{dm}^2}{U_{cb}^2} \qquad (7-35)$$

4- Quy đổi gần đúng trong hệ đơn vị tương đối:

Trình tự quy đổi:

- Chọn công suất cơ bản S_{cb} chung cho tất cả các đoạn.
- Trên mỗi đoạn lấy $U_{cb} = U_{tb}$ của cấp điện áp tương ứng.
- Tính đổi tham số của các phần tử ở mỗi đoạn sang đơn vị tương đối với lượng cơ bản của đoạn đó theo các biểu thức gần đúng.

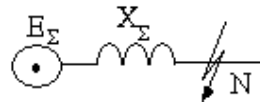
Chẳng hạn như, nếu tổng trở của phần tử cho trước trong đơn vị tương đối là $Z_{*(dm)}$ tương ứng với lượng cơ bản là định mức, để tính đổi nó về hệ đơn vị tương đối tương ứng với lượng cơ bản đã chọn của bài toán thì dùng biểu thức gần đúng sau:

$$Z_{*(cb)} = Z_{*(dm)} \cdot \frac{I_{cb}}{I_{dm}} = Z_{*(dm)} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \qquad \text{khi cho } U_{cb} = U_{tb} = U_{dm} \qquad (7-36)$$

5- Thành lập sơ đồ thay thế

Muốn tính dòng điện ngắn mạch trước hết phải thành lập sơ đồ thay thế. Ở sơ đồ này, mỗi phần tử của hệ thống được thay bằng một điện kháng tương ứng; với máy phát điện được thay bằng một điện kháng và một sức điện động. Sơ đồ thay thế có thể thành lập trong đơn vị có tên hay trong đơn vị tương đối và có thể tính theo công thức gần đúng hay công thức chính xác theo yêu cầu của bài toán. Ở sơ đồ thay thế, mỗi phần tử của mạch điện được biểu diễn bằng một phân số, tử số ghi số thứ tự của phần tử, còn mẫu số ghi trị số kháng điện của phần tử ấy. Trong tính toán ngắn mạch ta thường tính trong đơn vị tương đối vì quá trình tính sẽ đơn giản hơn.

Sau đó ta dùng các phương pháp biến đổi để biến thành một sơ đồ đơn giản nhất có thể được. Có trường hợp ta có thể đơn giản hóa sơ đồ đẳng trị thành một điện kháng, một đầu đặt sức điện động, đầu kia là điểm ngắn mạch:



Hình 7.2 Sơ đồ thay thế tương đương

Điện kháng đó là điện kháng tổng hợp X_{Σ} . Sức điện động đó gọi là sức điện động tổng hợp E_{Σ} .

6- Tính toán trong hệ đơn vị tương đối

Khi dùng hệ đơn vị tương đối, ta phải những lượng nhất định nào đó làm lượng cơ bản hay đơn vị cơ bản.

- Các điện kháng của máy phát điện và biến thế cho trong hệ đơn vị tương đối mà các lượng cơ bản là định mức (ta gọi là: các điện kháng cho trong đơn vị tương đối định mức). Khi đó, biểu thức của các đại lượng trong hệ đơn vị tương đối định mức như sau:

$$U^*dm = \frac{U}{U_{dm}}, I^*dm = \frac{I}{I_{dm}}, S^*dm = \frac{S}{S_{dm}} \text{ và } X^*dm = \frac{X}{X_{dm}} \quad (7-37)$$

Ở đây U^*dm , I^*dm , S^*dm , X^*dm là điện áp, công suất và điện kháng tương đối định mức.

Vì cc gi trị định mức của điện áp và công suất có biểu thức:

$$\begin{aligned} U_{dm} &= \sqrt{3} I_{dm}^* X_{dm} \\ S_{dm} &= \sqrt{3} U_{dm}^* I_{dm} \end{aligned} \quad (7-38)$$

Do đó : $X_{dm} = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3} I_{dm}^*}$, từ nay ta có:

$$X^*dm = \frac{X}{X_{dm}} = \frac{\sqrt{3} I_{dm}^* X}{U_{dm}} \quad (7-39)$$

Mặt khác, từ biểu thức S_{dm} ở trên, ta có: $I_{dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} U_{dm}^*}$

$$\text{Kết quả ta được: } X^*dm = \frac{S_{dm}}{U_{dm}^2} \cdot X$$

Trong hệ đơn vị tương đối cơ bản, trước tiên ta chọn hai đại lượng cơ bản, còn hai đại lượng cơ bản kia thì suy từ biểu thức liên hệ sau này:

$$\begin{aligned} S_{cb} &= \sqrt{3} U_{cb} \cdot I_{cb} \\ U_{cb} &= \sqrt{3} X_{cb} \cdot I_{cb} \end{aligned} \quad (7-40)$$

Thông thường, chúng ta sẽ chọn công suất cơ bản S_{cb} và điện áp cơ bản U_{cb} . Từ nay ta sẽ được I_{cb} , X_{cb} . Như vậy, rõ ràng các S_{cb} và U_{cb} được xem là giá trị mốc để tính toán. Việc tính toán sẽ đơn giản nếu ta chọn S_{cb} có giá trị tròn (ví dụ: $S_{cb}=100$ MVA hay $S_{cb}=1000$ MVA); còn U_{cb} sẽ bằng giá trị định mức trung bình của điện áp lưới ở nay xuất hiện sự cố:

Tức là: $U_{cb}=U_{dm}$ trung bình.

Hay một số cách gần đúng $U_{cb} \cong U_{dm}$

$$\begin{aligned} \text{Do vậy} \quad I_{cb} &= \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb}}, \\ \text{và} \quad X_{cb} &= \frac{U}{\sqrt{3}I_{cb}} \end{aligned} \quad (7-41)$$

Khi chọn được các lượng cơ bản thì suất điện động, điện áp, dòng điện, công suất, điện kháng trong hệ đơn vị tương đối được gọi là các đại lượng trong hệ đơn vị tương đối cơ bản:

$$U_{*cb} = \frac{U}{U_{cb}}; E_{*cb} = \frac{E}{U_{cb}}; I_{*cb} = \frac{I}{I_{cb}}; S_{*cb} = \frac{S}{S_{cb}}; X_{*cb} = \frac{X}{X_{cb}} \quad (7-42)$$

Từ đây, ta suy ra được:

$$\begin{aligned} I_{*cb} &= \frac{\sqrt{3}.I_{cb}}{U_{cb}}.X; \\ I_{*cb} &= \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2}.X \end{aligned} \quad (7-43)$$

7. Tính đổi hệ cơ bản:

Từ những trị số tương đối trong hệ đơn vị cơ bản này, ta có thể thành những trị số tương đối trong hệ đơn vị cơ bản kia, ví dụ: từ hệ cơ bản định mức, ta có thể đổi về một hệ cơ bản nào đó đã được lựa chọn:

Để tìm biểu thức tính đổi này, ta hãy lập tỷ số sau:

$$\frac{X_{*cb}}{X_{*dm}} = \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \cdot \frac{U_{dm}^2}{U_{cb}^2}$$

Một cách gần đúng ta coi $U_{cb} = U_{dm}$ nên ta sẽ có:

$$X_{*cb} = X_{*dm} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \quad (7-44)$$

Điện kháng tổng hợp từ sơ đồ biến đổi về dạng đơn giản nhất xác định trong đơn vị tương đối cơ bản sẽ là:

$$X_{\Sigma*cb} = \frac{X}{X_{cb}} = \frac{\sqrt{3}I_{cb}}{U_{cb}}.X = \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2}.X$$

Tương tự ta dùng khái niệm về “điện kháng tương đối tính toán” ký hiệu: để biểu thị điện kháng sau khi biến đổi sơ đồ:

Điện kháng này được xác định như sau:

$$X_{*tt} = \frac{S_{dm\Sigma}}{U_{dm}^2} \cdot X_{\Sigma} \quad (7-45)$$

Ở đây $S_{dm\Sigma}$ là tổng công suất định mức của tất cả máy phát điện cung cấp cho điểm ngắn mạch.

Chia X_{*tt} cho $X_{\Sigma cb}^*$ và chú ý $U_{cb} \approx U_{dm}$ ta được

$$\frac{X_{*tt}}{X_{*\Sigma cb}} = \frac{S_{dm\Sigma}}{S_{cb}} \rightarrow X_{*tt} = X_{*\Sigma cb} \frac{S_{dm\Sigma}}{S_{cb}} \quad (7-46)$$

Cần chú ý:

* Lúc mà ý nghĩa đã rõ ràng thì ta có thể bỏ dấu tương đối (*) và dấu cơ bản (cb) đi.

* Đôi khi điện kháng tương đối được biểu thị theo phần trăm.

$$X\% = 100 \cdot X \cdot (\text{đm}) = X \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I_{dm}}{S_{cb}} \cdot 100$$

Ví dụ như đối với máy biến áp thì điện kháng tính theo phần trăm là:

$$X\% = X_T \frac{\sqrt{3} \cdot I_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100 = U_{k\%}$$

Hay $U_{k\%} = X\% = 100 \cdot X \cdot \text{đm}$

Trong đó $X_T = X_K$ và $U_{K\%}$ là điện kháng ngắn mạch và điện áp ngắn mạch % của máy biến áp.

Sau đây, ta nêu một số công thức xác định điện kháng các phần tử của hệ thống điện trong hệ đơn vị tương đối.

a. Máy phát điện: ta tra được điện kháng siêu quá độ dọc trục x_d''

- Tính chính xác:

$$X_{G*(cb)} = X_d'' \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \left(\frac{U_{dm}}{U_{cb}} \right)^2 \quad (7-47)$$

- Tính gần đúng: (xem $U_{cb} = U_{tb}$ và $U_{dm} \approx U_{tb}$) nên $\frac{U_{dm}}{U_{cb}} = 1$,

$$\text{do đó: } X_{G*(cb)} = X_d'' \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \quad (7-48)$$

b. Máy biến áp: đối với máy biến áp 3 pha hai dây quấn ta có thể tra được điện áp ngắn mạch $U_{K\%}$.

- Tính chính xác:

$$X_{T^*(cb)} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \cdot \left(\frac{U_{dm}}{U_{cb}} \right)^2 \quad (7-49)$$

- Tính gần đúng: $X_{T^*(cb)} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} \quad (7-50)$

Với máy biến áp ba pha dây quấn, có thể tra được điện áp ngắn mạch của từng đôi cuộn dây: $U_{k \text{ cao trung } \%}$, $U_{k \text{ cao hạ } \%}$. Khi đó ta chỉ cần tính điện áp ngắn mạch của từng đôi cao áp, trung áp và hạ áp là: $U_{k \text{ cao}}$, $U_{k \text{ trung}}$, $U_{k \text{ hạ}}$.

$$\begin{aligned} U_{k \text{ cao}} &= 1/2 \cdot (U_{k \text{ cao trung}} + U_{k \text{ cao hạ}} - U_{k \text{ trung hạ}}) \\ U_{k \text{ trung}} &= 1/2 \cdot (U_{k \text{ cao trung}} + U_{k \text{ trung hạ}} - U_{k \text{ cao hạ}}) \\ U_{k \text{ hạ}} &= 1/2 \cdot (U_{k \text{ cao hạ}} + U_{k \text{ trung hạ}} - U_{k \text{ cao trung}}) \end{aligned} \quad (7-51)$$

Sau đó, ta xác định điện kháng tương đối cơ bản của các cuộn dây cao, trung và hạ áp của máy biến áp ba pha dây quấn theo công thức đã nêu trên

c. Cuộn kháng điện: ta tra được điện áp, dòng điện định mức và điện kháng $X_{R\%}$ của nó

- Tính chính xác: $X_{R^*(cb)} = \frac{X_{R\%}}{100} \cdot \frac{I_{cb}}{I_{Rdm}} \cdot \frac{U_{dm}}{U_{cb}}$

- Tính gần đúng: $X_{R^*(cb)} = \frac{X_{R\%}}{100} \cdot \frac{I_{cb}}{I_{Rdm}} \quad (7-52)$

d. Đường dây trên không và đường dây cáp: ta tra được giá trị điện kháng trên đơn vị chiều dài X_0 (Ω/km):

$$X_{L^*cb} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2} \quad (7-53)$$

Trong đó l là chiều dài của đường dây tính bằng km. Đối với đường dây trên không từ 6-220 kv thường lấy $X_0=0,4(\Omega/\text{km})$, đối với đường dây cáp 6-10 kv ta thấy $X_0=0,08(\Omega/\text{km})$.

8. Tính toán dòng điện siêu quá độ ban đầu và dòng điện xung kích ngắn mạch

Việc tính toán thành phần chu kỳ của dòng ngắn mạch ba pha ở thời điểm ban đầu – gọi là dòng siêu quá độ ban đầu, nhìn chung không có gì khó khăn. Mỗi một máy đồng bộ tham gia vào thời điểm ban đầu của vòng ngắn mạch sẽ được đặc trưng bằng điện kháng siêu quá độ và sức điện động theo trục động cơ và trục ngang.

Giá trị của sức điện động đã biết từ tình trạng trước sự cố. Đối với các máy phát điện không có cuộn cảm, ta coi rôto như cuộn cảm cản tự nhiên, do đó cũng có quá trình siêu quá độ, một cách gần đúng ta lấy

$$x_d'' = (0.75 \div 0.9)x_d' \quad (7-54)$$

Sức điện động siêu quá độ của máy phát điện E''_0 theo công thức

$$E''_0 = \sqrt{(U_0 \cdot \cos f_o)^2 + (U_0 \cdot \sin f_o + I_0 \cdot x_d'')^2} \quad (7-56)$$

Động cơ điện không đồng bộ và phụ tải tổng hợp tại thời điểm đầu tiên của ngắn mạch cũng được đặc trưng bằng X'' và E''_0 . do vậy để tính dòng điện siêu quá độ đầu tiên ta sẽ thiết lập sơ đồ thay thế, trong đó tất cả các máy phát điện, động cơ đồng bộ và không đồng bộ cỡ lớn và các máy bù đồng bộ cũng như các phụ tải tổng trở ở các nút của sơ đồ sẽ được thay thế bằng X'' và E''_0 . Vậy khi không có các số liệu cần thiết cũng như trong quá trình tính toán gần đúng ta có thể lấy các giá trị cho trong bảng sau:

Bảng 7.2 Các giá trị trung bình X'' và E''_0 (trong đơn vị tương đối)

TT	Tên các thành phần	x''	E''_0
1	Máy phát điện tuốc bin hơi	0.125	1.08
2	Máy phát điện tuốc bin nước có cuộn cản	0.20	1.13
3	Máy phát điện tuốc bin nước không có cuộn cản	0.27	1.18
4	Động cơ điện đồng bộ	0.20	1.10
5	Máy bù đồng bộ	0.20	1.20
6	Động cơ không đồng bộ	0.20	0.90
7	Phụ tải tổng hợp	0.35	0.85

Giá trị tuyệt đối của dòng điện siêu quá độ ban đầu (*) ở chỗ ngắn mạch có thể xác định như sau:

$$I'' = \frac{U_{k0}}{X_{\Sigma}} \quad (7-57)$$

Ở đây: U_{k0} là điện áp ở chỗ ngắn mạch trước khi bị sự cố.

x_{Σ} điện kháng tương đương của sơ đồ đối với điểm ngắn mạch.

Nếu tính trong đơn vị tương đối, ta có:

$$I'' = \frac{E''_{0td}}{X_{*\Sigma}} \quad (7-58)$$

Với E''_{0td} là sức điện động siêu quá độ tương đương trong đơn vị tương đối.

$x_{*\Sigma}$ là điện kháng tổng hợp trong đơn vị tương đối.

Khi tính toán thực tế dòng siêu quá độ ban đầu ở chỗ ngắn mạch thì ta chỉ xét đến những phụ tải nối trực tiếp vào điểm ngắn mạch. Điều này đưa đến việc đơn giản hoá tính toán nhưng không tạo nên những sai số lớn, và ta vẫn chấp nhận được.

Khi xác định dòng điện xung kích, thông thường ta chỉ xét đến sự tắt dần của thành phần không chu kỳ, còn biên độ của thành phần chu kỳ coi như không đổi và bằng giá trị ban đầu trong thời gian bán chu kỳ đầu tiên. Khi đó, dòng điện xung kích xác định ở điều kiện nguy hiểm nhất sẽ là:

$$I_{xk} = k_{xk} \sqrt{2} \cdot I'' \quad (7-59)$$

$$\text{Ở đây} \quad k_{xk} = 1 + e^{\frac{-0.01}{T_a}} \quad \text{gọi là hệ số xung kích.}$$

Hệ số xung kích phụ thuộc vào hằng số thời gian

$$T_a = \frac{X}{W \cdot r}$$

Những giá trị đặc trưng cho tỉ số $\frac{X}{r}$ đối với các thành phần khác nhau của hệ thống đã cho ở bảng 7.3.

Những số liệu bảng 7.3 có thể được dùng để tính trong một số trường hợp nếu không có những thông tin khác. Theo số liệu của bảng trên, ta có thể thực hiện phép tính có tính chất định hướng tỉ lệ $\frac{X}{r}$ đối với những đặc điểm đặc trưng của hệ thống điện; sau đó, ta sẽ xác định hệ số xung kích. Những kết quả của phép tính này ở bảng dưới đây cho giá trị của tỉ số $\frac{X}{r}$ và của k_{xk} khi ngắn mạch tại một số điểm đặc trưng của hệ thống.

Những động cơ công suất lớn, hệ số xung kích khoảng 1,8; còn khi công suất của động cơ giảm thì giá trị của hệ số k_{xk} cũng sẽ giảm (khi công suất của động cơ khoảng 200kW thì hệ số này khoảng $k_{xk} \approx 1,6$).

Ở những động cơ bé cũng như phụ tải tổng hợp thì hệ số xung kích có thể lấy giá trị bé hơn và trên thực tế ta lấy $k_{xk} = 1$.

Bảng 7.3 Những giá trị đặc trưng cho tỉ số $\frac{X}{r}$ của các thành phần của hệ thống điện:

Tên các thành phần	Tỉ lệ $\frac{x}{r}$
- Máy phát điện tuốc bin hơi có công suất 12 ÷ 60MW	50÷85
- Máy phát điện tuốc bin hơi có công suất 100 ÷ 500MW	100÷135
- Máy phát điện tuốc bin nước không có cuộn cản	60÷90
- Máy phát điện tuốc bin nước có cuộn cản	40÷60
- Máy biến áp công suất 5 ÷ 30 MVA	7÷17
- Máy biến áp công suất 60 ÷ 500 MVA	20÷50
- Cuộn kháng 6 ÷ 10kV và đến 1000A	15÷17
- Cuộn kháng 6 ÷ 10kV và đến 1500A hoặc hơn nữa	40÷80
- Đường dây trên không	2÷8
- Đường cáp 3 pha lõi đồng hay nhôm có tiết diện 3.95÷3.185mm ²	0.2÷0.8

Bảng 7.4 Giá trị của tỉ số $\frac{x}{r}$ và của hệ số xung kích k_{xk} khi ngắn mạch tại một số điểm đặc trưng của hệ thống điện:

TT	Vị trí ngắn mạch và các đặc trưng của mạch điện	Tỉ lệ $\frac{x}{r}$	Hệ số xung kích k_{xk}
1	Thanh góp 6-10kV của các trung tâm phát điện có các máy phát công suất 30-60MW	40÷80	1.92÷1.96
2	Sau cuộn kháng 1000A, được nối đến trung tâm phát điện của điểm trên (mục 1).	20÷60	1.85÷1.95
3	Thanh góp cao áp của trạm tăng áp có các máy biến áp công suất mỗi máy 100 MVA và lớn hơn.	30÷60	1.89÷1.95
4	Như trên, có máy biến áp công suất mỗi máy 30-100MVA.	20÷50	1.85÷1.94
5	Thanh góp điện áp thứ cấp của trạm hạ áp có các máy biến áp công suất mỗi máy 100MVA và hơn nữa.	20÷40	1.85÷1.92
6	Như trên, các máy biến áp công suất mỗi máy 30-100MVA.	15÷30	1.81÷1.89
7	Các điểm của hệ thống điện ở xa máy phát điện (thanh góp thứ cấp của trạm hạ áp có công suất mỗi máy biến áp 20MVA và nhỏ hơn, thanh góp của trạm ở mạng phân phối).	15 và bé hơn	1.8 và bé hơn

Hệ số xung kích của động cơ đồng bộ có giá trị gần bằng với hệ số xung kích của máy phát đồng bộ có cùng công suất. Khi xét riêng động cơ không đồng bộ, thì dòng điện xung kích ở vị trí ngắn mạch là :

$$i_{xk} = k_{xk} \cdot \sqrt{2} \cdot I'' + k_{xkdc} \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{dc} \quad (7-60)$$

Ở đây:

- I''_{dc} là dòng điện siêu quá độ ban đầu do động cơ không đồng bộ cung cấp cho điểm ngắn mạch.
- k_{xkdc} là hệ số xung kích của động cơ.

9. Sơ đồ thay thế tính toán:

Sơ đồ thay thế tính toán là sơ đồ mạch điện mà các phần tử của hệ thống được thay bằng các điện trở

Bảng 7.5 Công thức xác định điện trở các phần tử của HTĐ

TT	Các phần tử	Hệ đơn vị có tên ()	Hệ đơn vị tương đối
1	Hệ thống	$X_{ht} = \frac{U_{cb}^2}{S_k}$	$X_{ht*} = \frac{S_{cb}}{S_k}$
2	Máy phát	$X_{mp} = x_d'' \frac{U_{cb}^2}{S_{mp}}$	$X_{mp*} = x_d'' \frac{S_{cb}}{S_{mp}}$
3	Máy biến áp	$R_B = \frac{\Delta P_k \cdot U_{cb}^2}{S_{BA}^2}$ $Z_B = \frac{U_k \cdot U_{cb}^2}{100 \cdot S_{BA}}$ $X_B = \sqrt{Z_B^2 - R_B^2}$	$R_{B*} = \frac{\Delta P_k \cdot S_{cb}}{S_{BA}^2}$ $Z_{B*} = \frac{U_k \cdot S_{cb}}{100 \cdot S_{BA}}$ $X_{B*} = \sqrt{Z_{B*}^2 - R_{B*}^2}$
4	Đường dây	$R_{dd} = r_0 \cdot l \cdot \frac{U_{cb}^2}{U_d^2}$ $X_{dd} = x_0 \cdot l \cdot \frac{U_{cb}^2}{U_d^2}$	$R_{dd*} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_d^2}$ $X_{dd*} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_d^2}$
5	Kháng điện	$X_{kd} = x_{kd} \frac{U_{kd}}{\sqrt{3} I_{kd}}$	$X_{kd*} = x_{kd} \frac{I_{cb}}{I_{kd}}$
6	Phụ tải	$X_{pt} = x_{pt}'' \frac{S_{cb}^2}{S_{pt}}$	$X_{pt*} = x_{pt}'' \frac{S_{cb}}{S_{pt}}$

Trong các công thức trên:

S_k - công suất ngắn mạch của hệ thống (nếu không biết trước S_k thì có thể coi $S_k = S_c$ của máy cắt tổng của mạng điện cần tính toán ngắn mạch), MVA;

S_{cb} - công suất cơ bản, MVA;

U_{cb} - điện áp cơ bản, KV;

U_d - điện áp định mức của đường dây, KV;

I_{cb} - dòng điện cơ bản, KA;

S_{mp} - công suất định mức của máy phát, MVA;

S_{BA} - công suất định mức của máy biến áp, MVA;

U_{BA} - điện áp định mức của máy biến áp, KV;

X_d'' - điện trở siêu quá độ dọc trục máy phát;

U_k - điện áp ngắn mạch của máy biến áp, %;

ΔP_k - hao tổn công suất ngắn mạch trong máy biến áp, MVA;

X_{kd} - điện trở tương đối của cuộn kháng điện;

r_0, x_0 - điện trở tác dụng và phản kháng của đường dây, /km;

l - chiều dài đường dây, km;

U_{kd}, I_{kd} - điện áp và dòng điện định mức của kháng điện, KV và KA.

- Đối với máy biến áp 3 cuộn dây, các giá trị điện áp ngắn mạch của từng cuộn dây theo các biểu thức sau:

$$\begin{aligned} U_{kc} &= 0.5(U_{kCH} + U_{kCT} - U_{kTH}); \\ U_{kt} &= 0.5(U_{kTH} + U_{kCT} - U_{kCH}); \\ U_{kh} &= 0.5(U_{kCH} + U_{kTH} - U_{kCT}). \end{aligned} \quad (7-61)$$

- Suất điện động của phụ tải trong hệ đơn vị có tên được xác định theo biểu thức:

$$E_{pt} = U \sqrt{(\cos j)^2 + \left(\sin j - x_{pt^*} \right)^2} \quad (7-62)$$

Hệ đơn vị tương đối:

$$E_{pt^*} = \sqrt{\left(\frac{U}{U_{cb}} \cos j \right)^2 + \left(\frac{U}{U_{cb}} \sin j - \frac{I_{pt}}{I_{cb}} x_{pt^*} \right)^2} \quad (7-63)$$

trong đó : U - điện áp trung bình nơi đặt phụ tải;

X_{pt*} - điện trở của phụ tải trong hệ đơn vị tương đối.

- Suất điện động của hệ thống trong hệ đơn vị có tên được xác định theo biểu thức sau:

$$E_{ht} = \frac{U_{cb}}{\sqrt{3}}$$

Hệ đơn vị tương đối : thông thường ta chọn $E_{ht*} = 1$.

10. Biến đổi sơ đồ

- Mạch nối tiếp: $X_{\Sigma} = X_1 + X_2 + \dots + X_n$

- Mạch song song: $X_{\Sigma} = \frac{1}{1/X_1 + 1/X_2 + \dots + 1/X_n}$

(7-64abcd)

Với mạch 2 phần tử : $X_{\Sigma} = \frac{X_1 \cdot X_2}{X_1 + X_2}$

Với mạch 3 phần tử : $X_{\Sigma} = \frac{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}{X_1 X_2 + X_2 X_3 + X_3 X_1}$

- Suất điện động tương đương của n nguồn song song

$$E_{td} = \frac{E_1 \cdot g_1 + E_2 \cdot g_2 + \dots + E_n \cdot g_n}{g_1 + g_2 + \dots + g_n} \quad (7-65)$$

với $g_1 = \frac{1}{Z_{\Sigma 1}}; g_2 = \frac{1}{Z_{\Sigma 2}}; \dots; g_n = \frac{1}{Z_{\Sigma n}}$

- Biến đổi sao-tam giác và ngược lại:

$$X_{12} = X_1 + X_2 + \frac{X_1 \cdot X_2}{X_3}; \quad X_{13} = X_1 + X_3 + \frac{X_1 \cdot X_3}{X_2}; \quad X_{23} = X_2 + X_3 + \frac{X_2 \cdot X_3}{X_1}$$

$$X_1 = \frac{X_{12} \cdot X_{13}}{X_{12} + X_{13} + X_{23}}; \quad X_2 = \frac{X_{12} \cdot X_{23}}{X_{12} + X_{13} + X_{23}}; \quad X_3 = \frac{X_{23} \cdot X_{13}}{X_{12} + X_{13} + X_{23}} \quad (7-66)$$

7.5 . Tính toán dòng ngắn mạch 3 pha đối xứng

7.5.1 Giá trị dòng ngắn mạch 3 pha

$$I_k^{(3)} = \frac{E_{td}}{Z_{k\Sigma}} \quad (7-67)$$

trong đó: E_{td} - suất điện động tổng hợp ứng với điện áp pha;

$Z_{k\Sigma}$ - tổng trở ngắn mạch.

7.5.2 Giá trị dòng điện xung kích

$$i_{xk} = k_{xk} \cdot \sqrt{2} \cdot I_k^{(3)} \quad (7-68)$$

trong đó: k_{xk} - hệ số xung kích, phụ thuộc vào tỷ số X/R cho trong **Bảng 7.6**

Bảng 7.6: Giá trị dòng điện xung kích

X / R	≤ 1	2	3	4	5	8	10	15	20	30	40	50
k_{xk}	1.03	1.2	1.37	1.48	1.56	1.75	1.88	1.91	1.93	1.93	1.93	1.94

Nếu không biết giá trị chính xác của tỷ số X/R , thì đối với mạng cao áp có thể coi $k_{xk} = 1,8$ và mạng hạ áp $k_{xk} = 1,2$.

7.5.3 Giá trị hiệu dụng của dòng xung kích

$$I_{xk} = \sqrt{I_{ck}^2 + I_{kck}^2} = I_k^{(3)} \cdot \sqrt{1 + 2(k_{xk} - 1)^2} = I_k^{(3)} \cdot q_{xk} \quad (7-69)$$

Hệ số q_{xk} phụ thuộc vào nơi xảy ra ngắn mạch. Các giá trị của k_{xk} và q_{xk} có thể lấy gần đúng theo **bảng 7.7**:

Bảng 7.7 : Giá trị hiệu dụng của dòng xung kích

Nơi xảy ra ngắn mạch	k_{xk}	q_{xk}
Đầu ra của máy phát cực lõi	1.95	1.68
Đầu ra của máy phát có cuộn cản	1.93	1.65
Đầu ra của máy phát cực ẩn	1.91	1.63
Trong mạng điện cao áp	1.8	1.52
Sau máy biến áp tiêu thụ công suất: 630÷1000MVA	1.3	1.09
Sau máy biến áp tiêu thụ công suất: 100÷560MVA	1.2	1.09
Mạng điện hạ áp	1.2	1.09

7.5.4 Công suất ngắn mạch

$$S_k = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_k^{(3)} \quad (7-70)$$

trong đó: U - điện áp trung bình nơi đặt phụ tải;

$I_k^{(3)}$ - dòng ngắn mạch 3 pha.

7.5.5 Tính toán ngắn mạch không đối xứng

1. Điện trở của các phần tử ở chế độ ngắn mạch không đối xứng

* **Điện trở thứ tự thuận:** $Z_1 = Z_k$

* **Điện trở thứ tự nghịch:** điện trở thứ tự nghịch của các phần tử (trừ máy phát) bằng điện trở thứ tự thuận, ($Z_1 = Z_2$). Điện trở của máy phát phụ thuộc vào loại máy:

- Máy phát cực lõi: $X_2 = 1,45 x_d''$

- Máy phát cực ẩn: $X_2 = 1,22 x_d''$

* **Điện trở thứ tự không:** thành phần tác dụng của điện trở thứ tự không ở tất cả các phần tử bằng thành phần thứ tự thuận, ($R_0 = R_1$), thành phần phản kháng thứ tự không của máy biến áp có thể xác định gần đúng trong khoảng :

$$X_0 = \left(\frac{0,3.U_{nBA}^2}{S_{nBA}} + \frac{U_{nBA}^2}{S_{nBA}} \right) \quad (7-71)$$

Thành phần phản kháng của điện trở thứ tự không của đường dây phụ thuộc vào:

- Đường dây 1 mạch có dây chống sét: $X_0 = 2X_1$.

- Đường dây 1 mạch không có dây chống sét: $X_0 = 3,5X_1$.

- Đường dây 2 mạch có dây chống sét: $X_0 = 3X_1$.

- Đường dây 2 mạch không có dây chống sét: $X_0 = 5,5X_1$.

Do cả 3 thành phần thứ tự không của 3 pha chạy trên dây trung tính nên điện trở dây trung tính phải tăng lên 3 lần, $Z_{0T} = 3Z_1$.

2. Xác định dòng ngắn mạch không đối xứng

Dòng điện ngắn mạch không đối xứng được xác định theo biểu thức tổng quát sau:

$$I_k^{(i)} = \frac{m^{(i)}.E}{Z_{\Sigma 1} + \Delta Z^{(i)}} \quad (7-72)$$

trong đó: E – suất điện động điện áp pha;

$m^{(i)}; \Delta Z^{(i)}$ - các hệ số phụ thuộc vào dạng ngắn mạch không đối xứng.

Đối với trường hợp ngắn mạch 2 pha:

$$I_k^{(2)} = \frac{\sqrt{3}.E_{\Sigma}}{Z_{\Sigma 1} + Z_{\Sigma 2}} = \frac{\sqrt{3}E_{\Sigma}}{2Z_{\Sigma 1}} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_k^{(3)} \quad (7-73)$$

Bảng 7.8 Các hệ số $m^{(i)}$; $\Delta Z^{(i)}$ của các dạng ngắn mạch

Loại ngắn mạch	Ký hiệu	$m^{(i)}$	$\Delta Z^{(i)}$
3 pha	(3)	1	0
2 pha	(2)	$\sqrt{3}$	$Z_{\Sigma 2}$
1 pha	(1)	3	$Z_{\Sigma 2} + Z_{\Sigma 0}$
2 pha- đất	(1,1)	$\sqrt{3 - \frac{3 \cdot Z_{\Sigma 2} \cdot Z_{\Sigma 0}}{(Z_{\Sigma 2} + Z_{\Sigma 0})^2}}$	$\frac{Z_{\Sigma 2} \cdot Z_{\Sigma 0}}{Z_{\Sigma 2} + Z_{\Sigma 0}}$

7.6 Phương pháp tính toán gần đúng.

Khi tính toán bằng phương pháp thực dụng dòng điện ngắn mạch, thì hệ thống điện được khảo sát một cách gần đúng. Khi không có số liệu đặc trưng cho hệ thống, thì hệ thống được xem như có nguồn công suất vô cùng lớn và chỉ có các điện kháng của các thành phần (đường dây, máy biến thế, cuộn điện kháng ...) tham gia.

Nếu ta biết giá trị của dòng điện siêu quá độ ban đầu I'' hay giá trị của công suất S_K'' khi ngắn mạch 3 pha ở tại bất kỳ nào đó của hệ thống, thì ta có thể xác định điện kháng của hệ thống đối với các điểm này:

$$X_{ht} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}I''} = \frac{U_{tb}^2}{S_K''} \quad (7-74)$$

$$\text{Hay } X_{\text{hethongcoban}}^* = \frac{I_{\text{coban}}}{I''} = \frac{S_{\text{coban}}}{S_K''} \quad (7-75)$$

Ở đây:

$U_{\text{trung bình}}$ – là điện áp định mức trung bình của cấp điện áp mà tại đó ta biết dòng điện I'' .

$I_{\text{cơ bản}}$ – Là dòng điện cơ bản ở cùng cấp điện áp mà ở đây ta nghiên cứu I'' .

Nguồn công suất vô tận được xem như nối sau điện kháng này. Điện kháng của hệ thống có thể xác định gần đúng từ điều kiện sử dụng máy cắt điện (Ở giới hạn) đã được lắp tại điểm đã cho của hệ thống. Tức là dòng điện hay công suất khi ngắn mạch 3 pha ngay sau máy cắt điện thì bằng với dòng điện cắt định mức $I_{\text{đm cắt}}$ hay công suất cắt định mức $S_{\text{đm cắt}}$ của máy cắt điện để tìm điện kháng của hệ thống.

Nếu tại điểm nút ta xét có nhà máy điện địa phương thì ta phải trừ phần công suất ngắn mạch hay dòng điện ngắn mạch (S_C'' hay I_C'') do nhà máy địa phương cung cấp, tức là ở các công thức (7-28), (7-29) ta thay:

$$\begin{aligned} S_K'' &= S_{\text{đm cắt}} - S_C'' \\ I'' &= I_{\text{đm cắt}} - I_C'' \end{aligned} \quad (7-76)$$

Để đơn giản thì dòng điện ngắn mạch (tương ứng với công suất ngắn mạch) của nhà máy điện địa phương sẽ coi bằng thành phần chu kỳ của dòng điện ngắn mạch

lúc ban đầu, tức là dòng điện siêu quá độ lúc ban đầu (hay công suất cắt tương ứng của nó S_c ”).

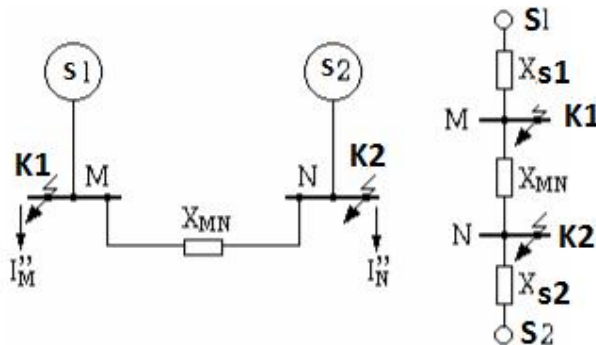
Ở trường hợp rất phức tạp, khi mỗi liên hệ với một hay nhiều hệ thống chưa biết thì có thể thực hiện ở một vài điểm. Tại mỗi điểm có thể có được một dòng điện ngắn mạch.

Ví dụ: Nếu ngắn mạch 3 pha liên tục xuất hiện tại các điểm M và N của sơ đồ hình 7- , có điện kháng x_{MN} nối giữa các điểm này, thì dòng điện siêu quá độ ban đầu là I_M'' và I_N'' . Điện kháng tương đương của toàn sơ đồ đối với những điểm này sẽ là:

$$\begin{aligned} x_{M\Sigma} &= \frac{U_{\text{trungbinh}}}{\sqrt{3}I_M''} \\ x_{N\Sigma} &= \frac{U_{\text{trungbinh}}}{\sqrt{3}I_N''} \end{aligned} \quad (7-77)$$

Hoặc thích ứng với sơ đồ thay thế hình 7. B là:

$$\begin{cases} x_{M\Sigma} = \frac{s_{s1}(s_{s2} + x_{MN})}{x_{s1} + x_{s2} + x_{MN}} \\ x_{N\Sigma} = \frac{s_{s2}(s_{s1} + x_{MN})}{x_{s1} + x_{s2} + x_{MN}} \end{cases} \quad (7-78)$$



Hình 7.3 Sơ đồ mạng điện hai nguồn

Hệ thống được xem như nguồn có công suất vô tận, tức là ở phía sau các kháng x_{S-1} và x_{S-2} sẽ có một điện áp hình sin có biên độ không đổi.

Thông thường, khó có khả năng để xác định giá trị trung bình của tỷ số x/r đối với hệ thống đã cho vì rằng giá trị của tỷ số này phụ thuộc vào rất nhiều vị trí của điểm ngắn mạch trong hệ thống. Như ta đã biết ở bảng 7-4 và 7-5 , trường hợp đường dây trên không và đặc biệt ở đường dây cáp, các giá trị x/r sẽ giảm, vậy nên tùy theo vị trí điểm ngắn mạch đối với thanh góp của nhà máy điện mà tỷ số của nó có khác nhau. Khi không có số liệu về các thành phần của hệ thống , thì một cách sơ bộ gần đúng đủ để đảm bảo thỏa mãn dự trữ khi tính toán, ta có thể coi như hệ thống có tỷ số $x/r = 50$.

7.7. Tính toán ngắn mạch trong mạng điện hạ áp

7.7.1 Dòng ngắn mạch 3 pha

Trong mạng điện hạ áp dòng ngắn mạch 3 pha cũng được xác định tương tự như ở mạng cao áp:

$$I_k^{(3)} = \frac{E_\Sigma}{Z_\Sigma} \quad (7-79)$$

trong đó: E_Σ - suất điện động quy về điện áp pha;

Z_Σ - tổng trở ngắn mạch.

Nếu có động cơ đồng bộ mắc trực tiếp tại điểm ngắn mạch thì giá trị của dòng ngắn mạch sẽ tăng thêm do có thành phần của dòng điện từ động cơ này. Giá trị dòng điện của động cơ được xác định theo biểu thức :

$$I_{dc} = \frac{P_{dc}}{\sqrt{3} \cdot U_{dc} \cdot h \cdot \cos j} \quad (7-80)$$

trong đó: P_{dc} - công suất định mức của động cơ;

U_{dc} - điện áp định mức của động cơ;

$h, \cos j$ - hệ số hiệu dụng và hệ số công suất của động cơ.

- Dòng xung kích của động cơ:

$$i_{xkd} = \sqrt{2} \cdot 4,5 I_{dc}$$

Lúc đó giá trị của dòng ngắn mạch sẽ là:

$$I_k = I_k^{(3)} + I_{dc} \quad (7-81)$$

Và dòng xung kích: $i_{xk} = i_{xk}^{(3)} + i_{xkdc}$

7.7.2 Xác định dòng ngắn mạch 1 pha

$$I_k^{(1)} = \frac{3 \cdot 0,95 \cdot E_f}{Z_{\Sigma 1} + Z_{\Sigma 2} + Z_{\Sigma 0}} \quad (7-82)$$

Trong đó: $Z_{\Sigma 1}, Z_{\Sigma 2}, Z_{\Sigma 0}$ - tổng trở thứ tự thuận, thứ tự nghịch và thứ tự không, có kể cả điện trở phụ.

Nếu không kể đến điện trở phía cao áp và điện trở của các thiết bị phụ thì có thể xác định tổng trở ngắn mạch một pha theo công thức sau:

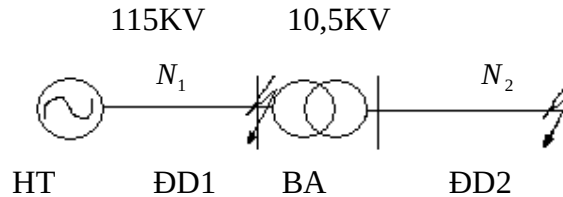
$$Z_\Sigma = \sqrt{(3R_B + 6R_f)^2 + (2X_B + X_{0B} + 7X_f)^2} \quad (7-83)$$

Khi đó dòng ngắn mạch một pha sẽ là:

$$I_k^{(1)} = \frac{3 \cdot 0,95 \cdot E_f}{Z_\Sigma} \quad (7-84)$$

7.8 Các bài toán điển hình

Bài 1: Tính toán ngắn mạch 3 pha tại điểm N_1 và N_2 trên sơ đồ mạng điện (như hình 1) được cung cấp từ hệ thống có điện áp không đổi là 115KV và công suất ngắn mạch là 950MVA, đường dây cung cấp ĐD1 dài 70km, được làm bằng dây AC -95, đường dây phân phối dài 5,3km, làm bằng dây AC-50, máy biến áp mã hiệu TMTH - 6,3/110 có công suất định mức $S_{nBA} = 6,3\text{MVA}$, điện áp ngắn mạch $U_k = 10,5\%$. (Giải theo 2 hệ đơn vị)



Hình 7.4. Sơ đồ mạng điện bài toán 1.

Giải:

a/ Hệ đơn vị có tên

$$U_{cb} = 10,5\text{KV}$$

$$X_{ht} = \frac{U_{cb}^2}{S_N} = \frac{10,5^2}{950} = 0,116\Omega$$

$$\text{AC-95 : } X_0 = 0,415 \Omega/\text{km}$$

$$r_0 = 0,33 \Omega/\text{km}$$

$$\text{AC-50 : } X_0 = 0,392 \Omega/\text{km}$$

$$r_0 = 0,64 \Omega/\text{km}$$

- Điện trở đường dây 70 km:

$$R_1 = r_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{cb}}{U} \right)^2 = 0,33 \cdot 70 \cdot \left(\frac{10,5}{115} \right)^2 = 0,192 \Omega$$

$$X_1 = x_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{cb}}{U} \right)^2 = 0,415 \cdot 70 \cdot \left(\frac{10,5}{115} \right)^2 = 0,247 \Omega$$

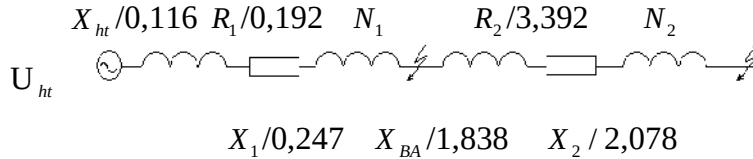
- Điện trở đường dây 5,3 km:

$$R_2 = r_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{cb}}{U} \right)^2 = 0,64 \cdot 5,3 \cdot \left(\frac{10,5}{115} \right)^2 = 3,392 \Omega$$

$$X_2 = x_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{cb}}{U} \right)^2 = 0,392 \cdot 5,3 \cdot \left(\frac{10,5}{10,5} \right)^2 = 2,078 \, \Omega$$

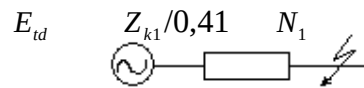
- Điện trở máy biến áp: $X_{BA} = \frac{U_k \cdot U_{cb}^2}{100 \cdot S_{BA}} = \frac{10,5 \cdot 10,5^2}{100 \cdot 6,3} = 1,838 \, \Omega$

Sơ đồ thay thế :



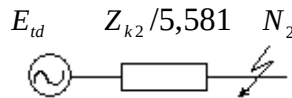
- Điện trở ngắn mạch đến điểm N_1 :

$$Z_{k1} = \sqrt{R_1^2 + (X_{ht} + X_1)^2} = \sqrt{0,192^2 + (0,116 + 0,247)^2} = 0,41 \, \Omega$$



- Điện trở ngắn mạch đến điểm N_2 :

$$\begin{aligned} Z_{k2} &= \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_{ht} + X_1 + X_{BA} + X_2)^2} = \\ &= \sqrt{(0,192 + 3,392)^2 + (0,116 + 0,247 + 1,838 + 2,078)^2} = \\ &= 5,581 \end{aligned}$$



- Dòng điện ngắn mạch 3 pha tại điểm N_1 :

$$I_{k1}^{(3)} = \frac{U_{cb}}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 0,41} = 14,756 \, \text{kA}$$

- Giá trị dòng ngắn mạch thực tế tại điểm N_1

$$I_{k1}'^{(3)} = I_{k1}^{(3)} \cdot \frac{U_{cb}}{U_d} = 14,756 \cdot \frac{10,5}{115} = 1,347 \, \text{kA}$$

- Hệ số xung kích k_{xk1} được xác định phụ thuộc vào tỷ số X_{k1} / R_{k1}

$$X_{k1} = X_{ht} + X_1 = 0,116 + 0,247 = 0,363 \, \Omega$$

$$R_{k1} = R_1 = 0,192 \, \Omega$$

$$X_{k1} / R_{k1} = 0,363/0,192 = 1,884 = 2$$

$$\Rightarrow k_{xk} = 1,2 \text{ (bảng 1)}$$

- Giá trị dòng xung kích:

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot k_{xk1} \cdot I_{k1}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,198 \cdot 1,347 = 2,283 \text{ kA}$$

- Giá trị hiệu dụng của dòng xung kích:

$$I_{xk1} = I_{k1}^{(3)} \sqrt{1 + 2(k_{xk} - 1)^2} = 1,347 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,198 - 1)^2} = 1,4 \text{ kA}$$

- Công suất ngắn mạch: $S_{k1} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{k1}^{(3)} = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 1,347 = 268,362 \text{ MVA}$.

- Dòng điện ngắn mạch 3 pha tại điểm N_2 :

$$I_{k2}^{(3)} = \frac{U_{cb}}{\sqrt{3} \cdot Z_{k2}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 3,581} = 1,086 \text{ kA}.$$

- Hệ số xung kích k_{xk2} được xác định phụ thuộc vào tỷ số X_{k2} / R_{k2}

$$X_{k2} = X_{ht} + X_1 + X_{BA} + X_2 = 4,28 \Omega$$

$$R_{k2} = R_1 + R_2 = 3,58 \Omega$$

$$X_{k2} / R_{k2} = 4,28/3,58 = 1,19$$

$$\Rightarrow k_{xk2} = 1,12 \text{ (bảng 1)}$$

- Giá trị dòng xung kích:

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot k_{xk1} \cdot I_{k2}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,12 \cdot 1,086 = 1,72 \text{ kA}.$$

- Giá trị hiệu dụng của dòng xung kích:

$$I_{xk2} = I_{k2}^{(3)} \sqrt{1 + 2(k_{xk} - 1)^2} = 1,086 \sqrt{1 + 2 \cdot (1,12 - 1)^2} = 1,1 \text{ kA}$$

- Công suất ngắn mạch: $S_{k2} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{k2}^{(3)} = \sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 1,086 = 19,75 \text{ MVA}$.

b/ Hệ đơn vị tương đối

- Chọn các tham số cơ bản

$$S_{cb} = 100 \text{ MVA}; U_{cb} = 10,5 \text{ kV}; I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} U_{cb}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ kA}.$$

- Điện trở của hệ thống: $X_{ht*} = \frac{S_{cb}}{S_{kht}} = \frac{100}{950} = 0,105$

- Điện trở đường dây 70km: $R_{1*} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_{dl}^2} = 0,33 \cdot 70 \cdot \frac{100}{115^2} = 0,175$

$$X_{1*} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_{d1}^2} = 0,415.70. \frac{100}{115^2} = 0,22$$

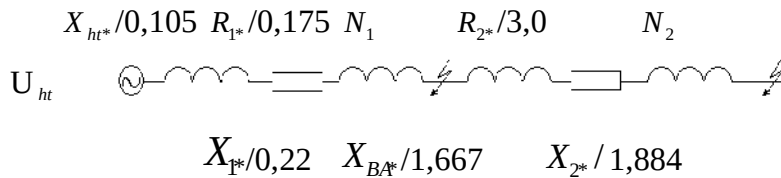
- Điện trở đường dây 5,3km:

$$R_{2*} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_{d2}^2} = 0,64.5,3. \frac{100}{105^2} = 3,077$$

$$X_{2*} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_{d2}^2} = 0,392.5,3. \frac{100}{105^2} = 1,884$$

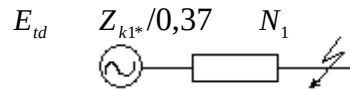
- Điện trở máy biến áp: $X_{BA*} = \frac{U_k \cdot S_{cb}}{100 \cdot S_{BA}} = \frac{10,5.100}{100 \cdot 6,3} = 1,667$

Sơ đồ thay thế:



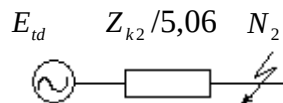
- Điện trở ngắn mạch đến điểm N_1 :

$$Z_{k1*} = \sqrt{R_{1*}^2 + (X_{ht*} + X_{1*})^2} = \sqrt{0,175^2 + (0,105 + 0,22)^2} = 0,37$$



- Điện trở ngắn mạch đến điểm N_2 :

$$\begin{aligned} Z_{k2*} &= \sqrt{(R_{1*} + R_{2*})^2 + (X_{ht*} + X_{1*} + X_{BA*} + X_{2*})^2} = \\ &= \sqrt{(0,175 + 3,077)^2 + (0,105 + 0,22 + 1,667 + 1,884)^2} = \\ &= 5,06 \end{aligned}$$



- Dòng điện ngắn mạch 3 pha tại điểm N_1 :

$$I_{k1}^{(3)} = \frac{I_{cb}}{Z_{k1*}} = \frac{5,5}{0,37} = 14,865 \text{ kA}$$

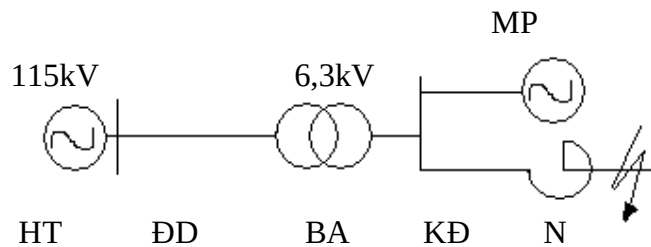
- Giá trị dòng điện ngắn mạch thực tế tại điểm N_1 :

$$I'_{k1} = I_{k1}^{(3)} \frac{U_{cb}}{U_d} = 14,865 \cdot \frac{10,5}{115} = 1,357 \text{ kA}$$

- Dòng điện ngắn mạch 3 pha tại điểm N_2 :

$$I_{k2}^{(3)} = \frac{I_{cb}}{Z_{k2}^*} = \frac{5,5}{5,06} = 1,087 \text{ kA}.$$

Bài 2: Hãy tính toán ngắn mạch 3 pha và 2 pha tại điểm N cho trên hình vẽ. Mạng điện được cung cấp từ hệ thống có công suất vô cùng lớn và công suất ngắn mạch $S_{kHT} = 1540 \text{ MVA}$, đường dây cung cấp 110 KV dài 45 km được làm bằng dây AC-120 ($r_0 = 0,27$; $x_0 = 0,415 \Omega / \text{km}$), máy biến áp mã hiệu TMT-4/110 có công suất 4 MVA , điện áp thứ cấp $U_{BA2} = 6,3 \text{ KV}$, điện áp ngắn mạch $U_k = 10,5\%$, cuộn kháng điện có các tham số $U_{kd} = 6,3 \text{ KV}$, $I_{kd} = 0,5 \text{ KA}$ và $x_{kd} = 0,05$; máy phát có công suất $S_{mp} = 15 \text{ MVA}$, điện trở siêu quá độ $x'' = 0,125$, suất điện động $E = 6,8 \text{ KV}$, điện áp định mức $U_{mp} = 6,3 \text{ KV}$.



Hình 7.5. Sơ đồ mạng điện bài toán 2

Giải:

Bài toán được giải trong hệ đơn vị có tên:

- Chọn $U_{cb} = 6,3 \text{ kV}$

- Vì giá trị điện trở tác dụng của máy biến áp nhỏ hơn nhiều lần so với điện trở phản kháng, nên để đơn giản ta coi $Z_{BA} = X_{BA}$.

- Điện trở tác dụng của các phần tử :

$$X_{ht} = \frac{U_{cb}^2}{S_k} = \frac{6,3^2}{1540} = 0,026 \Omega$$

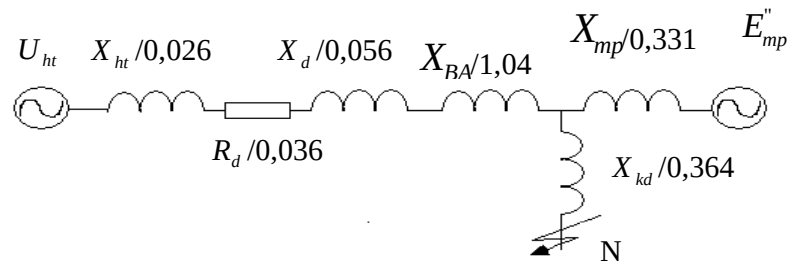
$$X_{BA} = \frac{U_k \cdot U_{cb}^2}{100 \cdot S_{BA}} = \frac{10,5 \cdot 6,3^2}{100 \cdot 4} = 1,042 \Omega$$

$$X_{mp} = x_d'' \cdot \frac{U_{cb}^2}{S_{mp}} = 0,125 \cdot \frac{6,3^2}{15} = 0,331 \Omega$$

$$R_d = r_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{cb}}{U_d} \right)^2 = 0,2745 \cdot \left(\frac{6,3}{115} \right)^2 = 0,036 \Omega$$

$$X_d = x_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{cb}}{U_d} \right)^2 = 0,41545 \cdot \left(\frac{6,3}{115} \right)^2 = 0,056 \Omega$$

Sơ đồ thay thế:



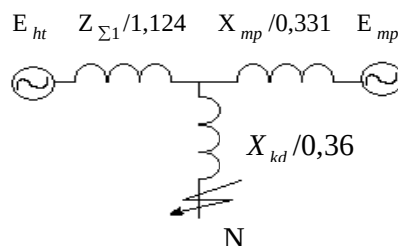
$$\begin{aligned} Z_{\Sigma 1} &= \sqrt{R_d^2 + (X_{ht} + X_d + X_{BA})^2} = \\ &= \sqrt{0,036^2 + (0,026 + 0,056 + 1,042)^2} \\ &= 1,124 \Omega \end{aligned}$$

$$g_{\Sigma 1} = \frac{1}{Z_{\Sigma 1}} = \frac{1}{1,124} = 0,89$$

$$g_{mp} = \frac{1}{X_{mp}} = \frac{1}{0,331} = 3,021$$

Suất điện động của hệ thống quy về cấp cơ sở: $E_{HT} = \frac{6,3}{\sqrt{3}} = 3,64 \text{ kV}$;

Suất điện động của máy phát quy về điện áp pha: $E_{mp} = \frac{6,8}{\sqrt{3}} = 3,93 \text{ kV}$;

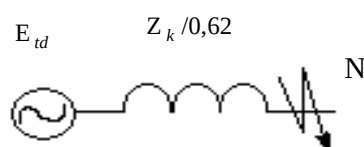


Suất điện động tương đương:

$$E_{td} = \frac{E_{HT} \cdot g_{\Sigma 1} + E_{mp} \cdot g_{mp}}{g_{\Sigma 1} + g_{mp}} = \frac{3,64 \cdot 0,89 + 3,93 \cdot 3,021}{0,89 + 3,021} = 3,7 \text{ kV}$$

$$Z_{td} = \frac{1}{g_{\Sigma 1} + g_{mp}} = \frac{1}{3,911} = 0,256 \, \Omega$$

$$Z_k = Z_{td} + X_{kd} = 0,256 + 0,364 = 0,62 \, \Omega$$



$$I_k^{(3)} = \frac{E_{td}}{Z_k} = \frac{3,7}{0,62} = 5,97 \text{ kA}$$

$$I_k^{(2)} = 0,87 \cdot I_k^{(3)} = 0,87 \cdot 5,97 = 5,2 \text{ kA}$$

$$i_{xk} = 2,55 \cdot I_k^{(3)} = 2,55 \cdot 5,97 = 15,22 \text{ kA}$$

$$I_{xk} = q_{xk} \cdot I_k^{(3)} = 1,52 \cdot 5,97 = 9,1 \text{ kA}$$

$$S_k = \sqrt{3} \cdot I_{xk}^{(3)} \cdot U = \sqrt{3} \cdot 5,97 \cdot 6,3 = 65,14 \text{ MVA.}$$

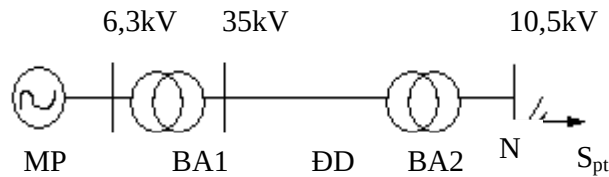
Câu hỏi và bài tập chương 7

Câu hỏi

- 1- Ngắn mạch là gì? Trong thực tế, lưới điện ba pha thường gặp dạng ngắn mạch nào? Việc tính toán ngắn mạch cần phải xác định các đại lượng nào? Và tính các đại lượng đó để làm gì?
- 2- Mục đích, ý nghĩa của việc tính toán ngắn mạch?
- 3- Hãy trình bày phương pháp đường cong tính toán để tính toán ngắn mạch 3 pha và 2 pha? Trình tự các bước giải bài toán ngắn mạch theo phương pháp đường cong tính toán.
- 4- Trình bày phương pháp gần đúng tính ngắn mạch trong mạng điện trung áp và hạ áp? Phương pháp tính ngắn mạch một pha trong mạng điện áp thấp?
- 5- Nguyên nhân tác hại và các biện pháp ngăn ngừa ngắn mạch?

Bài tập

Bài 1: Hãy tính toán ngắn mạch tại điểm N trên sơ đồ như hình vẽ



Các phần tử của hệ thống có các tham số như sau:

Máy phát: công suất định mức $S_{dm} = 16 \text{ MVA}$, điện trở siêu quá độ dọc trục $x_d'' = 0,125$, suất điện động trong hệ đơn vị tương đối $E^* 1,12$, điện áp định mức $U_{mp} = 6,3\text{kV}$;

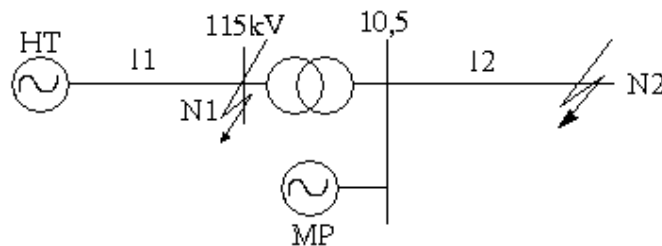
Máy tăng áp 6,3/37kV có công suất định mức $S_{BA1} = 10 \text{ MVA}$, điện áp ngắn mạch $U_{k1} = 7,5\%$. Máy giảm áp 37/10,5kV có công suất định mức $S_{BA2} = 5,6\text{MVA}$, $U_{k2} = 7,5\%$.

Đường dây 35kV dài 42 km làm bằng dây AC-120 có điện trở

$r_0 = 0,27$ và $x_0 = 0,39 \Omega/\text{km}$;

Phụ tải mắc trên thanh cái 10,5kV của trạm biến áp có giá trị $S_{pt} = 4,5 \text{ kV}$, $\cos\varphi = 0,8$.

Bài 2: Hãy tính toán ngắn mạch tại điểm N_1 và N_2 trong mạng điện cho như hình:



Các tham số của các phần tử như sau:

Hệ thống: $U = 115\text{kV}$, $S_k = 860\text{MVA}$;

Máy biến áp: TMTH-16/110, 115/10,5kV, $S_{BA} = 16\text{MVA}$, $U_k = 10,5\%$;

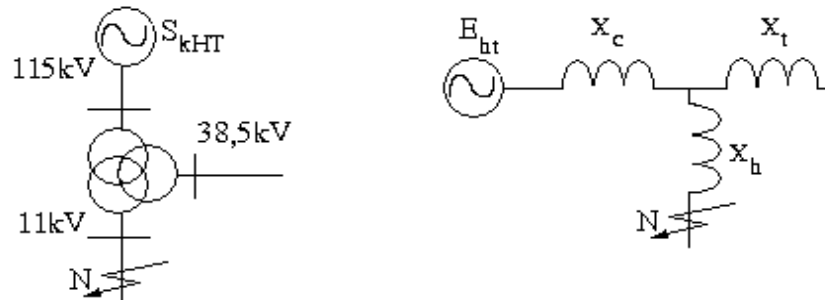
Máy phát: $E_{mp} = 11\text{kV}$, $S_{mp} = 20\text{MVA}$, $x_d'' = 0,125$, $U_{nmp} = 10,5\text{kV}$;

Đường dây 1: AC-120, $U = 115\text{kV}$, $l_1 = 45\text{km}$, $r_{01} = 0,27\Omega/\text{km}$, $x_{01} = 0,41\Omega/\text{km}$;

Đường dây 2: AC-70, $U_2 = 10,5\text{kV}$, $l_2 = 5,5\text{km}$, $r_{01} = 0,46\Omega/\text{km}$, $x_{02} = 0,38\Omega/\text{km}$

Yêu cầu: giải trong cả 2 hệ đơn vị: có tên và tương đối ;

Bài 3: Tính toán ngắn mạch tại điểm N trên thanh cái phía 10,5kV của máy biến áp 3 pha 3 cuộn dây cho ở sơ đồ sau:



Công suất định mức của máy biến áp $S_{nBA} = 40 \text{ MVA}$, $U_{kCH} = 17,5\%$, $U_{kCT} = 10,5\%$, $U_{kTH} = 6,5\%$; Công suất ngắn mạch của hệ thống $S_{kHT} = 1250 \text{ MVA}$.

(giải trong hệ đơn vị có tên và tương đối)

Bài 4: Một mạng điện gồm hai mạch giống nhau làm việc song song bởi máy cắt MC; các ham số của các phần tử:

Máy phát có công suất định mức $S_{dm} = 20 \text{ MVA}$, điện trở siêu quá độ dọc trục $x_d'' = 0,125$, điện áp định mức $U_{dm} = 10,5 \text{ kV}$, suất điện động trong hệ đơn vị tương đối $E_{mp*} = 1$.

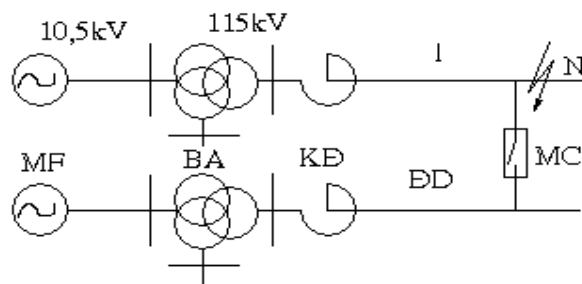
Máy biến áp: $S_{BA} = 10 \text{ MVA}$; $U_{kCT} = 10,5\%$, $U_{kCH} = 17\%$, $U_{kTH} = 6\%$.

Kháng điện: dòng điện định mức $I_{kd} = 1,2 \text{ kA}$; $U_{kd} = 115 \text{ kV}$, và $x_{kd} = 0,1$.

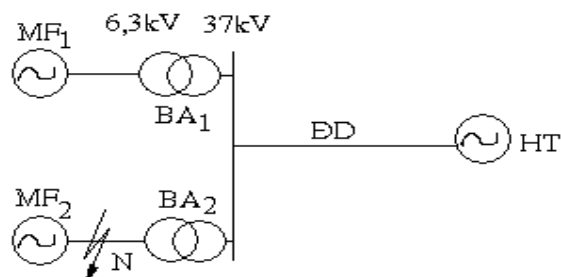
Đường dây dài 35km có $x_0 = 0,415 \Omega/\text{km}$.

Hãy xác định dòng điện ngắn mạch 3 pha trong hai trường hợp

- khi máy cắt MC mở.
- khi máy cắt MC đóng.

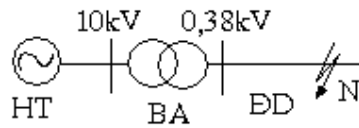


Bài 5: Tính toán ngắn mạch 3 pha tại điểm N cho trên sơ đồ :



Hệ thống có công suất ngắn mạch $S_k = 250\text{MVA}$; Máy biến áp 1 và 2 có công suất như nhau: $S_{BA} = 10\text{MVA}$; $U_k = 7,5\%$; Các máy phát 1 và 2 có các tham số: $S_{mp} = 15\text{MVA}$, $x_d'' = 0,20$, $U_{mp} = 6,3\text{kV}$, sdd $E'' = 6,6\text{kV}$; đường dây AC-95 dài 75km, 35kV có $x_0 = 0,4\Omega/\text{km}$.

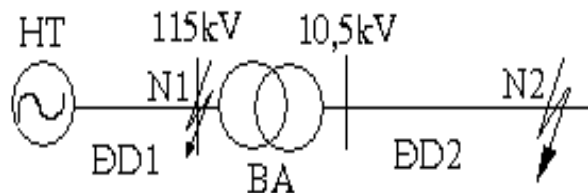
Bài 6: Tính toán ngắn mạch trong mạng điện hạ áp tại điểm N cho trên sơ đồ như hình vẽ:



Hệ thống có công suất ngắn mạch $S_k = 342\text{MVA}$; Máy biến áp: $S_{nBA} = 180\text{kVA}$; $U_k = 5,5\%$, $\Delta P_k = 4,1\text{kW}$. đường dây hạ áp dài 0,65km; $r_0 = 0,34$, $x_0 = 0,3\text{kW}$.

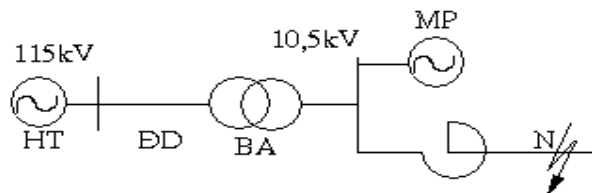
Bỏ qua điện trở của các thiết bị phụ.

Bài 7: Tính toán ngắn mạch 3 pha tại điểm N_1 và N_2 cho trên sơ đồ mạng điện (như hình vẽ)



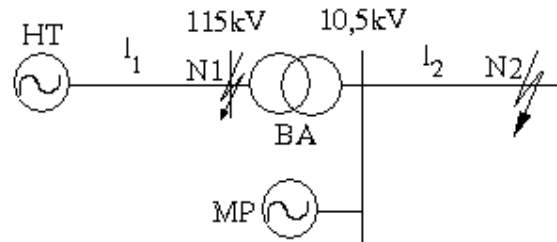
Hệ thống có điện áp không đổi là 115kV và công suất ngắn mạch là 950 MVA, đường dây cung cấp ĐD1 dài 65km, được làm bằng dây AC -120, đường dây phân phối dài 4km bằng dây AC-70, máy biến áp mã hiệu TMTH-10/110 có công suất định mức $S_{nBA} = 10\text{MVA}$, điện áp ngắn mạch $U_k = 10,5\%$. (Giải trong cả hai hệ đơn vị)

Bài 8: Hãy tính toán ngắn mạch 3 pha và 2 pha tại điểm N cho trên sơ đồ .



Mạng điện được cung cấp từ hệ thống có công suất vô cùng lớn với công suất ngắn mạch $S_{kHT} = 750\text{MVA}$, đường dây cung cấp 110kV dài 105km làm bằng dây ACO-240 ($r_0 = 0,12$ và $x_0 = 0,424\Omega/\text{km}$), máy biến áp mã hiệu TMTH-60/110 có công suất 60MVA, điện áp thứ cấp $U_{BA2} = 10,5\text{kV}$, điện áp ngắn mạch $U_k = 10,5\%$, cuộn kháng điện có các tham số $U_{nkd} = 6,3\text{kV}$, $I_{nkd} = 0,5\text{kA}$, và $x_{kd} = 0,05$; máy phát có công suất $S_{mp} = 50\text{MVA}$, điện trở siêu quá độ $x'' = 0,125$, suất điện động $E = 11\text{kV}$, điện áp định mức $U_{dm} = 10,5\text{kV}$.

Bài 9: Hãy tính toán ngắn mạch tại điểm N1 và N2 trong mạng điện trong sơ đồ sau:



Các tham số của các phần tử như sau:

Hệ thống: $U = 115\text{kV}$, $S_k = 860\text{MVA}$.

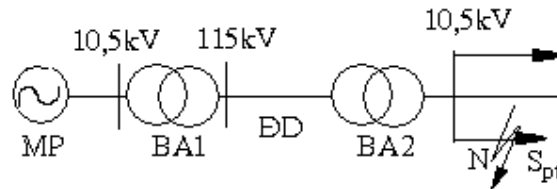
Biến áp : TMTH-25/110, 115/6,3kV, $S_{BA} = 25\text{MVA}$, $U_k = 10,5\%$.

Máy phát: $E_{mp} = 6,5\text{kV}$, $S_{mp} = 30\text{MVA}$, $x_d'' = 0,125$, $U_{nmp} = 10,5\text{kV}$.

ĐD1 AC-150, $U_1 = 115\text{kV}$, $l_1 = 30\text{km}$, $r_{01} = 0,21\Omega/\text{km}$, $x_{01} = 0,41\Omega/\text{km}$.

Đd2 AC-95, $U_2 = 6,3\text{kV}$, $l_2 = 4,2\text{km}$, $r_{02} = 0,34\Omega/\text{km}$, $x_{02} = 0,37\Omega/\text{km}$.

Bài 10: Hãy tính toán ngắn mạch tại điểm N trên sơ đồ mạng điện như hình vẽ



Các phần tử của hệ thống có các tham số sau:

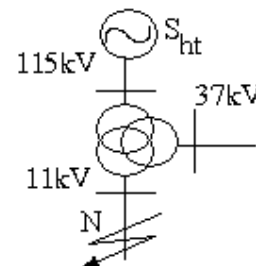
Máy phát: công suất định mức $S_{mp} = 50\text{MVA}$, điện trở siêu quá độ dọc trục $x_d'' = 0,132$, suất điện động trong hệ đơn vị tương đối $E_* = 1,1$; điện áp định mức $U_{mp} = 10,5\text{kV}$.

Máy tăng áp 10,5/115kV, có công suất định mức $S_{BA1} = 25\text{MVA}$, điện áp ngắn mạch $U_{k1} = 10,5\%$. Máy giảm áp 115/10,5kV có công suất định mức $S_{BA2} = 10\text{MVA}$, $U_{k2} = 10,5\%$

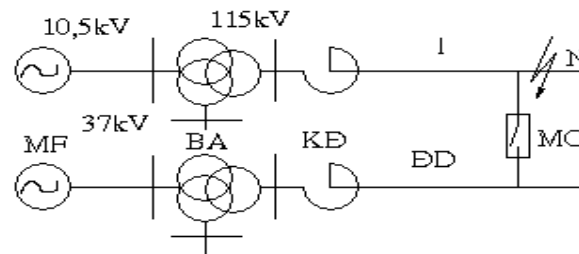
Đường dây 35kV dài 82km, làm bằng dây AC-150 có điện trở $r_0 = 0,21$ và $x_0 = 0,41 \Omega/\text{km}$. Phụ tải mắc trên thanh cái 10,5kV của trạm biến áp có giá trị $S_{pt} = 7,6\text{MVA}$, $\cos\varphi = 0,82$.

Bài 11: Tính toán ngắn mạch tại điểm N trên thanh cái phía 10,5kV của máy biến áp ba pha ba cuộn dây cho trên sơ đồ.

Công suất định mức của máy biến áp $S_{nBA} = 10\text{MVA}$, $U_{kCH} = 17\%$, $U_{kCT} = 10,5\%$, $U_{kTH} = 6\%$. Công suất ngắn mạch của hệ thống $S_{kHT} = 950\text{MVA}$.



Bài 12: Một mạng điện gồm hai mạch giống nhau làm việc song song bởi máy cắt MC



Các tham số của các phần tử:

Máy phát có công suất định mức $S_{dm} = 30\text{MVA}$, điện trở siêu quá độ dọc trục $x_d'' = 0,132$, điện áp định mức $U_{dm} = 10,5\text{kV}$, suất điện động trong hệ đơn vị tương đối $E_{mp*} = 1$.

Máy biến áp: $S_{BA} = 25\text{MVA}$; $U_{kCT} = 10,5\%$, $U_{kCH} = 17,5\%$, $U_{kTH} = 6,6\%$.

Kháng điện: dòng điện định mức $I_{kd} = 1,3\text{kA}$; $U_{kd} = 115\text{kV}$, và $x_{kd} = 0,08$.

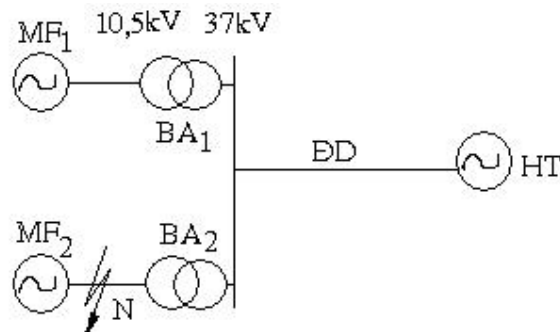
Đường dây AC-150 dài 86km có $x_0 = 0,41\Omega/\text{km}$.

Hãy xác định dòng điện ngắn mạch 3 pha trong hai trường hợp

a- khi máy cắt MC mở.

b- khi máy cắt MC đóng.

Bài 13: Tính toán ngắn mạch 3 pha tại điểm N cho trên sơ đồ :



Hệ thống có công suất ngắn mạch $S_k = 360\text{MVA}$; Máy biến áp 1 và 2 có công suất như nhau: $S_{BA} = 7,5\text{MVA}$; $U_k = 7,5\%$; Các máy phát 1 và 2 có các tham số: $S_{mp} = 10\text{MVA}$, $x_d'' = 0,25$, $U_{mp} = 10,5\text{kV}$, sđđ $E'' = 11\text{kV}$; đường dây AC-95 35kV dài 38km có $x_0 = 0,4\Omega/\text{km}$ (bỏ qua r_0)

Bỏ qua điện trở của các thiết bị phụ.

Chương 8

LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ CUNG CẤP ĐIỆN HẠ ÁP

Trong điều kiện vận hành các khí cụ điện, sứ cách điện và các bộ phận cách điện khác có thể ở 3 chế độ cơ bản sau:

- Chế độ làm việc lâu dài.
- Chế độ làm việc quá tải.
- Chế độ làm ngắn mạch.

Trong chế độ làm việc lâu dài, các khí cụ điện, sứ cách điện và các bộ phận dẫn điện khác sẽ làm việc tin cậy hơn nếu chúng được chọn theo đúng điện áp và định mức.

Trong điều kiện quá tải, định mức qua khí cụ điện và các bộ phận dẫn điện khác sẽ lớn hơn so với định mức. Sự làm việc tin cậy của các phần tử trên được đảm bảo bằng cách quy định giá trị và thời gian điện áp hay định tăng cao không vượt quá giới hạn cho phép.

Trong tình trạng ngắn mạch, các khí cụ điện, sứ cách điện và các bộ phận dẫn điện khác vẫn đảm bảo sự làm việc tin cậy nếu quá trình lựa chọn chúng chỉ căn cứ theo đúng điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt. Dĩ nhiên, khi xảy ra ngắn mạch để hạn chế tác hại của nó cần nhanh chóng loại bỏ các bộ phận hư hỏng ra khỏi mạng điện.

Đối với máy cắt điện, máy cắt phụ tải và cầu chì khi lựa chọn cần thêm điều kiện cắt của chúng.

Việc lựa chọn các khí cụ điện và các bộ phận cách điện khác phải thỏa mãn yêu cầu hợp lý về kinh tế và kỹ thuật.

8.1 Điều kiện chung để lựa chọn thiết bị hạ áp

8.1.1 Chọn theo điều kiện làm việc lâu dài

8.1.1.1. Chọn theo điện áp định mức

Điện áp định mức của khí cụ điện được ghi trên nhãn hay ghi trong lý lịch máy, phù hợp với cách cấp điện của nó. Ngoài ra, khi chế tạo các khí cụ điện đều có dự trữ độ bền về điện nên cho phép chúng làm việc lâu dài không hạn chế với điện áp cao hơn điện áp định mức 10-15% gọi là điện áp làm việc cực đại của khí cụ điện. Do vậy, khi chọn khí cụ điện phải thỏa mãn điều kiện áp sau:

$$U_{dmKCD} + \Delta U_{dmKCD} \geq U_{dm.mạng} + \Delta U_{mạng} \quad (8-1)$$

Ở đây: - $\Delta U_{mạng}$: Độ lệch điện áp có thể của mạng so với điện áp định mức trong điều kiện vận hành.

- U_{dmKCD} : Điện áp định mức của khí cụ điện (CKĐ).
- ΔU_{dmKCD} : Độ tăng điện áp cho phép của khí cụ điện.
- $U_{dm.mạng}$: Điện áp định mức của mạng điện nơi thiết bị và khí cụ điện làm việc.

- ΔU_{mang} : Độ lệch điện áp có thể của mạng, so với điện áp định mức trong điều kiện vận hành.

Bảng sau đây ghi rõ trị số độ lệch điện áp cho phép tương đối so với điện áp định mức của khí cụ điện.

Bảng 8-1: Độ lệch điện áp cho phép tương đối so với điện áp định mức

Cáp điện lực: $1.1U_{dm}$	Dao cách ly: $1.15 U_{dm}$	Máy biến dòng điện: $1.1 U_{dm}$
Cái chống sét: $1.25 U_{dm}$	Máy cách điện: $1.15 U_{dm}$	Máy biến điện áp: $1.1 U_{dm}$
Sứ cách điện: $1.15 U_{dm}$	Kháng điện: $1.1 U_{dm}$	Cầu chì: $1.1 U_{dm}$

Các trị số điện áp cho phép nói trên tương ứng với điều kiện các thiết bị, khí cụ điện lắp đặt ở độ cao bé hơn 1000m so với mặt biển. Nếu độ cao lắp đặt các thiết bị và khí cụ điện bé hơn 1000m so với mặt biển thì điện áp định mức cho phép phải được giảm xuống và không được vượt quá điện áp định mức.

Các trị số điện áp cho phép nói trên tương ứng với điều kiện các thiết bị, khí cụ điện lắp đặt ở độ cao bé hơn 1000m so với mặt biển. Nếu độ cao lắp đặt các thiết bị và khí cụ điện lớn hơn 1000m so với mặt biển thì điện áp cho phép phải được giảm xuống và không được vượt quá điện áp định mức.

8.1.1.2. Chọn theo dòng điện định mức

Dòng điện định mức của khí cụ điện I_{dmkcd} do nhà máy chế tạo cho sẵn và chính là dòng điện đi qua KCD trong thời gian không hạn chế với môi trường xung quanh là định mức. Chọn khí cụ điện theo dòng điện định mức sẽ đảm bảo cho các bộ phận của nó không bị đốt nóng trong nguy hiểm trong tình trạng làm việc lâu dài định mức.

Khi chọn thiết bị khí cụ điện, ta phải đảm bảo cho dòng điện định mức của nó hơn hay bằng dòng điện làm việc cực đại của mạch điện I_{lvmax} , tức là:

$$I_{dmkcd} \geq I_{lvmax} \quad (8-2)$$

Dòng điện làm việc cực đại của mạch tính như sau:

- ✓ Lúc cắt một trong hai đường dây làm việc song song, đường dây còn lại phải gánh toàn bộ phụ tải.
- ✓ Đối với mạch máy biến áp: ta tính khi máy biến áp sử dụng khả năng quá tải của nó.
- ✓ Đối với đường dây cáp không có dự trữ: tính khi sử dụng khả năng quá tải của nó.
- ✓ Đối với thanh góp nhà máy điện: tính bằng 1.05 lần dòng điện định mức của nó; vì máy phát điện chỉ cho phép quá tải về dòng điện quá 5%.

Các khí cụ điện được chế tạo với nhiệt độ định mức của môi trường xung quanh là $+35^{\circ}\text{C}$. Nếu nhiệt độ môi trường xung quanh q_{xq} khác với nhiệt độ định mức thì phải hiệu chỉnh dòng điện cho phép của khí cụ điện, cụ thể:

+ Nếu $q_{xq} > 35^{\circ}\text{C}$ thì:

$$I' = I_{dmKCD} * \sqrt{\frac{q_{cp} - q_{xq}}{q_{cp} - 35}} \quad (8-3)$$

Ở đây: q_{cp} - là nhiệt độ cho phép nhỏ nhất đối với các phần riêng lẻ của khí cụ điện.

+ Nếu $q_{xq} < 35^{\circ}\text{C}$ thì dòng điện I'_{cp} có thể tăng lên $0.005 I_{dmKCD}$ mỗi khi nhiệt độ giảm xuống 1°C so với $+35^{\circ}\text{C}$, nhưng tất cả không được vượt quá $0.2 I_{dmKCD}$.

8.1.2 Kiểm tra theo điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt

8.1.2.1. Kiểm tra ổn định lực điện động

Đối với mạng điện có điện áp U từ 1(KV) đến 35(KV) điểm trung tính không nối đất, dòng điện ngắn mạch lớn nhất là dòng điện ngắn mạch ba pha. Do vậy, ta lấy dòng điện đó để kiểm tra ổn định lực điện động của các thiết bị. Đối với mạng có điện áp có U lớn hơn 110(KV), điểm trung tính trực tiếp nối đất, dòng điện ngắn mạch lớn nhất có thể là dòng điện ngắn mạch một pha hoặc ba pha. Khi kiểm tra các thiết bị của mạng này về phương diện ổn định lực điện động, ta phải chọn dòng ngắn mạch lớn nhất trong số hai dòng ngắn mạch đó:

Điều kiện kiểm tra ổn định động của khí cụ điện là:

$$i_{max} \geq i_{xk} \text{ hay } I_{max} \geq I_{xk} \quad (8-4)$$

Ở đây: i_{max} , I_{max} - trị số biên độ và trị số hiệu dụng của dòng điện cực đại cho phép, đặc trưng ổn định động cao của khí cụ điện.

i_{xk} , I_{xk} - trị số biên độ và trị số hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch xung kích.

Như vậy, khả năng ổn định động (nói một cách khác, đó là khả năng chống lại tác dụng của lực điện động) của khí cụ điện được đặt trưng bởi dòng điện ổn định động định mức $i_{dm.d}$. Dòng điện này chính là dòng điện cực đại có thể chạy qua khí cụ điện mà lực điện động do nó sinh ra không thể phá hoại khí cụ điện được:

$$i_{max} = i_{dm.d} \geq i_{xk}$$

8.1.2.2 Kiểm tra ổn định nhiệt

Dây dẫn và khí cụ điện có dòng điện chạy qua sẽ bị nóng lên vì có các tổn thất công suất. Các tổn thất này phụ thuộc vào những yếu tố sau: điện áp, tần số v.v... nhưng chủ yếu là bình phương dòng điện.

Khi nhiệt độ của khí cụ và dây dẫn cao quá thì sẽ làm cho chúng hư hỏng hay giảm thời gian phục vụ. Do đó, cần phải qui định nhiệt độ cho phép của chúng khi làm việc bình thường cũng như ngắn mạch.

Đối với dây dẫn, điều kiện kiểm tra ổn định nhiệt có thể áp dụng 1 trong 3 biện pháp sau:

+ Căn cứ vào nhiệt độ cuối cùng của dây dẫn khi ngắn mạch phải nhỏ hơn hay bằng nhiệt độ cho phép lớn nhất của chúng khi ngắn mạch.

+ Căn cứ vào tiết diện bé nhất của dây dẫn để có ổn định nhiệt.

Dây dẫn được ổn định nhiệt nếu tiết chọn $S_{\text{chọn}}$ lớn hơn hay bằng tiết diện nhỏ nhất để có ổn định nhiệt S_{min} : $S_{\text{chọn}} \geq S_{\text{min}}$

$$\text{Với } S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_n}}{C_T} \quad (8-5)$$

C_T : là hệ số phụ thuộc vào nhiệt độ cho phép khi ngắn mạch và vật liệu dẫn, cho sau đây:

Bảng 8.2 Bảng tra C_T

Vật liệu dây dẫn	Nhiệt độ ban đầu (t ⁰ c)	Nhiệt độ cuối cùng	Hệ số C_T
+ Thanh dẫn	70	300	171
+ Thanh dẫn nhôm	70	200	88
+Cáp đến 10kv, cách điện giấy, lõi nhôm.	6.5	200	8.5
+ Cáp và dây dẫn, cách điện polyvininlorua, lõi nhôm.	5.5	150	7.5
+Cáp và dây dẫn cách điện polyetylen, lõi nhôm.	6.5	200	6.5
+ Cáp 10kv, lõi đồng.	6.5	200	159

8.2 Lựa chọn dây dẫn và cáp

8.2.1 Chọn tiết diện dây dẫn theo điều kiện phát nóng

Khi có dòng điện chạy qua dây dẫn và dây cáp thì vật dẫn bị nóng, nếu nhiệt độ dây dẫn và cáp quá cao có thể làm chúng bị hư hỏng hoặc giảm tuổi thọ, độ bền cơ học của kim loại cũng bị giảm xuống. Do vậy, nhà chế tạo đã quy định sẵn nhiệt độ cho phép đối với mỗi loại dây dẫn và cáp.

Khi nhiệt độ không khí là $\pm 25^{\circ}\text{C}$, người ta qui định nhiệt độ cho phép của thanh cáp và dây dẫn trần là 70°C . Đối với cáp chôn trong đất ẩm có nhiệt độ là $+15^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ cho phép chỉ được dao động trong khoảng $+60 \div 80^{\circ}\text{C}$ tùy theo từng loại cáp. Dây bọc cao su có nhiệt cho phép 55°C v.v...

Nếu nhiệt độ dây dẫn và dây cáp đặt tại nơi nào khác với nhiệt độ qui định thì phải hiệu chỉnh k (k- cho tring các số tay tra cứu). Do đó tiết diện dây cáp và dây dẫn chọn phải thoả mãn điều kiện sau:

$$K.I_{cp} = I_{lvmax}$$

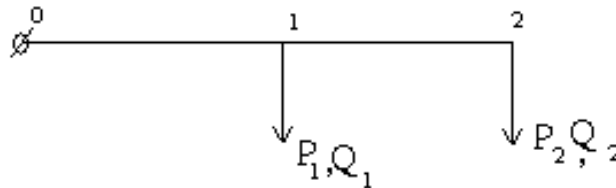
Dòng điện cho phép I_{cp} là dòng điện lớn nhất có thể chạy qua dây dẫn trong thời gian không hạn chế mà không làm cho nhiệt độ của nó vượt quá trị số cho phép.

8.2.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp theo tổn thất điện áp cho phép

Đối với mạng điện địa phương, ta phải dựa vào tổn thất điện áp cho phép để lựa chọn tiết diện dây dẫn vì mạng điện địa phương thường có công suất bé, tiết diện dây dẫn nhỏ và do đó điện trở dây dẫn lớn. Do vậy, nếu tăng tiết diện dây dẫn sẽ làm giảm tổn thất điện áp không vượt quá mức tổn thất điện áp cho phép.

a. Xác định tiết diện dây dẫn khi toàn bộ đường dây cùng một tiết diện

Xét một mạng điện đơn giản hình 8.1 :



Hình 8.1 Đường dây cùng tiết diện

Công thức để tính điện áp:

$$\Delta U = \frac{1}{U_{\tilde{m}}} \sum_{i=1}^n (p_i r_i + Q_i x_i) \quad (8-6)$$

Nếu toàn bộ đường dây cùng một tiết diện, cùng một vật liệu ta sẽ được

$$\Delta U = \frac{r_0 \sum_{i=1}^n p_i l_i}{U_{\tilde{m}}} + \frac{x_0 \sum_{i=1}^n Q_i l_i}{U_{\tilde{m}}} \quad (8-7)$$

$$\Delta U = \frac{r_0 \sum_{i=1}^n p_i l_i}{U_{\tilde{m}}} + \frac{x_0 \sum_{i=1}^n q_i l_i}{U_{\tilde{m}}} = \Delta U' + \Delta U'' \quad (8-8)$$

Với : $\Delta U'$ là tổn thất điện áp do công suất tác dụng và điện trở đường dây gây nên:
 $\Delta U''$ tổn thất điện áp do công suất phản kháng đường dây gây nên.

Nếu biết x_0 ta sẽ tính được $\Delta U''$:

$$\Delta U'' = \frac{x_0 \sum_{i=1}^n Q_i l_i}{U_{\tilde{n}m}} \quad (8-9)$$

Giá trị điện kháng trên 1km đường dây x_0 nói chung ít thay đổi dù dây lớn hay nhỏ. Do đó có thể lấy trị số trung bình nào đó để tính $\Delta U''$.

Đối với đường dây cao thế trên không thì x_0 trung bình có thể lấy 0.35 đến 0.45 /KM, đối với đường dây hạ áp trên không thì x_0 trung bình lấy bằng 0.25 /KM, còn đối với đường dây cáp thì $x_0 = 0.07$ /KM

Trị số tổn thất điện áp cho phép ΔU_{cp} từ nguồn đến phụ tải xa nhất đã cho theo yêu cầu của mạng điện. Do vậy ta tính được

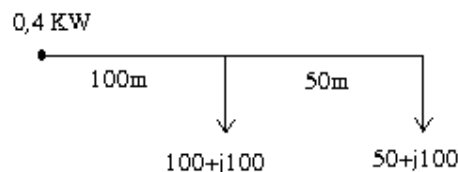
$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U''.$$

Biết $\Delta U = \frac{r_0 \sum_{i=1}^n P_i l_i}{U_{\tilde{n}m}}$, thay $r_0 = \frac{l}{gF}$ với g điện dẫn suất của vật liệu dây dẫn. Do vậy, ta tính được tiết diện F như sau:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n P_i l_i}{g U_{\tilde{n}m} \Delta U'} \quad \text{hay} \quad F = \frac{\sum_{i=1}^n P_i l_i}{g U_{\tilde{n}m} \Delta U'} (mm^2) \quad (8-10)$$

Căn cứ vào trị số tính toán F , ta tra bảng chọn tiết diện dây dẫn tiêu chuẩn gần nhất. Đồng thời xác định được r_0 và x_0 ứng với dây dẫn đã chọn, tính lại tổn thất điện áp, sau cùng so sánh với ΔU_{cp} . Nếu chưa đạt yêu cầu, ta hãy tăng tiết diện dây dẫn lên một cấp và tính lại.

Ví dụ 8.1: Tính chọn dây dẫn cho mạng điện, biết mạng sử dụng dây đồng $D > 300mm$.



Hình 8.2 Sơ đồ đường dây

Giải: Do mạng cùng một tiết diện nên:

$$\Delta U_{cp} = 5\% U_{\tilde{n}m} = 20V$$

Chọn $x_0 = 0,25$ (mạng hạ áp)

$$\Delta U_Q = \frac{\sum Q_i X_i}{U_{\tilde{m}}} = \frac{0,25[(200.0,1) + (100.0,05)]}{0,4} = 15,625V$$

$$\Delta U_P = \Delta U_{cp} - \Delta U_Q = 20 - 15,625 = 4,375V$$

$$F = \frac{\sum P_i [KW].l [KM]}{g U_{\tilde{m}} \Delta U_P} = \frac{(150.0,1) + (50.0,05)}{53.0,4.0,004735} = 188mm^2$$

Chọn dây 300: $r_0 = 0,07$, $x_0 = 0,19$

$$\Delta U = \frac{\sum (P_i R_i + Q_i X_i)}{U_{\tilde{m}}} = \frac{(150.0,07.0,1) + (200.0,19.0,1)}{0,4} = 12V$$

b. Xác định tiết diện dây dẫn theo mật độ dòng điện không đổi

- Đối với mạng điện cao áp: lựa chọn dây dẫn, dây cáp theo điều kiện kinh tế (tức mật độ dòng điện kinh tế J_{kt}). Khi cần thiết có thể kiểm tra lại theo điều kiện tổn thất điện áp và phát nóng khi sự cố. Đối với cáp bắt buộc phải kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt khi ngắn mạch.

- Mật độ dòng kinh tế j_{kt} phụ thuộc vào vật liệu dây dẫn và thời gian sử dụng công suất cực đại T_{max} , giá trị T_{max} đề bài cho hoặc tính theo đồ thị phụ tải.

- Mật độ dòng kinh tế :

$$I_{max} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3} U_{dm}} \quad j_{kt} = \frac{I_{max}}{F_{kt}} (A/mm^2) \quad (8-11)$$

I_{max} : dòng điện cực đại chạy trên dây dẫn; F_{kt} : tiết diện dây dẫn kinh tế.

Bảng 8.3 Bảng tra giá trị mật độ dòng kinh tế

Loại dây	T_{max} (giờ / năm)		
	<3000	3000-5000	> 5000
Dây đồng	$J_{kt} = 2.5 A/mm^2$	$J_{kt} = 2.1 A/mm^2$	$J_{kt} = 1.8 A/mm^2$
Dây nhôm hay nhôm lõi thép	$J_{kt} = 1.3 A/mm^2$	$J_{kt} = 1.1 A/mm^2$	$J_{kt} = 1 A/mm^2$
Cáp lõi đồng	$J_{kt} = 3.5 A/mm^2$	$J_{kt} = 3.1 A/mm^2$	$J_{kt} = 2.7 A/mm^2$
Cáp lõi nhôm	$J_{kt} = 1.6 A/mm^2$	$J_{kt} = 1.4 A/mm^2$	$J_{kt} = 1.2 A/mm^2$

+ Từ công thức :

(8-12)

$$j_{kt} = \frac{I_{\max}}{F_{kt}} (A/mm^2) \Rightarrow F_{kt} = \frac{I_{\max}}{j_{kt}}$$

+ Có F_{kt} tra bảng ta chọn được tiết diện dây và dòng điện phát nóng cho phép.

- Khi cần thiết có thể kiểm tra lại theo điều kiện tổn thất điện áp và phát nóng khi sự cố:

$$\Delta U = \frac{\sum PR + \sum QX}{U_{\tilde{m}}} \leq \Delta U_{cp}$$

$$I_{sc} \leq I_{cphc}$$

- Đối với cáp bắt buộc phải kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt khi ngắn mạch:

$$F \geq \alpha I_N \sqrt{t_{qn}}$$

Trong đó:

α - hệ số nhiệt độ, với đồng $\alpha = 6$, với nhôm $\alpha = 11$

t_{qd} - thời gian cắt qui đổi(s). Ngắn mạch trong hệ thống cung cấp điện được coi là ngắn mạch xa nguồn: $I_{\infty} = I'' = I_N$, thời gian qui đổi lấy bằng thời gian tồn tại ngắn mạch.

Ví dụ 8.2 : Một phụ tải được cấp điện bằng 1 đường dây điện trên không, điện áp định mức: $U_{dm} = 110$ kV. Dây dẫn bằng nhôm lõi thép, có thời gian sử dụng công suất cực đại là: $T_{\max} = 5500$ giờ/năm. Hãy chọn dây thỏa các điều kiện trên.



Hình 8.3: Đường dây điện trên không

Giải :

Dòng điện cực đại chạy trên 1 lộ dây :

$$I_{\max} = \frac{S_{\max}}{2\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{\sqrt{20^2 + 15^2}}{2\sqrt{3} \cdot 110} = 65.5 A$$

$$F_{kt} = \frac{I_{\max}}{j_{kt}} = \frac{65.5}{1} = 65.5 mm^2$$

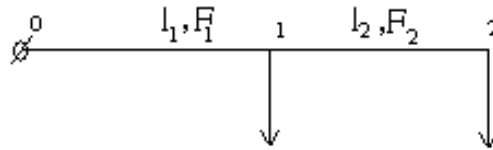
Chọn dây AC - 70 có $I_{cphc} = 270$ A.

- Khi sự cố đứt 1 lộ dây : $I_{sc} = 2 I_{\max} = 131$ A < 270 A.
- Vậy tiết diện dây đã chọn thỏa điều kiện phát nóng khi sự cố.

Khi xây dựng đường dây cùng một tiết diện trên toàn bộ chiều dài của nó sẽ đưa tới việc sử dụng một khối lượng kim loại màu lớn. Do đó, nếu thời gian sử dụng

công suất cực đại $T_{\max}$ là lớn, thì đối với mạng điện địa phương ta nên chọn dây dẫn theo mật độ dòng điện không đổi, lúc đó tổn thất công suất và điện năng sẽ bé nhất.

Xét đường dây có hai phụ tải (hình 8.4):



Hình 8.4: Đường dây có hai phụ tải

Ta biết : $\Delta U_{cp} = \Delta U' + \Delta U''$

Cho x_0 tùy ý, ta sẽ tính được $\Delta U''$

$$\Delta U'' = \frac{x_0 \sum_{i=1}^n Q_i l_i}{U_{\text{h}m}}$$

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U''$$

Mặt khác, ta biết:

$$p_i = \sqrt{3} U_{\text{h}m} I_i \cos \varphi_i$$

Do vậy, với đường dây 2 phụ tải ta được :

$$\Delta U' = \Delta U''_{01} + \Delta U''_{12} = \frac{\sqrt{3} I_1 l_1 \cos \varphi_1}{g F_1} + \frac{\sqrt{3} I_2 l_2 \cos \varphi_2}{g F_2} \quad (8-13)$$

Trong đó $\cos \varphi_1, \cos \varphi_2$ là hệ số công suất trên đoạn 0 1 và 1 2 của mạng điện (hình 3)

Ta có mật độ dòng điện $J = \frac{I}{F}$, các đoạn dây trên đều chọn theo dòng điện không đổi nên:

$$J = \frac{I_1}{F_1} = \frac{I_2}{F_2}$$

$$\text{Vậy : } \Delta U' = \frac{\sqrt{3}}{g} (J I_1 \cos \varphi_1 + J I_2 \cos \varphi_2)$$

$$\text{Từ đây ta được: } J = \frac{g \Delta U'}{\sqrt{3} (I_1 \cos \varphi_1 + I_2 \cos \varphi_2)} \quad (8-14)$$

Một cách tổng quát, đối với mạng điện có n phụ tải, thì mật độ dòng điện được tính:

$$J = \frac{g\Delta U'}{\sqrt{3} \sum_{i=1}^n l_i \cos j_i} \quad (8-15)$$

Ở đây, l_i và $\cos j_i$ là chiều dài và hệ số công suất của đoạn thứ i

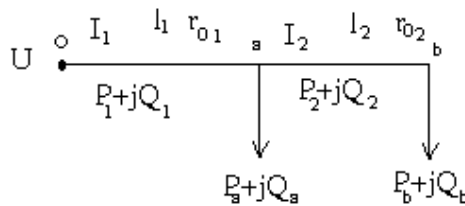
Từ đây, ta xác định được tiết diện đoạn dây dẫn cần chọn ở đoạn thứ I là:

F_i theo dòng điện chạy trên đoạn thứ i :

$$F_i = \frac{I_i}{J}$$

Cuối cùng, ta tra bảng chọn tiết diện tiêu chuẩn và kiểm tra lại tổn thất điện áp xem có bé hơn tổn thất điện áp cho phép hay không.

Ví dụ 8.3: Cho mạng điện như hình vẽ 8.5:



Hình 8.5: Đường dây phụ tải

$P_1 = 100 + j100$ (KVA), $l_1 = 100m$

$P_2 = 30 + j 40$ (KVA), $l_2 = 50m$

$U_{\text{ñm}} = 0,4KV$

Chọn dây dẫn cho mạng điện trên biết dây dẫn làm bằng đồng và có $D > 350mm$

Giải:

$$\Delta U_{cp} = 20V$$

Chọn : $x_0 = 0,25 /KM$

$$\Delta U_{cp} = \frac{x_0 \sum P_i l_i}{U_{\text{ñm}}} = \frac{0,25(100.0,1 + 40.0,05)}{0,4} = 10V$$

$$\Delta U_{cp} = 20 - 10 = 10V$$

$$\cos j_1 = \frac{P_1}{S_1} = \frac{100}{\sqrt{(100+30)^2 + (100+40)^2}} = 0,68$$

$$\cos j_2 = \frac{P_2}{S_2} = \frac{30}{\sqrt{(30^2 + 40^2)}} = 0,6$$

$$J = \frac{\Delta U_{cp} \cdot d}{\sqrt{3}(l_1 \cos j_1 + l_2 \cos j_2)} = \frac{0,01.53}{\sqrt{3} \cdot (0,1 \cdot 0,68 + 0,05 \cdot 0,6)} = 3,12$$

$$F_1 = \frac{I_1}{J} = \frac{\frac{\sqrt{130^2 + 140^2}}{0,4}}{3,12} = 153 \text{ mm}^2$$

Chọn dây M- 150, $r_0 = 0,123$, $x_0 = 0,287$

$$F_2 = \frac{I_2}{J} = \frac{\frac{\sqrt{30^2 + 40^2}}{0,4}}{3,12} = 40 \text{ mm}^2$$

Chọn dây M- 50, $r_0 = 0,39$, $x_0 = 0,297$

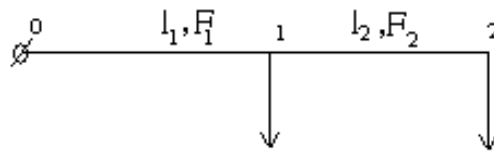
Kiểm tra ΔU : $\Delta U = \Delta U_{oa} - \Delta U_{ab} = 14 + 2,9 = 16,9 \text{ V} < \Delta U_{cp}$

$$\Delta U_{oa} = \frac{(130 \cdot 0,123 \cdot 0,1) + (140 \cdot 0,287 \cdot 0,10)}{0,4} = 14 \text{ V}$$

$$\Delta U_{ab} = \frac{(30 \cdot 0,39 \cdot 0,05) + (40 \cdot 0,297 \cdot 0,050)}{0,4} = 2,9 \text{ V}$$

$$\Delta U = \Delta U_{oa} + \Delta U_{ab} = 14 + 2,9 = 16,9 \text{ V} < \Delta U_{cp}$$

c. Xác định tiết diện dây dẫn theo điều kiện phí tổn kim loại màu ít nhất:



Hình 8.6 Đường dây có 2 tải

Khi xây dựng một đường dây, để hợp lý ta nên chọn mỗi đoạn một tiết diện khác nhau, tất nhiên phải đảm bảo được tổn thất điện áp trên đường dây đó là bé hơn tổn thất điện áp cho phép. Do vậy ta sẽ làm giảm được tiêu tốn khối lượng kim loại màu.

Xét đường dây cung cấp cho hai phụ tải ở (hình 8.6):

Tổn thất điện áp cho phép từ nguồn 0 đến đến điểm cuối 2 là ΔU_{cp} . Ta chọn x_0 một giá trị tùy ý, ta tính được $\Delta U'$ và $\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U''$.

Ở đây $\Delta U'$ là tổn thất công suất do công suất tác dụng và điện trở gây ra trên hai đoạn 01 và 12.

$$\Delta U' = \Delta U'_{01} + \Delta U'_{12}$$

Nếu biết $\Delta U'_{01}$ và $\Delta U'_{12}$ thì ta tìm được F_{01} và F_{12} :

$$F_{01} = \frac{p_1 l_1}{g U_{\tilde{m}} \Delta U'_{01}}$$

$$F_{12} = \frac{p_2 l_2}{g U_{\tilde{m}} \Delta U'_{12}}$$

Khối lượng kim loại màu trên toàn bộ đường dây 02:

$$V = 3F_{01}l_1 + 3F_{12}l_2$$

$$V = \frac{3}{g U_{\tilde{m}}} \left(\frac{P_1 l_1^2}{\Delta U'_{01}} + \frac{P_2 l_2^2}{\Delta U' - \Delta U'_{01}} \right)$$

Điều kiện để chi phí kim loại màu bé nhất là lấy đạo hàm của V theo biến $\Delta U'_{01}$, rồi cho bằng không.

Sau đó, qua một vài phép rút gọn và thay thế ta được:

$$\begin{aligned} F_{12} &= \frac{\sqrt{P_2}}{g U_{\tilde{m}} \Delta U'} (l_1 \sqrt{P_1} + l_2 \sqrt{P_2}) \\ F_{01} &= \frac{\sqrt{P_2}}{g U_{\tilde{m}} \Delta U'} (l_1 \sqrt{P_1} + l_2 \sqrt{P_2}) \end{aligned} \quad (8-17)$$

Dựa vào tiết diện tính toán, tra bảng tìm tiết diện tiêu chuẩn.

Đối với đoạn dây đầu do công suất chuyển tải lớn nên chọn tiết diện gần nhất lớn hơn tiết diện tính toán; còn đối với đoạn dây cuối nguồn nên chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất bé hơn tiết diện tính toán. Cuối cùng, cần kiểm tra xem tổn thất điện áp trên đường dây có bé hơn tổn thất điện áp cho phép hay không.

8.2.3 Chọn dây cho mạng hạ áp kết hợp cầu chì

Đối với mạng điện hạ áp: tiết diện dây dẫn, dây cáp được chọn theo điều kiện phát nóng vì đây là điều kiện đảm bảo an toàn đối với dây dẫn và dây cáp.

+ Điều kiện phát nóng để chọn dây dẫn là:

$$I_{lvmax} \leq I_{cp \text{ hiệu chỉnh}}$$

Trong đó :

I_{lvmax} – Dòng điện làm việc lâu dài lớn nhất.

$I_{cp \text{ hiệu chỉnh}}$ – Dòng điện cho phép đã hiệu chỉnh của dây dẫn.

. Dòng điện I_{lvmax} được tính như sau :

$$I_{lvmax} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3} U_{dm}}$$

Trong đó :

S_{max} : công suất biểu kiến cực đại truyền tải trên đường dây (MVA).

U_{dm} : điện áp định mức của đường dây (KV).

I_{cp} hiệu chỉnh = $k \cdot I_{cp}$

k : hệ số hiệu chỉnh theo môi trường(tra trong sổ tay).

Đối với mỗi loại dây dẫn nhà chế tạo cho trước giá trị dòng điện cho phép I_{cp} . Giá trị này ứng với nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường là: 25°C (không khí), 15°C (đối với đất). Nếu nhiệt độ môi trường nơi lắp đặt dây dẫn khác với nhiệt độ tiêu chuẩn nêu trên thì dòng điện cho phép phải được hiệu chỉnh theo công thức trên.

+ Điều kiện phát nóng để chọn dây cáp là:

$$I_{lvmax} \leq I_{cp} \text{ hiệu chỉnh}$$

Trong đó: $I_{cp} \text{ hiệu chỉnh} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp}$

k_1 - hệ số kể đến môi trường đặt cáp: trong nhà, ngoài trời, dưới đất.

k_2 - hệ số hiệu chỉnh theo số lượng cáp đặt trong cùng 1 rãnh, trường hợp có nhiều sợi cáp đặt cùng 1 rãnh (hệ số k_2 tra sổ tay).

+ Đối với mạng điện có điện áp dưới 1 KV, được bảo vệ bằng cầu chì và aptômát, để thoả mãn điều kiện phát nóng, dây dẫn và cáp cũng được chọn theo điều kiện trên nhưng phải phối hợp với thiết bị bảo vệ theo điều kiện sau:

Nếu bảo vệ bằng cầu chì: $I_{cp} \geq I_{dc} / \alpha$

I_{dc} : Dòng điện định mức dây chảy cầu chì.

α : Hệ số phụ thuộc đặc điểm của mạng điện.

$\alpha = 3$: mạng động lực.

$\alpha = 0.8$: mạng sinh hoạt.

Nếu bảo vệ bằng aptômát:

$$I_{cp} \geq I_{kđnhiệt} / 1.5$$

Hay : $I_{cp} \geq I_{kđđừ} / 4.5$

Trong đó :

$I_{kđnhiệt}$, $I_{kđđừ}$: dòng điện khởi động của thiết bị cắt mạch bằng nhiệt hay điện từ của aptômát.

Ví dụ 8.4 : Chọn tiết diện cáp 3 ruột lõi đồng cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông 10 KV, cung cấp cho 1 phụ tải có dòng điện tính toán 78A, cáp đồng đặt trong đất với nhiệt độ của đất là $+ 20^{\circ}\text{C}$.

Giải

Tra sổ tay ứng với dây cáp lõi đồng, điện áp 10 KV ta tìm được dây cáp có tiết diện 25 mm^2 có dòng điện $I_{cp} = 90 \text{ A}$.

$$I_{cphc} = k \cdot I_{cp} = 0.94 \times 90 = 84.6 \text{ A} .$$

$$I_{lvmax} = 78 \text{ A} < 84.6 \text{ A} .$$

Vậy cáp nhôm tiết diện 25 mm^2 đã chọn là thoả điều kiện phát nóng.

Ví dụ 8.5 : Chọn cáp 4 ruột lõi nhôm cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông cung cấp cho bảng phân phối 380/220V. Biết dòng điện tính toán tổng của bảng phân phối điện là 242 A, đường dây được bảo vệ bằng cầu chì có dòng điện định mức của dây chảy $I_{dc} = 260$ A. Nhiệt độ môi trường đặt cáp bằng với nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường.

Giải

Tiết diện cáp được chọn theo các điều kiện sau:

$$I_{cp} \geq I_{max} = 242 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq I_{dc} / \alpha = 260/3 = 87 \text{ A.}$$

- Tra bảng chọn cáp có tiết diện 120 mm² và $I_{cp} = 270$ A.

8.3 Lựa chọn và kiểm tra thiết bị hạ áp.

Các thiết bị dùng điện ở mạng điện áp thấp ($U < 1000\text{V}$) như cầu dao, aptômát, công tắc tơ, cầu chì,... đều được chọn theo điều kiện điện áp định mức, dòng điện định mức. Những thiết bị cắt dòng điện ngăn mạch như aptômát, cầu chì phải được kiểm tra thêm điều kiện công suất cắt. Nói chung các thiết bị điện hạ áp đều được thiết kế ở mức chịu được lực điện động và hiệu ứng nhiệt do dòng điện ngăn mạch gây ra khi máy biến áp phân xưởng có công suất $S \leq 1000\text{KVA}$. Do vậy không cần phải kiểm tra chúng theo 2 điều kiện đó nữa.

8.3.1 Lựa chọn máy cắt hạ áp.

8.3.1.1 Lựa chọn và kiểm tra máy cắt điện

Máy cắt hạ áp là thiết bị trong mạng hạ áp dùng để đóng cắt dòng điện phụ tải, dòng điện ngăn mạch.

- Máy cắt là loại thiết bị đóng cắt làm việc tin cậy, vì giá thành cao nên thường dùng ở những nơi quan trọng.

- Máy cắt được chọn theo điều kiện, điện áp định mức, dòng điện định mức, kiểm tra điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt.

- Điện áp định mức (KV):

$$U_{dm.MC} \geq U_{dm.m}$$

- Dòng điện lâu dài định mức (A):

$$I_{dm.MC} \geq I_{lvmax}$$

- Dòng điện cắt định mức (KA):

$$I_{dm.cắt} \geq I_N$$

- Công suất cắt định mức (MVA):

$$S_{dm.cắt} \geq S_N, \text{ với } S_N = \sqrt{3} U_{dm.m} \cdot I_N$$

- Dòng điện ngắn mạch xung kích cho phép (KA), còn gọi là dòng ổn định động:

$$I_{dm.d} \geq i_{xk}$$

- Dòng điện ổn định nhiệt trong thời gian $t_{dm.nh}$ (KA):

$$I_{\tilde{n}m,nh} \geq I_N \sqrt{\frac{t_{q\tilde{n}}}{t_{\tilde{n}m,nh}}}$$

I_N , S_N là dòng điện ngắn mạch và công suất ngắn mạch tại thời điểm cắt. Thời gian cắt được tính từ lúc bắt đầu ngắn mạch đến lúc máy cắt mở đầu tiếp xúc dập hồ quang. Thời gian cắt bằng thời gian tác động riêng của máy cắt cộng với thời gian tác động của rơ le bảo vệ.

$$t_{\text{cắt}} = t_{MC} + t_{\text{rơle}}$$

Máy cắt hạ thế là thiết bị dùng để đóng cắt mạch điện (hạ thế) ở mọi chế độ vận hành (chế độ không tải, chế độ định mức, chế độ sự cố).

- Điểm khác nhau cơ bản giữa máy cắt không khí và aptomat:

+ Máy cắt hạ thế được chế tạo để dùng cho những mạch có công suất lớn, có thể chỉnh định được các thông số trong phạm vi bảo vệ rộng. (Thông thường aptomat chỉ chế tạo đến $I_{dm} \leq 1600A$)

+ Tất cả các chi tiết của aptomat đều được đặt trong vỏ nhựa , kín và nhỏ gọn. Còn máy cắt hạ thế không có vỏ.

- Máy cắt hạ thế thường dùng trong các trạm hạ áp, các trạm phân phối.)

- Các thành phần chính của máy cắt hạ thế về cơ bản giống aptomat: hệ thống tiếp điểm, hệ thống dập hồ quang, cơ cấu truyền động đóng cắt aptomat, phần tử bảo vệ.

Ví dụ 8.6 : Máy cắt điện hạ thế (ACB) – Mitsubishi, máy cắt khí hạ thế (ACB)



Hình 8.7 Hình dáng máy cắt

- Tiêu chuẩn IEC-60947-2 / BS / EN60947-2 / VDE0660
- Kiểu lắp đặt cố định (fixed) hoặc kéo ngoài (drawout)
- Cơ cấu nạp lò xo bằng tay.
- Relay bảo vệ kiểu tiêu chuẩn (S relay).
- Số cực (P): 3 hoặc 4 cực.
- Dòng định mức (I_N): 630A – 6300A
- Dòng cắt ngắn mạch (I_{cu}): 65KA – 130KA

8.3.2 Lựa chọn và kiểm tra cầu chì:

Cầu chì dùng để bảo vệ mạch điện 1 chiều, xoay chiều khi quá tải hay ngắn mạch.

Thời gian cắt mạch của cầu chì phụ thuộc vào vật liệu làm dây chảy. Dây chảy làm bằng chì, kẽm thì nhiệt độ nóng chảy thấp, điện trở suất lớn nên dây chảy này có tiết diện lớn thích hợp với điện áp $\leq 500V$. Với điện áp $\geq 1000V$ không thể dùng dây chảy có tiết diện lớn được vì lúc nóng chảy, lượng hơi kim loại toả ra lớn, khó dập hồ quang. Vì vậy ở điện áp này thường dùng dây chảy bằng đồng, bạc có điện trở suất nhỏ, nhiệt độ nóng chảy cao.

Cầu chì là 1 thiết bị đơn giản, rẻ tiền nhưng độ nhạy kém. Nó chỉ tác động khi dòng điện lớn hơn định mức nhiều lần, chủ yếu là khi ngắn mạch.

Cầu chì dùng rộng rãi cho mạng điện dưới 1000 V. Trong các thiết bị 10 – 35 KV cầu chì được dùng để bảo vệ cho mạng hình tia, các máy biến áp điện lực công suất nhỏ, các máy biến điện áp $\leq 35 KV$.

Cầu chì được chọn theo điện áp định mức, dòng điện định mức và dòng điện cắt. Khi có nhiều đường dây mắc nối tiếp với nhau, để đảm bảo tính chọn lọc thì dòng điện định mức của cầu chì phía trước lớn hơn dòng điện định mức của cầu chì phía sau ít nhất là 1 cấp.

- Điện áp định mức (KV):

$$U_{dm \cdot CC} \geq U_{dm.m}$$

- Dòng điện lâu dài định mức (A):

$$I_{dm.CC} \geq I_{lvmax}$$

- Dòng điện cắt định mức của cầu chì (KA):

$$I_{dm.cắt} \geq I_N$$

- Công suất định mức của cầu chì (MVA):

$$S_{dm.cắt} \geq S_N$$

$$S_N = \sqrt{3} U_{dm.m} \cdot I_N$$

- Dòng điện định mức cầu chì dùng để bảo vệ động cơ điện được chọn theo:

+ Theo điều kiện làm việc bình thường:

$$I_{dm.CC} \geq I_{lvdc}$$

$$I_{lvdc} = \frac{b \cdot P_{dm.dc}}{h \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos f}$$

b – Hệ số mang tải của động cơ.

η - Hiệu suất của động cơ ứng với công suất tiêu thụ của nó.

$P_{dm.dc}$ - Công suất định mức của động cơ.

+ Theo điều kiện mở máy:

- Khi mở máy nhẹ: $I_{dm.CC} \geq I_{mm} / 2.5$

- Khi mở máy nặng: $I_{dm.CC} \geq I_{mm} / 1.6 \rightarrow 2$
- Đối với máy hàn: $I_{dm.CC} \geq I_{mm} / 1.6$

I_{mm} – Dòng điện mở máy cực đại của động cơ.

$$I_{mm} = I_{kd} = k \cdot I_{dm}, \quad k = 2 \rightarrow 6$$

+ Nếu 1 đường dây cung cấp cho nhiều động cơ, thì điều kiện chọn dòng định mức của cầu chì là:

$$I_{\tilde{n}mCC} \geq \frac{I_{mm \max} + (I_{ttnhoim} - k_{sd} \cdot I_{\tilde{n}mN})}{2.5} \quad (8-18)$$

8.3.2.1 Lựa chọn thanh dẫn:

- Thanh dẫn: đồng, nhôm để làm các thanh góp trong các trạm phân phối và trạm biến áp. Thanh dẫn thường có diện tích hình chữ nhật được lắp trên các sứ cách điện. Khi tải dòng điện lớn, để tránh hiện tượng hiệu ứng mặt ngoài, người ta lắp đặt nhiều thanh dẫn cho 1 pha, người ta đặt các miếng đệm giữa các thanh dẫn để tăng độ cứng của thanh dẫn.

- Thanh dẫn được chọn theo điều kiện dòng điện và kiểm tra lại theo điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt.

- Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép (A):

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{lvmax}$$

- Khả năng ổn định động (KG/ cm²):

$$\sigma_{cp} \geq \sigma_{tt}$$

- Khả năng ổn định nhiệt (mm²):

$$F \geq a \cdot I_N \sqrt{t_{qn}}$$

$k_1 = 1$: thanh dẫn đặt đứng.

$k_1 = 0.95$: thanh dẫn đặt ngang.

k_2 : hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường.

I_{max} – Dòng điện dòng điện cực đại chạy qua thanh dẫn.

a : khoảng cách giữa các pha (cm).

σ_{cp} : ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh dẫn.

$$\sigma_{cp AL} = 700 \text{ kG / cm}^2$$

$$\sigma_{cp Cu} = 140 \text{ kG / cm}^2$$

σ_{tt} : ứng suất tính toán

$$s_{tt} = \frac{M}{W} (\text{kG / cm}^2)$$

$$M - \text{mô men uốn tính toán: } M = \frac{F_{tt} \cdot l}{10} (\text{kG.m})$$

F_{tt} – lực tính toán do tác dụng của dòng điện ngắn mạch:

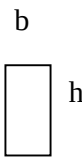
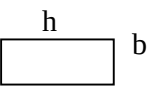
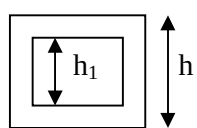
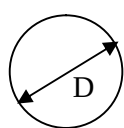
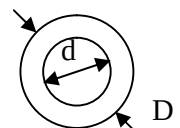
$$F_{tt} = 1,76.10^{-2} \frac{l}{a} i_{xk}^2 \text{ (kG)}$$

l- khoảng cách giữa các sứ của 1 pha (thường 60,70,80 cm)

W- mô men chống uốn của các loại thanh dẫn (cm³)

Mômen chống uốn của các loại thanh dẫn:

Bảng 8.4: Mômen chống uốn

Thanh chữ nhật		Thanh chữ nhật rỗng	Thanh tròn	Thanh tròn rỗng
Đặt đứng	Đặt ngang			
				
$W = \frac{bh^2}{6}$	$W = \frac{bh^2}{6}$	$W = \frac{h^3 - h_1^3}{6}$	$W = \frac{\pi D^3}{32}$	$W = \frac{\pi (D^3 - d^3)}{32}$

8.3.2.2 Lựa chọn máy biến dòng BI

Máy biến dòng điện có nhiệm vụ biến đổi dòng điện lớn (sơ cấp) thành dòng điện 5A (thứ cấp) để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ rơle và tự động hoá.

Máy biến dòng điện lựa chọn theo điều kiện điện áp, dòng điện phụ tải phía thứ cấp, cấp chính xác và kiểm tra theo điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt.

- Điện áp định mức (KV): $U_{dm.BI} \geq U_{dm.m}$
- Dòng điện sơ cấp định mức (A): $I_{dm.BI} \geq I_{max} / 1.2$
- Phụ tải cuộn dây thứ cấp (VA):
- $S_{2dm} . BI \geq S_{tt}$

- Hệ số ổn định động : $k_d \leq \frac{i_{xk}}{\sqrt{2} . I_{dm.BI}}$
- Hệ số ổn định nhiệt : $k_{nh} \geq \frac{I_N \sqrt{t_{qn}}}{I_{\hat{n}m.BI} \sqrt{t_{\hat{n}m.BI}}}$

8.3.2.3 Lựa chọn máy biến áp đo lường

Nhiệm vụ: biến đổi điện áp cao xuống điện áp thấp thường là 100 V để cung cấp cho các thiết bị đo lường, bảo vệ rơle và tự động hoá.

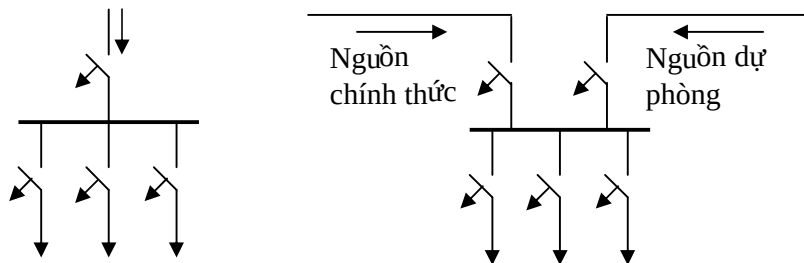
Nguyên lí làm việc của BU cũng như máy biến áp điện lực thông thường nhưng tổng trở mạch thứ cấp của BU rất lớn (có thể xem BU làm việc không tải). Máy biến điện áp có loại 1 pha, 3 pha. Điều kiện lựa chọn BU:

- Điện áp định mức (sơ cấp) (KV) : $U_{đm} \cdot BU \geq U_{đm.m}$
- Phụ tải 1 pha (VA) : $S_{2đm.ph} \geq S_{2ph}$, S_{2ph} – phụ tải thứ cấp từng pha của máy biến điện áp.
- Sai số cho phép : $N\% \leq [N\%]$

8.3.3 Chọn tủ phân phối và tủ phân phối hạ áp.

8.3.3.1 Lựa chọn tủ phân phối:

Tủ phân phối nhận điện từ trạm biến áp và cấp điện cho các tủ động lực. Tủ động lực cấp điện trực tiếp cho phụ tải.



Hình 8.7

Sơ đồ tủ phân phối có và không có nguồn dự phòng

Tủ phân phối có thể được cấp điện từ 1 nguồn, 2 nguồn, hoặc 1 nguồn có dự phòng, trong tủ phân phối thường đặt áp tô mát tổng và các áp tô mát nhánh. Ngoài thiết bị điện lực, trong tủ phân phối còn có các thiết bị đo đếm: đồng hồ ampe mét, vôn mét, công tơ mét, biến dòng. Nếu tủ phân phối cấp điện cho đường dây trên không hoặc từ đường dây trên không tới thì phải đặt thêm chống sét van hạ áp.

Chọn tủ phân phối bao gồm: chọn loại tủ, sơ đồ tủ, chọn các áp tô mát, chọn thanh cái, chọn các thiết bị đo đếm, thiết bị bảo vệ an toàn.

Áp tô mát: là 1 máy cắt không khí tự động, dùng để khởi động trực tiếp động cơ điện công suất 40 -100Kw. Có thiết bị bảo vệ quá tải và ngắn mạch, ngoài ra còn có thiết bị dập hồ quang, dùng để cắt dòng điện phụ tải trong điều kiện bình thường và cả khi sự cố (khi trong mạch có dòng điện quá lớn hoặc điện áp bị giảm thì áp tô mát tự động cắt).

- Các áp tô mát nhánh được chọn theo dòng điện làm việc lâu dài:

$$I_{\tilde{n}mA} \geq I_{lv \max} = I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}U_{\tilde{n}m}}$$

$$U_{\tilde{n}mA} \geq U_{\tilde{n}m.m\tilde{n}}$$

$U_{đm.mđ}$ – điện áp định mức của mạng điện (380V với áp tô mát 3 pha, 220V với áp tô mát 1 pha).

- Với áp tô mát tổng sau biến áp, để dự trữ có thể chọn theo dòng định mức của máy biến áp.

$$I_{\tilde{n}mA} \geq I_{\tilde{n}mB} = \frac{S_{\tilde{n}mB}}{\sqrt{3}U_{\tilde{n}m}}$$

- Ngoài ra, áp tô mát còn phải kiểm tra khả năng cắt dòng ngắn mạch:

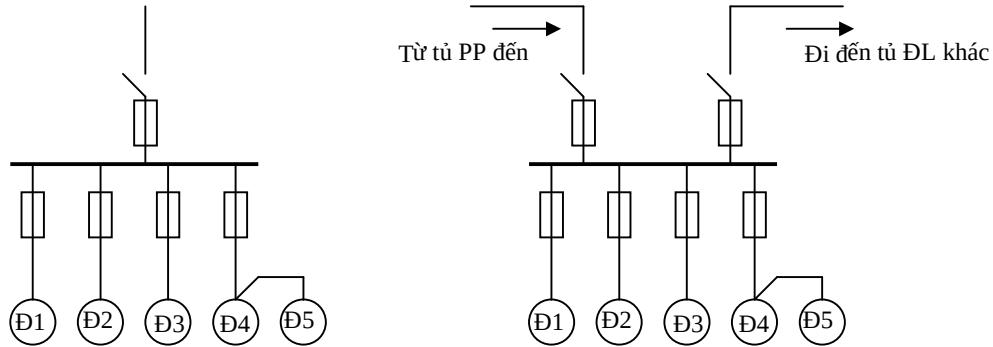
$$I_{cắt\overline{m}A} \geq I_N$$

Thanh cái tủ phân phối được chọn và kiểm tra như trong phần chọn thanh dẫn.

Các thiết bị đo đếm được chọn và kiểm tra theo các điều kiện đã nêu ở trên.

8.3.3.2 Lựa chọn tủ động lực

Các tủ động lực có thể được cấp điện từ tủ phân phối, vì thế tủ động lực có 2 dạng sơ đồ tương ứng:



Hình 8.8: tủ động lực

Trong các tủ động lực đặt cầu chì bảo vệ.

- + Cầu chì nhánh cấp điện cho 1 động cơ được chọn theo 2 điều kiện:

$$I_{dc} \geq I_{\overline{m}N}$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} I_{\overline{m}N}}{2.5}$$

- + Cầu chì tổng cấp điện cho cả nhóm động cơ được chọn theo 3 điều kiện:

$$I_{dc} \geq I_{ttnh\overline{o}m}$$

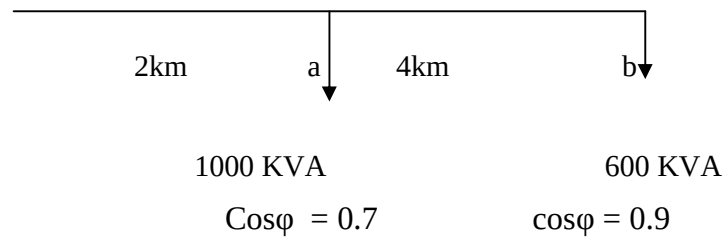
$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm\max} + (I_{ttnh\overline{o}m} - k_{sd} I_{\overline{m}N})}{2.5}$$

- + Điều kiện thứ 3 là điều kiện chọn lọc: I_{dc} của cầu chì tổng phải lớn hơn ít nhất là 2 cấp so với I_{dc} của cầu chì nhánh lớn nhất.

8.4 CÁC BÀI TẬP ỨNG DỤNG

Ví dụ mẫu 1

Một đường dây trên không, dùng dây nhôm, các pha đặt trên ba đỉnh của tam giác đều cạnh 1m. Cung cấp điện cho hai phụ tải a, b điện áp 10kV. Tổn thất điện áp cho phép là $\Delta U_{cp} = 5\%$. Thời gian sử dụng công suất cực đại $T_{\max}$ của phụ tải là 3500 giờ/ năm. Phụ tải cho trên hình. Hãy xác định tiết diện dây dẫn.



Giai

Dòng điện trên các đoạn oa và ab là :

$$I_{oa} = \frac{S_{oa}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1000 + 600}{\sqrt{3} \cdot 10} = 92,5 \text{ (A)}$$

$$I_{ab} = \frac{600}{\sqrt{3} \cdot 10} = 34,6 \text{ (A)}$$

Ta lấy $x_0 = 0,4 \text{ /km}$, hãy tính $\Delta U''$

$$\Delta U'' = \frac{x_0 \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i}{U_{\tilde{m}}} = \frac{0,4(710 \times 2 + 262 \times 6)}{10} = 120 \text{ (V)}$$

$$\text{Với } q_b = S_b \cdot \sin \varphi_b = 600 \cdot 0,435 = 262 \text{ KVAR}$$

$$q_a = S_a \cdot \sin \varphi_a = 1000 \cdot 0,71 = 710 \text{ KVAR}$$

Tổn thất điện áp do phụ tải tác dụng và điện trở gây ra :

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U'' = 10000 \cdot \frac{5}{100} - 120 = 380 \text{ (V)}$$

Mật độ dòng điện không đổi trên đường dây ob là :

$$J = \frac{g \cdot \Delta U'}{\sqrt{3 \cdot \sum_{i=1}^n l_i \cos \varphi_i}} = \frac{31,5 \times 380}{\sqrt{3(4 \times 0,9 + 2 \times 0,7)}} = 1,35 \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

Ứng với $T_{\max} = 3500 \text{ giờ/năm}$, dây dẫn nhôm, tra bảng 6.6 ta có mật độ dòng điện kinh tế là: $J_{kt} = 1,1 \text{ A/mm}^2$.

Ở đây $J = 1,35 \text{ A/mm}^2 > J_{kt} = 1,1 \text{ A/mm}^2$ nên ta dùng J_{kt} để chọn tiết diện dây dẫn.

Tiết diện đoạn dây oa :

$$F_{oa} = \frac{I_{oa}}{J_{kt}} = \frac{92,5}{1,1} = 84 \text{ mm}^2$$

Tra bảng, ta chọn dây tiêu chuẩn A – 95

Tiết diện đoạn dây ab :

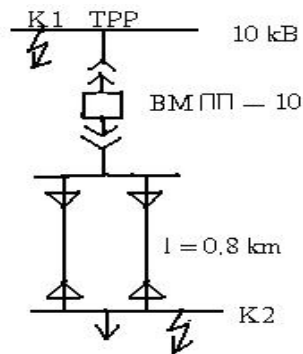
$$F_{ab} = \frac{I_{ab}}{J_{kt}} = \frac{34,6}{1,1} = 31,4 \text{ mm}^2$$

Tra bảng, ta chọn dây tiêu chuẩn A – 35

Trường hợp này ta không cần kiểm tra lại tổn thất điện áp vì khi chọn tiết diện dây ta đã tính theo $J_{kt} < J$ tính toán.

Ví dụ mẫu 2

Hãy xác định tiết diện của dây cáp để nối trạm biến áp với phân xưởng có công suất 1000kVA. Thời gian sử dụng công suất cực đại là $T_{\max} = 5500$ giờ/năm. Đường dây cáp được đặt ngầm trong đất với nhiệt độ của đất : $+20^{\circ}\text{C}$ và với khoảng cách 100mm. trên thanh cái 10KV của trạm, dòng điện ngắn mạch là 9.5KA. Thời gian tác động của bảo vệ bằng rơle là 1.2 giây, thời gian cắt hoàn toàn của máy cắt là 0.12 giây.



Giải

Dòng điện ở chế độ lâu dài cho phép của cáp :

$$I_{dm} = \frac{S_{\tilde{n}m}}{n\sqrt{3}U_{\tilde{n}m}}$$

ở đây 2 đường cáp song song nên $n = 2$

$$I_{dm} = \frac{1000}{2\sqrt{3} \times 10} = 28,9 \text{ (A)}$$

$$I_{lvmax} = \frac{S_{\tilde{n}m}}{(n-1)\sqrt{3} \times U_{\tilde{n}m}} = \frac{1000}{1\sqrt{3} \times 10} = 57,8 \text{ (A)}$$

Tiết diện của cáp chọn theo mật độ dòng điện kinh tế

$$S = \frac{I_{bt}}{J_{kt}} = \frac{28,9}{1,2}$$

Ở đây J_{kt} chọn theo bảng 6.6 ứng với $T_{\max} = 5500$ giờ với cáp cách điện bằng giấy và dây dẫn bọc cao su và lõi nhôm $J_{kt} = 1.2$.

Tra bảng ở sổ tay của cáp, ta được loại AA63 lõi $(3 \times 25) \text{mm}^2$ có dòng điện lâu dài cho phép $I_{ld} = 90 \text{ A}$. Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ của đất $k_3 = 0.94$; hệ số hiệu chỉnh theo số lượng của cáp (tra ở sổ tay) $k_2 = 0.9$. Do vậy, theo công thức $I_{cp} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot I_{cpth}$ ta tính được: $I'_{ld} = I_{cp} = 0.94 \cdot 0.9 \cdot 90 = 76.14 \text{ A}$.

(Ở đây: $k_1 = 1$).

Ta thấy $I_{cp} > I_{Ivmax} = 57.8 \text{ A}$.

Do vậy, cáp thoả mãn điều kiện phát nóng chế độ làm việc lâu dài.

Sự ổn định nhiệt của đường dây cáp nối song song sẽ kiểm tra theo ngắn mạch ở k_2 . Vậy, chúng ta hãy tính dòng điện ngắn mạch ở k_2 .

Điện trở đến thanh cái 10KV của trạm biến áp theo điểm ngắn mạch đã cho k_1 có dòng điện ngắn mạch $I''_{k1} = 9.5 \text{ KA}$.

$$X_{\text{hệ thống}} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot I''_{k1}} = \frac{10.5}{\sqrt{3} \cdot 9.5} = 0.64$$

Tra sổ tay ứng với cáp AA 63x25mm² ta có:

$$r_o = 1.25 \Omega/\text{km} \text{ và } x_o = 0.099/\text{km}.$$

Do điện trở và điện kháng của cáp khi chiều dài $l = 0.8 \text{ km}$ là:

$$X_{\text{cáp}} = x_o \cdot l = 0.099 \cdot 0.8 = 0.079$$

$$R_{\text{cáp}} = r_o \cdot l = 1.25 \cdot 0.8 = 1$$

Điện kháng và điện trở tổng đến điểm ngắn mạch k_2 là:

$$X_{\Sigma} = X_{\text{hệ thống}} + \frac{X_{\text{cáp}}}{2} = 0.64 + \frac{0.079}{2} = 0.68 \Omega$$

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{\text{cáp}}}{2} = \frac{1}{2} = 0.5 \Omega$$

Vậy dòng điện ngắn mạch ở điểm k_2 là:

$$I''_{k2} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}} = \frac{10.5}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0.68^2 + 0.5^2}} = 7.2 \text{ kA}$$

Trên một đường dây cáp sẽ cho phân nửa dòng điện ngắn mạch có giá trị là $\frac{7.2}{2} = 3.6$

KA đi qua.

Vậy xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch:

$$B_N = I''^2 (t_N + T_a) = 3.6^2 (1.2 + 0.12 + 0.01) = 17.2 \text{ kA}^2 (\text{giây})$$

Ở đây $t_N = 1.2 + 0.12$ (giây) và $T_a = 0.01$ (giây)

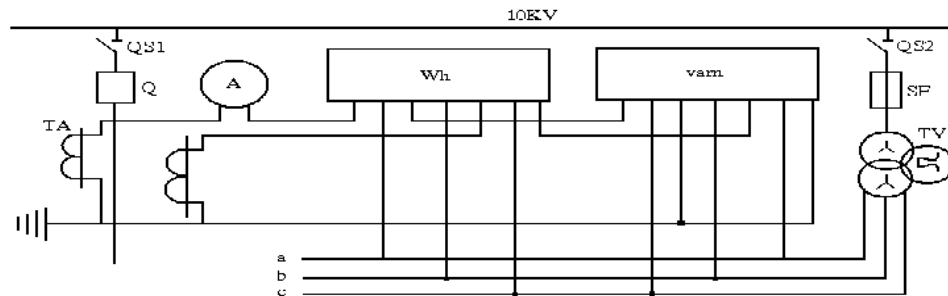
Vậy tiết diện bé nhất $S_{\min}$ theo điều kiện kiểm tra ổn định nhiệt là:

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C_T} = \frac{\sqrt{17,2 \times 10^6}}{85} = 48 \text{ mm}^2$$

(với C_T tra bảng trị số C_T ta được $C_T = 85$)

Ta thấy $S_{\min} = 48 \text{ mm}^2$ lớn hơn tiết diện đã chọn trước đây là 25 mm^2 . Do vậy, để thoả mãn được điều kiện xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch, ta sẽ chọn tiết diện tăng lên (so với 25 mm^2). Ở đây đối chiếu với $S_{\min}$ tính được ở trên, ta chọn theo bảng tiêu chuẩn, lấy cáp : AA 63x50 mm^2 . Hoặc chúng ta cũng có thể dùng tiết diện dây cáp đã chọn trước đây là $3 \times 25 \text{ mm}^2$ nhưng đặt cuộn kháng trên thanh cái 10 KV của trạm biến áp.

Ví dụ mẫu 3



Hãy chọn Dao cách ly QS1, máy cắt điện Q, máy biến dòng TA và máy biến điện áp đo lường TV ở phía 10 KV của trạm (ở hình vẽ). Phụ tải đường dây $I_{bth} = 250 \text{ A}$, $I_{lvmax} = 400 \text{ A}$. Dòng điện ngắn mạch $I'' = 9.5 \text{ KA}$; $i_{xk} = 22 \text{ KA}$, thời gian tác động của bảo vệ 1.2 giây; thời gian cắt máy cắt là 0.12 giây. Chiều dài của dây dẫn nối từ máy biến dòng đến dụng cụ đo là 6m. Sáu cuộn dây của công tắc tơ đếm của sáu đường dây và hai vôn kế của thanh góp được nối đến máy biến điện áp đo lường. Các công tơ đếm này dùng để tính tiền.

Số liệu tính toán	Số liệu cho ở lý lịch		
	Máy cắt điện BM III -10	Dao cách ly PB- 10	Máy biến dòng T M-10
$U_{mạng} = 10 \text{ KV}$	$U_{dm} = 10 \text{ KV}$	$U_{dm} = 10 \text{ KV}$	$U_{dm} = 10 \text{ KV}$
$I_{lvmax} = 400 \text{ A}$	$I_{dm} = 630 \text{ A}$	$I_{1dm} = 630 \text{ A}$	$I_{1dm} = 400 \text{ A}$
$I'' = 9.5 \text{ KA}$	$I_{dm\text{ cắt}} = 20 \text{ KA}$	I_{max} hay $i_{dmđ}$ là 52KA	$I_{dmđ} = 100 \text{ KA}$
$I_{xk} = 22 \text{ KA}$	i_{max} hay $i_{dmđ}$ là: 52KA	$I_{dmnh}^2 \cdot t_{dmnh} =$	$I_{dmnh}^2 \cdot t_{dmnh}$ = 1015 $\text{A}^2 \text{gY}$
$B_N = I''^2 (t_N + T_a)$			

$= 9.5^2(1.2+0.12+0.01)$ $= 9.5^2 \cdot 1.33 = 120 \text{ KA}^2\text{gY}$	$I_{\text{đmnh}}^2 \cdot t_{\text{đmnh}}$ $= 1600 \text{ KA}^2\text{gY}$	$= 1600 \text{ KA}^2\text{gY}$	
--	---	--------------------------------	--

Giải:

Từ sổ tay tra cứu, chúng ta giả thiết rằng chúng ta chọn máy cắt điện BM III - 10, dao cách ly PB3-10; và máy biến dòng TM-10-400. Tất cả số liệu được tra trong bảng bên dưới:

Để kiểm tra máy biến dòng đối với phụ tải thứ cấp, chúng ta hãy tính phụ tải của các dụng cụ đo.

Dụng cụ đo	Loại	Phụ tải ở pha, tính VA	
		A	C
Ampe kế	-350	0.25	-
Công tơ điện năng tác dụng Wh	CA3-U681	2.5	2.5
Công tơ đo điện năng phản kháng VARh	CP4-U689	$\frac{2.5}{5.5}$	$\frac{2.5}{5}$

Từ bảng trên ta thấy phụ tải của pha A là lớn nhất (5.5A). điện trở của dụng cụ:

$$\sum r_{dc} = \frac{S_{dd}}{I_{\text{đm}}^2} = \frac{5.5}{5^2} = 0.22\Omega$$

Với dòng điện định mức là $I_{\text{đm}} = 5\text{A}$, điện trở của dây dẫn nối từ thứ cấp của BI đến dụng cụ đo:

$$r_{dd} = r_{\text{đm}} - \sum r_{dc} - r_{tx}$$

$r_{\text{đm}}$ – là phụ tải cho phép toàn phần của mạch ngoại của máy biến dòng ở cấp chính xác được chọn.

r_{tx} – điện trở các chỗ tiếp xúc (ta lấy $r_{tx} = 0.05$) đối với máy biến dòng TM-10-400, ở cấp chính xác 0.5 ta tra trong sổ tay tra cứu được $r_{\text{đm}}$.

$$r_{dd} = .04 - 0.2 - 0.05 = 0.13$$

tiết diện bé nhất của dây dẫn :

$$F_{\text{min}} = r \frac{l_{tt}}{r_{dd}} = \frac{0.0283 \cdot \sqrt{3.6}}{0.13} = 2.25 \text{ mm}^2$$

Nhôm có $r_{AL} = 0.283$; $l_{tt} = \sqrt{3} \cdot l$, vì máy biến dòng hình sao không hoàn toàn như hình vẽ.

Theo quy định, chúng ta nhận được tiết diện bé nhất của mạch thứ cấp máy biến động là 2.5mm^2 đối với nhôm.

Chúng ta hãy chọn máy biến áp đo lường dạng 3HO.09, $U_{1dm} = 10\sqrt{3}$, $S_{2dm} = 75\text{VA}$, ở cấp chính xác 0.5.

Hai vôn kế (loại $\square.335$, $S_2 = 2\text{VA}$) và sáu cuộn dây của công tơ đếm điện năng tác dụng và phản kháng được nối đến máy biến điện áp đo lường. ($S_2 = 2.2,0\text{W} \cdot \cos\varphi = 0.38$). phụ tải của những dụng cụ này là:

$$P_{\text{dụng cụ}} = 2.2,0 + 6.4 + 6.4 = 52\text{W}$$

$$Q_{\text{dụng cụ}} = P_{\text{dụng cụ}} \cdot t_{gj} = 6.4.2,43 + 6.4.2,43 = 116,64\text{VAR}$$

$$S_{\text{dụng cụ}} = \sqrt{Q_{\text{dụng cụ}}^2 + P_{\text{dụng cụ}}^2} = \sqrt{11.64^2 + 52^2} = 127\text{VA}$$

Rõ ràng công suất này bé hơn công suất của hai máy biến áp đo lường một pha.

Ví dụ mẫu 4

Tại một trạm phân phối $U_{dm} = 6\text{kV}$ có tám đường dây cáp đi qua. Trên các đường dây cáp đều đặt ampe kế và công tơ. Ngoài ra ở thanh cái của trạm còn đặt vôn kế để kiểm tra cách điện. Hãy chọn máy biến điện áp đo lường để cung cấp cho các dụng cụ đó.

Giải

Chúng ta biết chỉ có vôn kế và công tơ mới có cuộn dây điện áp. Ta hãy chọn các dụng cụ đó:

Dụng cụ đo	Số lượng	Số cuộn dây điện áp của một chiếc	Công suất tiêu thụ của một cuộn dây
Công tơ	8	2	1.75VA
Vôn kế	1	1	7.5 VA

Do có yêu cầu kiểm tra cách điện nên ta chọn máy biến áp kiểu 3 pha 5 trụ có sơ đồ nối là YY/Δ . Vôn kế được nối với cuộn dây tam giác hở. Các cuộn dây điện áp của công tơ được nối vào U_{AB} và U_{BC} .

$$S_{2,pha} = S_B = \frac{1}{2}(S_{AB} + S_{BC}) = \frac{1}{2}(8.1,75 + 8.3,175)$$

$$S_{2,pha} = 14\text{VA}$$

Tra số tay, ta chọn máy biến điện áp đo lường kiểu 3 pha 5 trụ là loại máy có các số liệu sau:

Mã hiệu	U_{dm}, V		Công suất định mức, VA khi cấp chính xác			Công suất lớn nhất VA	Khối lượng, kg
	Sơ cấp	Thứ cấp	0.5	1	3		
HTMN-6	6000	100 - (100:3)	80	150	320	700	105

Máy biến áp phải được chọn có công suất định mức khi cấp chính xác 0.5 là:
 $S_{2dm} = 80VA$

$$S_{2dm, pha} = \frac{80}{3} = 26,6 VA > 14VA = S_{2tt, pha}$$

Vậy, máy biến áp đã chọn thỏa mãn điều kiện ($S_{2dm} \geq S_{2tt}$).

+ Căn cứ vào ổn định nhiệt tiến hành theo dòng điện ổn định nhiệt $I_{\phi, dn}$ (dòng điện ổn định nhiệt mức), do nhà máy chế tạo cho.

Câu hỏi và Bài tập cuối chương 8

Câu hỏi

1. Nêu các điều kiện chung để lựa chọn thiết bị hạ áp?
2. Nêu phương pháp lựa chọn dây dẫn và cáp?
3. Nêu phương pháp lựa chọn thiết bị điện hạ áp?

Bài tập

1. Chọn dây cho mạng truyền tải sau :

$$l_1 = 15 \text{ km}$$

$$l_2 = 30 \text{ km}$$

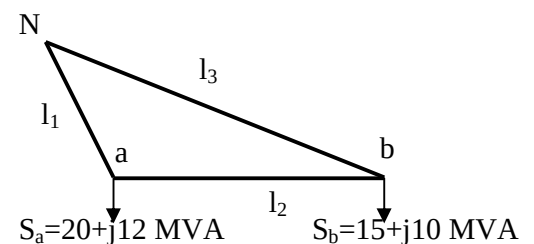
$$l_3 = 40 \text{ km}$$

$$U_{dm} = 110KV$$

$$T_{max} = 5000 \text{ (giờ/năm)}$$

Dùng dây nhôm lõi thép.

Kiểm tra dây khi sự cố đứt dây.



2. Cho hệ thống phân phối hình tia, 3 pha, $U_{dm} = 15 \text{ KV}$, $D_{tb} = 1m$. Dây chính dài 3 km cung cấp cho 10 nhánh: bên trái 5 nhánh, bên phải 5 nhánh. Dây nhánh dài 4 km. Mỗi nhánh cung cấp cho 200 khách hàng, mỗi khách hàng tiêu thụ 6 KVA, $\cos \varphi = 0.8$ qua máy biến áp phân phối. Chọn cỡ dây nhánh và dây chính, dùng dây nhôm, sụt áp cho phép trên hệ thống phân phối sơ cấp là 5%.

Giả thiết các phụ tải phân bố đều trên đường nhánh và đường chính.

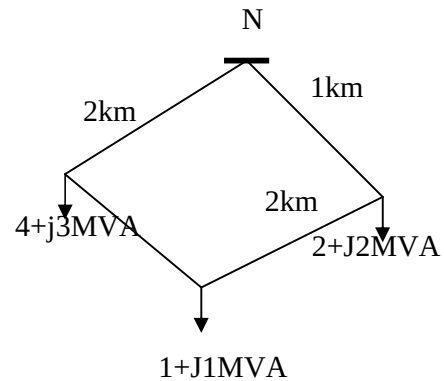
3. Chọn dây cho mạng phân phối sau:

$$U_{dm}=10 \text{ KV}$$

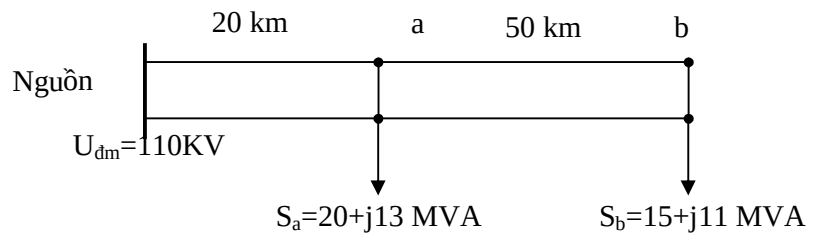
Dùng dây nhôm.

$$D_{tb}=1\text{m}$$

Sụt áp cho phép lúc bình thường là 6%



4. Cho đường dây 3 pha lộ kép cung cấp cho 2 phụ tải sau:

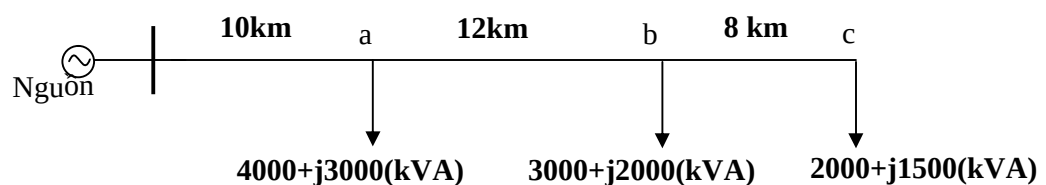


Chọn và kiểm tra dây. Biết:

$$T_{max}=5000 \text{ (giờ/năm)}$$

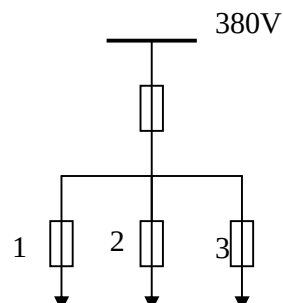
Dùng dây nhôm lõi thép.

5. Một đường dây nhôm lõi thép điện áp 35kV cấp điện cho 3 phụ tải a,b,c. Dây dẫn đặt trên mặt phẳng ngang, khoảng cách trung bình hình học giữa các pha là $D_{tb} = 3 \text{ m}$. Thời gian sử dụng công suất lớn nhất là 5500 (giờ/năm).



Hãy xác định tiết diện dây dẫn ,biết tổn thất điện áp cho phép trên toàn đường dây là $\Delta U=7\%$.

6. Tính chọn cầu chì ở mạng điện bên:

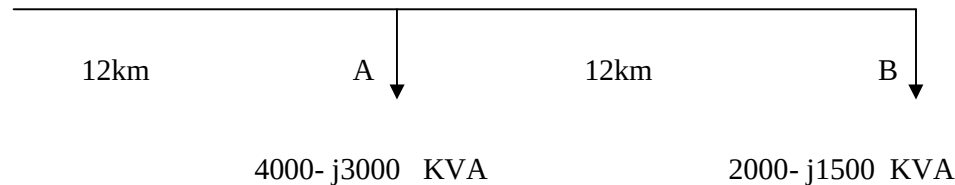


Dưới cầu chì 1 đấu 1 động cơ không đồng bộ có: $P=30\text{Kw}$, $I=76 \text{ A}$. Động cơ này luôn khởi động ở trạng thái đủ tải và số lần khởi động nhiều.

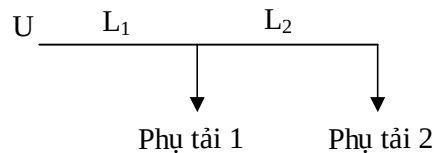
Dưới cầu chì 2 đầu 1 động cơ có: $P=100\text{Kw}$, $U=380\text{V}$, $I=240\text{A}$. Nó cũng khởi động thường xuyên, điều kiện khởi động nặng nề, nhưng dòng điện khởi động chỉ dưới 2.I

Dưới cầu chì 3 đầu 1 động cơ không đồng bộ có: $P=20\text{Kw}$, $U=380\text{V}$, $I=51\text{ A}$. Khởi động không thường xuyên, khi khởi động ở trạng thái mang tải nhẹ.

7. Một đường dây nhôm lõi thép, điện áp 35 KV cung cấp cho hai phụ tải A,B. Dây dẫn đặt trên mặt phẳng thẳng ngang, khoảng cách trung bình hình học giữa các pha $D_{tb} = 3,5\text{ m}$. Phụ tải tính bằng KVA, KVAR. Cho biết tổn thất điện áp cho phép là $\Delta U_{cp}=5\%$. Xác định tiết diện dây dẫn theo điều kiện tổn phí kim loại màu ít nhất.

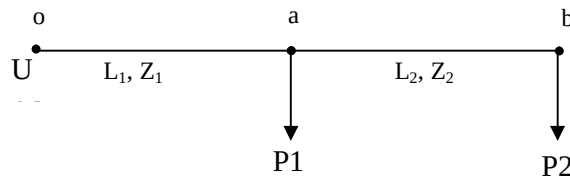


8. Cho mạng điện sau:



- Phụ tải 1: $P = 70\text{ [kW]}$; $\cos\varphi = 0,7$
 - Phụ tải 2: $P = 50\text{ [kW]}$; $\cos\varphi = 0,75$
 - $L_1 = 100\text{ mét}$; $L_2 = 200\text{ mét}$
 - Biết đường dây bằng dây đồng đặt hở và mật độ dòng điện toàn đường dây không thay đổi; $U = 0,4\text{kV}$, $\Delta U_{cp} = 5\%U_{dm}$
- Anh(chị) hãy tính chọn dây dẫn cho phụ tải trên?

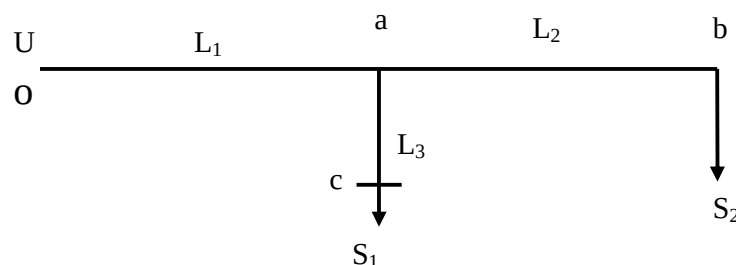
9. Tính chọn tiết diện dây dẫn đường dây trên không trong mạng điện hình 2 theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép?



Số liệu các phụ tải như sau:
 $P_1=20\text{kW}$, $\cos\varphi=0,8$, $L_1=300\text{m}$
 $P_2=15\text{kW}$, $\cos\varphi=0,75$, $L_2=200\text{m}$

Biết toàn bộ đường dây sử dụng dây nhôm có cùng một tiết diện, điện áp nguồn $U=0,4\text{kV}$, tổn thất điện áp cho phép là $\Delta U_{cp} = \pm 5\%$, điện dẫn suất của nhôm $\gamma_{Al} = 31,7\text{m}/\Omega.\text{mm}^2$ và khoảng cách giữa các dây dẫn trên không là 600mm.

10. Cho mạng điện như hình vẽ. Tính chọn tiết diện dây



Biết $U = 0,4\text{Kv}$; $L_1=L_2=100\text{m}$; $L_3=50\text{m}$; $S_1=100\angle 60^\circ\text{ (KVA)}$; $S_2=50\angle 53,1^\circ\text{ (KVA)}$

Dự định dùng dây đồng, khoảng cách các pha $D_{tb}=600\text{mm}$, $\Delta U_{cp} = \pm 5\%$

a/ Tính chọn dây dẫn với tiết diện suốt đường dây không đổi.

b/ Tính tổn thất công suất của mạng điện trên.

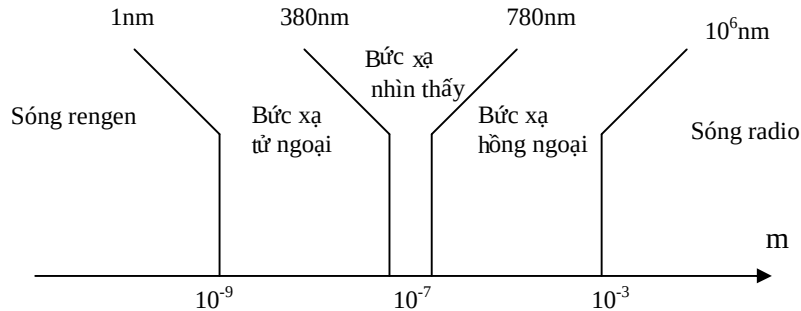
Chương 9

CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP

9.1 Khái niệm chung

Kỹ thuật chiếu sáng là môn học nghiên cứu sự sinh ra và lan truyền các dãy quang của phổ.

Dải quang của phổ: dải phổ điện từ trường với độ dài bước sóng từ $\lambda_1 = 0.001 \text{ m m}$ (1nm) đến $\lambda_n = 1\text{mm}$. Bức xạ của dãy quang này được gọi là bức xạ quang. Bức xạ quang của phổ điện từ trường được chia làm 3 vùng:



Hình 9.1: Bức xạ của dãy quang

- Bức xạ tử ngoại : 0.001 m m đến 0.38 m m .
- Bức xạ nhìn thấy : 0.38 m m đến 0.78 m m .
- Bức xạ hồng ngoại : 0.78 m m đến 1mm .

+ Bức xạ hồng ngoại có các photon với năng lượng nhỏ hơn photon của các bức xạ nhìn thấy và tử ngoại, bức xạ vùng này biểu hiện sự tác động nhiệt, tác động quang điện và quang hóa.

+ Bức xạ tử ngoại tác động rất mạnh lên nhiều vật khác nhau. Nhờ hấp thụ các tia cực tím do lớp bột huỳnh quang mà ta nhìn thấy nguồn sáng, ngoài ra nó còn có tác động sinh vật học dùng để chữa bệnh.

Chiếu sáng công nghiệp liên quan đến rất nhiều loại hình hoạt động thị giác trong sản xuất với mọi quy mô từ những cơ sở sản xuất nhỏ bé cho đến những tổ hợp sản xuất lớn, từ những công việc cực kỳ chính xác, yêu cầu tập trung thị giác cao độ đến những công việc chỉ cần nhìn bao quát chung quá trình sản xuất. Trong bất kỳ trường hợp nào cũng cần bảo đảm các chỉ tiêu định lượng và chất lượng chiếu sáng cho hoạt động thị giác cần thiết của người lao động. Chiếu sáng công nghiệp không chỉ đơn thuần là bảo đảm độ nhìn rõ để thực hiện công việc mà còn phải giúp cho công việc thực hiện dễ dàng trong điều kiện tiện nghi thoải mái. Nghĩa là chiếu sáng phải bảo đảm 3 yếu tố chủ yếu sau:

- Hoạt động thị giác hiệu quả, người lao động thực hiện công việc nhanh chóng, chính xác.
- Tiện nghi thị giác cho người lao động luôn cảm thấy thoải mái dễ chịu
- Bảo đảm an toàn, có thể phát hiện những nguy cơ nơi làm việc.

Vai trò chiếu sáng trong công nghiệp

Ngày nay, với sự phát triển của nền kinh tế việc xây dựng các nhà xưởng công nghiệp ngày càng nhiều, đi cùng đó là việc xây dựng hệ thống chiếu sáng cho nhà xưởng công nghiệp. Chiếu sáng là hạng mục không thể thiếu khi xây dựng các một nhà máy, xưởng sản xuất. Đảm bảo cho quá trình sản xuất được thực hiện liên tục ngày cũng như đêm.

Giải pháp chiếu sáng trong công nghiệp

Xây dựng các mô hình chiếu sáng hợp lý và đồng bộ tùy thuộc vào đặc điểm của từng loại hình nhà xưởng sản xuất (xưởng may, xưởng sản xuất đồ gỗ, xưởng sản xuất cơ khí, kho lưu hàng...) mức độ và yêu cầu chiếu sáng sẽ khác nhau:

1. Lựa chọn nguồn sáng và thiết bị chiếu sáng hiệu suất cao, tiết kiệm điện và thân thiện môi trường. Trong đó hàm lượng các chất độc hại (như chì, thủy ngân, cd) sử dụng ít nhất. Sản phẩm an toàn cho người sử dụng (hạn chế tia UV, an toàn điện trong sử dụng)

2. Thiết kế chiếu sáng đảm bảo các tiêu chuẩn quy định: đảm bảo chất lượng ánh sáng, độ đồng đều ánh sáng, hình thức chiếu sáng hợp lý. Bên cạnh đó cũng nghiên cứu kỹ lưỡng đặc điểm, tính chất của nhà xưởng và nhu cầu sử dụng của từng khu vực trong nhà xưởng đó một cách rõ ràng để lựa chọn mức độ chiếu sáng phù hợp cũng như đưa ra giải pháp phù hợp.

3. Thay thế với nguồn sáng và thiết bị chiếu sáng: có thể sử dụng thay thế trực tiếp và dễ dàng các nguồn sáng và thiết bị chiếu sáng hiệu suất thấp bằng sản phẩm chất lượng cao, hiệu suất cao.

9.2 Các đại lượng và đơn vị đo ánh sáng

9.2.1 Ánh sáng:

Là một dãy bức xạ quang có bước sóng λ từ 0.38 m m đến 0.78 m m mà mắt người có thể nhận biết được.

9.2.2 Quang thông $F(lm)$:

- Năng lượng bức xạ Q_e (Jun): là năng lượng do nguồn bức xạ phát ra.
- Thông lượng bức xạ f_e (W): nếu nguồn bức xạ trong thời gian Δt nó sẽ phát ra năng lượng ΔQ_e thì giá trị thông lượng bức xạ sẽ là:

$$f_e = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q_e}{\Delta t} \quad (9-1)$$

+ Thông lượng bức xạ hữu ích: xác định thông lượng bức xạ hữu ích nhờ bộ thu mẫu. Đối với hệ ánh sáng thì chọn vật thu mẫu là mắt người, thông lượng bức xạ hữu ích thể hiện qua sự nhìn thấy ánh sáng của nguồn bức xạ đó.

Ví dụ 9.1 : đèn phát ánh sáng nhưng mắt người chỉ nhìn thấy 1 phần lượng ánh sáng do đèn phát ra.

- Quang thông $\Phi(lm)$:
- + Quang thông là thông lượng hữu ích trong hệ ánh sáng.

+ Lumen: 1 lumen là quang thông của 1 nguồn sáng điểm có cường độ ánh sáng là 1 candela phát ra trong 1 đơn vị góc khối.

9.2.3 Quang hiệu :H(lm/W)

là tỷ số của quang thông phát ra trên công suất của nguồn sáng.

$$H = \frac{\Phi}{P} (\text{lm/W}) \quad (9-2)$$

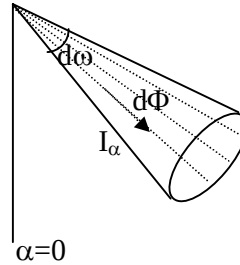
P: công suất của nguồn sáng.

+ Ý nghĩa : H là đại lượng đánh giá nguồn sáng có kinh tế không.

9.2.4 Cường độ chiếu sáng $I(\text{Cd})$:

- Cường độ ánh sáng là sức sáng của nguồn sáng theo 1 phương , biểu thị theo đại lượng vec tơ có hướng.

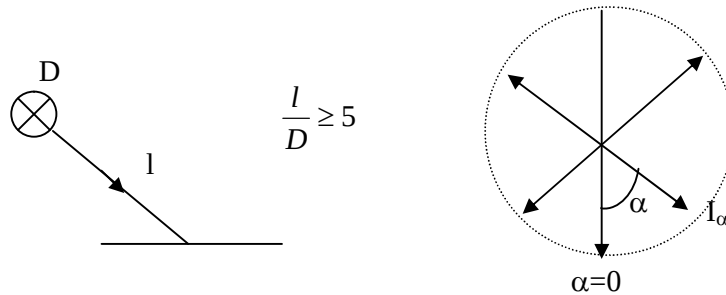
- Cường độ ánh sáng theo hướng α : bằng tỉ số quang thông phát ra trong 1 đơn vị góc khối theo hướng α .



Hình 9.2: Cường độ chiếu sáng

$$I_a = \frac{d\Phi}{d\Omega} (\text{Cd}) \quad (9-3)$$

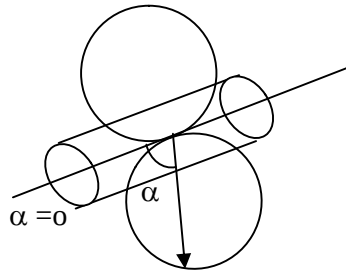
Nguồn sáng điểm: là nguồn sáng mà khoảng cách từ nguồn sáng đến nơi nhận ánh sáng lớn gấp 5 lần trở lên kích thước của nguồn sáng đó.



Hình 9.3: Nguồn sáng điểm

- Khỏi các đuôi vec tơ cường độ ánh sáng cho vật quang.
- + Cắt vật quang thành những mặt phẳng dọc trục đèn ta có đường phối quang dọc.
- + Cắt vật quang thành những mặt phẳng vuông góc trục đèn ta có đường phối quang ngang.
- + Nguồn đối xứng: cường độ ánh sáng phân bố đối xứng qua trục đèn.

+ Nguồn không đối xứng: cường độ ánh sáng phân bố không đối xứng qua trục đèn.



Hình 9.4: Cường độ ánh sáng phân bố không đối xứng

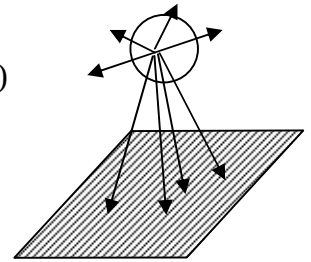
9.2.5 Độ rọi E (lux):

Định nghĩa: mật độ quang thông rớt trên mặt phẳng được chiếu sáng gọi là độ rọi.

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \quad (9-4)$$

$$E_{tb} = \frac{\Sigma E}{n} : \text{quang thông rớt không đều.}$$

$$E = \frac{f}{A} : \text{quang thông rớt đều.}$$



Hình 9.5: Độ rọi E

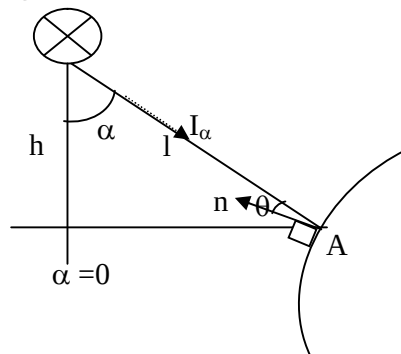
- Độ rọi còn gọi là độ sáng trên bề mặt chiếu sáng.
- Đối với nguồn sáng điểm: độ rọi tại 1 điểm trên bề mặt chiếu sáng được tính theo công thức:

$$E = \frac{I_a \cos \theta}{l^2} \quad (9-5)$$

I_α : cường độ ánh sáng theo hướng α .

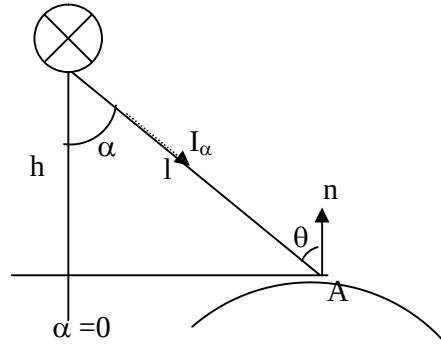
θ : góc tạo bởi hướng α và pháp tuyến n của mặt phẳng được chiếu sáng tại điểm ta xác định độ rọi.

l : khoảng cách từ nguồn sáng đến điểm ta xét.



Hình 9.6: Độ rọi

+ Trường hợp đặt biệt : $\theta = \alpha$:



Hình 9.7: Độ rọi

$$E_{Angang} = \frac{I_a}{l^2} \cdot \cos a = \frac{I_a}{h^2} \cdot \cos^3 a$$

$$E_{Adung} = \frac{I_a}{l^2} \sin a = \frac{I_a}{h^2} \cos^2 a \cdot \sin a$$
(9-6)

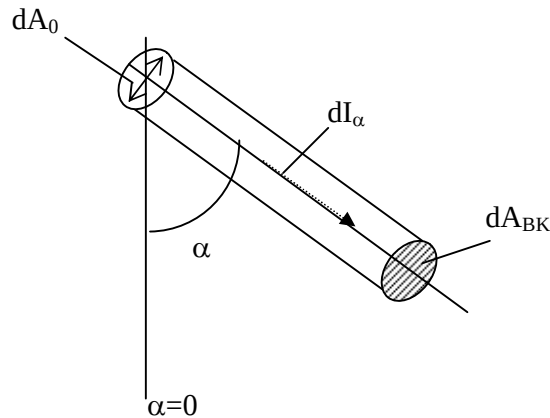
9.2.6 Huy độ : L (cd/m^2)

Huy độ còn gọi là độ chói.

Huy độ theo hướng α của nguồn sáng bằng tỉ số cường độ ánh sáng theo hướng α trên diện tích biểu kiến của nguồn sáng đó.

$$L_a = \frac{dI_a}{dA_{BK}} (cd / m^2)$$
(9-7)

+ Ý nghĩa : Huy độ là 1 đại lượng rất quan trọng, nó tác dụng trực tiếp lên mắt người.



Hình 9.8: Huy độ

+ Vật sáng đều :

$$L = \frac{I_a}{A_{BK}}$$
(9-8)

Ví dụ 9.2:

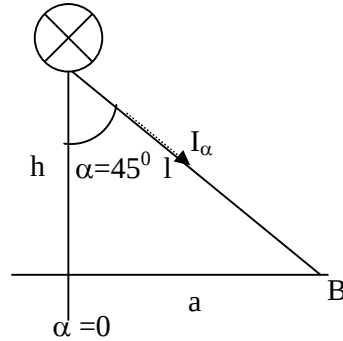
Cho nguồn sáng hình cầu có $D = 6 \text{ cm}$, $L = (500/\pi)(\text{cd}/\text{cm}^2)$, cho đèn là vật phát sáng đều. Cho $h = a = 5 \text{ m}$. Hãy xác định độ rọi tại điểm B nằm trên mặt phẳng cần chiếu sáng sao cho:

a/ Độ rọi nhỏ nhất $E_{B\min}$.

b/ Độ rọi lớn nhất $E_{B\max}$.

c/ Độ rọi $E_{B\text{ngang}}$.

d/ Độ rọi $E_{B\text{đứng}}$.



Hình 9.9: Nguồn sáng hình cầu

Lời Giải

a) Độ rọi nhỏ nhất $E_{B\min}$

$$E_B = \frac{I_a}{l^2} \cos q$$

$$E_{B\min} \Leftrightarrow \cos q = 0 \Rightarrow q = \frac{\pi}{2}$$

B thuộc mặt phẳng mà I_α là đường thẳng tiếp tuyến với mặt phẳng đó.

$$E_{B\min} = 0$$

b) Độ rọi lớn nhất $E_{B\max}$

$$E_{B\max} = \frac{I_a}{l^2}$$

$$\cos q = 1 \Rightarrow q = 0^\circ$$

$\Rightarrow$ B thuộc mặt phẳng mà I_α là đường thẳng vuông góc với mặt phẳng đó.

$$L = \frac{I_a}{\frac{\pi D^2}{4}} \Rightarrow I_a = L \cdot \frac{\pi D^2}{4} = \frac{500}{\pi} \cdot \frac{\pi}{\text{cm}^2} \cdot \frac{(6\text{cm})^2}{4} = 4500(\text{cd})$$

$$E_{B\max} = \frac{I_a}{l^2} = \frac{I_a}{h^2 + a^2} = \frac{4500}{50} = 90(\text{lux})$$

$$c / E_{B\text{ngang}} = \frac{I_a}{l^2} \cos a$$

$$\cos a = \frac{h}{l}$$

$$\Rightarrow E_{B\text{ngang}} = \frac{I_a \cdot h}{l^3} = \frac{4500 \times 5}{(\sqrt{50})^3} = 63,63(\text{lux})$$

$$d / E_{B\text{đứng}} = \frac{I_a}{l^2} \sin a = \frac{I_a \cdot a}{l^2} = 63,63(\text{lux})$$

9.3 Các loại nguồn sáng và phụ tùng đi kèm

9.3.1 Đèn sợi nung: (đèn nung sáng, đèn dây tóc, đèn sợi đốt)

Đèn nung sáng phát sáng dựa trên nguyên tắc bức xạ nhiệt: dòng điện đi qua dây tóc được nung nóng đến phát sáng. Dây tóc làm bằng wolfram có chất lượng tốt do nhiệt độ nóng chảy của nó cao (3650°K), sự bốc hơi chậm, có độ bền cơ khí lớn. Trong đèn nạp khí trơ hay để chân không, trong các bóng đèn thường nạp khí Ne và Argon để giảm sự bốc hơi của dây tóc, nhưng lại có hiện tượng đối lưu gây ra sự truyền nhiệt và mất mát năng lượng từ bóng ra ngoài. Nên đối với bóng đèn có công suất lớn ($P > 75\text{ W}$) thì người ta nạp khí Ne và Argon, còn các bóng đèn có công suất nhỏ hơn thì hút chân không.

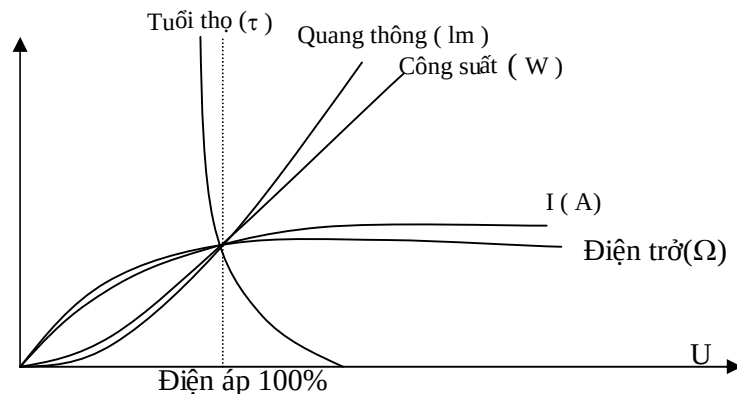
Mặc dù hiệu quả ánh sáng rất thấp, cho phép chiếu sáng cục bộ hoặc chiếu sáng trang trí. Chúng rất thuận tiện trong việc chiếu sáng mức thấp và trung bình ở các khu dân cư.

* Các ưu điểm :

- Nhiều loại công suất, kích thước ứng với nhiều cấp điện áp khác nhau (12,36,127,220 V,...)
- Bật sáng không cần thiết bị phụ.
- Bật sáng tức thời.
- Không phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường bên ngoài.
- Quang thông giảm không đáng kể ở cuối tuổi thọ đèn.
- Tạo ra màu sắc ấm áp.
- Giá thành rẻ.

* Các nhược điểm:

- Phổ màu vàng đỏ.
- Quang hiệu thấp ($H < 20\text{ lm/W}$)
- Tuổi thọ không cao ($T < 2000\text{h}$)
- Tốn nhiều năng lượng điện và phát nóng khi chiếu sáng những nơi đòi hỏi E_{cao} , chỉ nên sai ở những nơi có E_{th} và $E_{\text{thấp}}$.
- Tính năng đèn thay đổi đáng kể theo sự biến thiên của điện áp nguồn:



Hình 9.11: Sự biến thiên của điện áp nguồn

Qua hình trên ta thấy khi điện áp tăng thì dòng điện, nhiệt độ, quang thông, đều tăng nhưng tuổi thọ đèn giảm nhanh do dây tóc bị bốc hơi nhiều. Khi điện áp giảm thì có hiện tượng ngược lại.

Căn cứ vào công dụng của đèn dây tóc có thể chia làm các loại sau :

a. Đèn chiếu sáng thông thường:

Loại đèn này thường có điện áp 220 V và 110 V, cổ đèn có kiểu ngạnh tre và xoắn ốc.

- Công suất: $P = 15 \text{ W}$ đến 2000 W .
- Quang thông: $\Phi = 250\text{-}40000 \text{ lm}$.
- Quang hiệu: $H = 9 - 20 \text{ lm/W}$
- Tuổi thọ: $T = 1000 \text{ h}$.

b. Đèn chiếu sáng hạ áp:

- Loại đèn này dùng để chiếu sáng an toàn cục bộ khi kiểm tra sửa chữa và thi công hoặc dùng trên máy công cụ. Điện áp định mức của nó là 12V, 24V và 32V, cổ đèn cũng giống như đèn chiếu sáng thông thường, công suất từ 15 W đến 100 W.

c. Đèn tín hiệu:

- Đèn này được dùng trên các bảng phân phối điện, bảng khống chế ... để làm tín hiệu. Nó có rất nhiều loại, điện áp từ 6,3 V đến 220V.

d. Đèn có tráng gương:

- Đèn được tráng gương ở trên thân bầu đèn, dùng để chiếu sáng trực tiếp hay gián tiếp trên trần.

- Công suất: $P = 40 - 300 \text{ W}$
- Quang hiệu: $H = 9 - 20 \text{ lm/W}$
- Tuổi thọ: $T = 1000 \text{ h}$

Khi sử dụng trần giả cần chú ý đến vấn đề thông gió.

e. Đèn halogen:

Trong đèn ngoài khí trơ còn có khí thuộc nhóm halogen. Đèn rất chắc chắn, nhiều loại.

- Công suất: $P = 20 - 2000 \text{ W}$
- Quang thông: $\phi = 350 - 44000 \text{ lm}$
- Tuổi thọ: $\tau = 2000 \text{ h}$

Sử dụng chiếu sáng trong cửa kính, tiệm, tiền sảnh, salon, triển lãm, trang trí, sân bãi thể thao, bể bơi ...

9.3.2 Đèn huỳnh quang:

Đèn huỳnh quang là những đèn phóng điện trong hơi thủy ngân áp suất thấp. Nhờ lớp bột huỳnh quang ở bên trong thành bóng đèn mà biến đổi những tia cực tím thành các ánh sáng nhìn thấy.

Cấu tạo đèn huỳnh quang: một ống thủy tinh mờ có các điện cực đốt nóng, bên trong chứa khí trơ và 1 lượng thủy ngân rất nhỏ, khi phóng điện ở áp suất thấp 0.001mmHg, phát xạ chủ yếu của thủy ngân nằm ở bước sóng 254 nm trong khi nhiệt độ thủy ngân vẫn nguội khoảng 50 °C.

Khí trơ trong đèn thường được nạp đến 2-3mmHg với mục đích tạo điều kiện dễ dàng cho mỗi phóng điện.

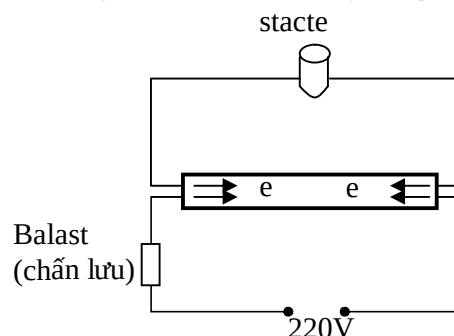
*** Ưu điểm:**

- Màu sắc của đèn gần giống ánh sáng mặt trời, không chói mắt.
- Kinh tế ($H = 40-95 \text{ lm/W}$).
- Tuổi thọ cao khoảng 7000h.
- Dùng để chiếu sáng ở những nơi cần độ sáng cao.
- Có nhiều màu sắc để lựa chọn, do phổ quang đèn rất đa dạng.
- Độ chói nhỏ: 5000-8000 (Cd/m^2).

*** Nhược điểm:**

- Kích thước lớn -> cồng kềnh.
- Có ít loại công suất khác nhau (vì công suất càng lớn thì đèn càng dài càng khó va đập -> khó môi sáng).
- Không thể chuyển đèn làm việc với dòng xoay chiều sang một chiều
- Cần có các thiết bị phụ trợ, giá thành cao, sử dụng phức tạp.
- Ở những nơi treo cao ánh sáng không đủ.
- Khó môi sáng được ở những nơi quá nóng hoặc quá lạnh do hơi thủy ngân phụ thuộc nhiệt độ môi trường bên ngoài, nếu quá nóng thì hơi thủy ngân bốc hơi hết -> không đủ năng lượng.
- Quang thông dao động và giảm sút nhiều (đến 60 %) ở cuối tuổi thọ đèn.
- Ảnh hưởng của sự thay đổi điện áp lên sự làm việc của đèn huỳnh quang ít hơn so với đèn nung sáng, nhưng khi điện áp nhỏ hơn 90% giá trị danh định thì đèn không cháy sáng.
- Đèn huỳnh quang không sài ở những nơi có nhiệt độ nhỏ hơn 10°C, những đèn sài ở nhiệt độ này chỉ có khí trơ, màu đèn là màu khí trơ, tất cả các loại đèn còn lại đều có Hg vì hơi Hg sẽ có ánh sáng trắng nhiều hơn do giàu tia cực tím.

*** Nguyên tắc hoạt động của mạch đèn huỳnh quang :**



Hình 9.12: hoạt động của mạch đèn

Hai cực của đèn, stacte và bộ chỉnh lưu mắc nối tiếp với nhau và đấu vào nguồn điện xoay chiều. Stacte là 1 rơ le nhiệt có lá kim loại kẹp đặt trong 1 bóng thủy tinh có nạp khí neon. Khi đóng công tắc nguồn điện, vì hai tiếp điểm của stacte ở trạng thái thường mở nên toàn bộ điện áp của nguồn đều đặt vào 2 cực của stacte gây nên phóng điện làm cho lá kim loại kẹp nóng lên đến $800-1000^{\circ}\text{C}$ và giãn nở làm tiếp điểm đóng lại và xuất hiện dòng điện chạy qua 2 cực của đèn, lúc này 2 cực nóng lên và phát xạ điện tử, làm cho khí argon ở gần 2 cực bị ion hoá, nhiệt độ chung quanh 2 cực tăng lên, thủy ngân bốc hơi làm cho sự ion hoá toàn bộ chất trong bóng đèn. Lúc này vì tiếp điểm của stacte là bị đóng, sự phóng điện nháy sáng của stacte ngừng lại, lá kim loại kẹp nguội dần và trở về trạng thái cũ, làm tiếp điểm mở ra, do đó dòng điện lại bị ngắt, đồng thời bộ chỉnh lưu do dòng điện bị ngắt làm cho 2 đầu của nó sản sinh ra sức điện động tự cảm mạch xung rất cao. Vì vậy điện áp giữa 2 cực của đèn tăng lên mạnh mẽ, hơi thủy ngân trong bóng đèn dưới tác dụng của điện trường bị ôxi hóa toàn bộ gây nên hiện tượng phóng điện hồ quang và bức xạ tia tử ngoại. Các tia tử ngoại bắn vào bột huỳnh quang, kích thích bột huỳnh quang làm cho toàn bộ đèn sáng lên. Sau khi đèn sáng, điện áp 2 đầu stacte không đủ để tạo nên sự phóng điện nữa, nên stacte cũng ngừng làm việc. Sau khi đèn sáng, dòng điện từ 1 cực của nguồn điện đi qua bộ chỉnh lưu, qua đèn rồi lại trở về cực kia của nguồn điện. Vì dòng điện không đi qua stacte nữa, nên lúc này nếu rút stacte ra cũng không làm ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của đèn. Tác dụng của bộ chỉnh lưu là khi đèn sáng nó có thể hạn chế dòng điện quá lớn qua đèn làm cháy đèn. Chấn lưu cuộn cảm làm bằng phẳng dạng sóng dòng điện, chấn lưu gồm cuộn kháng và dòng điện làm nâng cao hệ số công suất lên $0.9 - 0.95 \rightarrow$ tiết kiệm điện năng.

*** Trị số định mức của đèn huỳnh quang:**

Trước khi dùng đèn huỳnh quang cần chú ý đến điện áp nguồn, công suất định mức của ống đèn mà lựa chọn các phụ kiện của nó (chấn lưu, stacte) cho phù hợp. nếu không đèn sẽ không sáng, còn làm cháy đèn và các phụ kiện.

Bảng 9.1: Các thông số của một số loại đèn huỳnh quang

Công suất	Chiều dài	Đường kính	Màu sắc	Quang thông (lm)
(W)	(mm)	(mm)		
6	212	16	Màu trắng Z	200
8	288	16	Màu trắng Z	330
20	590	38	Màu trắng Z	930
20	590	38	Màu trắng 3500	1100
20	590	38	Trắng công nghiệp	1150
20	590	38	Sáng lục	1000

40	1200	38	Trắng Z	2450
40	1200	38	Trắng 3500	2900
40	1200	38	Trắng công nghiệp	3200
40	1200	38	Sáng lục	2450
80	1500	38	Màu trắng Z	4550
65	1500	38	Màu trắng Z	3750
80	1500	38	Trắng công nghiệp	5900
65	1500	38	Trắng công nghiệp	5100

Bảng 9.2: Hệ số dự trữ K đối với một số đèn trong môi trường.

Tính chất các phòng	Đèn huỳnh quang	Hệ số dự trữ K	
		Đèn nung	Số lần lau
		sáng	bóng đèn
Các phòng có nhiều bụi	2,0	1,7	4 lần/tháng
Các phòng có bụi, khói trung bình	1,8	1,5	3 lần/tháng
Phòng ít bụi, mờ hóng	1,5	1,3	2 lần/ tháng

9.3.3 Đèn thủy ngân cao áp và một số loại đèn thông dụng khác:

a. Đèn thủy ngân cao áp:

Trong đèn ngoài khí trơ (Ne, Argon) còn có hơi thủy ngân. Khi đèn làm việc áp suất hơi thủy ngân đạt tới 2 – 5 atm.

*** Ưu điểm:**

- Quang hiệu cao: $H = 65 \text{ lm/w.}$
- Công suất lớn: $P = 1000\text{-}2000 \text{ W.}$
- Tuổi thọ cao, bền chắc, không chịu ảnh hưởng của môi trường.

*** Nhược điểm:**

- Chỉ số màu nhỏ.

- Diễn sắc kém do thiếu bức xạ màu tím.
- Sự dao động quang thông cao hơn đèn huỳnh quang, quang thông giảm nhiều ở cuối tuổi thọ đèn.
- Đèn chỉ làm việc ở dòng điện xoay chiều.
- Cần phải có chấn lưu.
- Đèn chỉ có thể bật sáng trở lại sau khi đã nguội 5 – 6 phút -> đèn thủy ngân cao áp không dùng để chiếu sáng sự cố, dùng để chiếu sáng các vùng đi bộ, công viên vườn,.....

b. Đèn halozen kim loại:

- Sự phóng điện xảy ra trong hỗn hợp hơi thủy ngân và halozen áp suất cao.
- * **Ưu điểm:**
 - Công suất: $P = 250 - 2000 \text{ W}$.
 - Quang hiệu: $H = 68 - 105 \text{ lm/w}$.
 - Chỉ số màu cao.
 - Ánh sáng trắng.
 - Tuổi thọ: 1000 – 10000
 - Sự xung động quang thông nhỏ hơn và thời gian mỗi sáng nhanh hơn so với đèn thủy ngân cao áp. Được sử dụng để chiếu sáng thể thao.

* **Nhược điểm:**

- Giá thành cao.
- Sau 1 thời gian chỉ số màu giảm.
- Phải dùng balast để mỗi sáng.

9.4 Các hình thức chiếu sáng

Để tạo nên độ rọi ở những chỗ làm việc , người ta dùng chiếu sáng chung , chiếu sáng cục bộ và chiếu sáng tổ hợp

a. Chiếu sáng chung :

Đảm bảo độ rọi đồng đều trên toàn bộ diện tích làm việc hay toàn bộ phòng làm việc . Đặc biệt , ở những phòng trong có chiếu sáng cục bộ , thì chiếu sáng chung có mục đích là đảm bảo duy trì trong giới hạn đủ thoả mãn để nhìn

Do hình dạng đèn huỳnh quang có các cấp công suất tương đối thấp (15-100W, 400-4000 lm). Vậy để nhận được một quang thông tương đương với quang thông đã cho bởi một đèn nung sáng (từ 500-1000W) , thì cần phải có nhiều bóng đèn huỳnh quang

Chiếu sáng chung được dùng trong các phân xưởng có diện tích làm việc rộng , có yêu cầu về độ rọi gần như nhau tại mọi điểm trên bề mặt đó . Chiếu sáng chung còn sử dụng phổ biến ở các nơi mà ở đó quá trình công nghệ không đòi hỏi mắt phải làm việc căng thẳng như ở phân xưởng mộc , rèn , hành lang...

Trong chiếu sáng chung , các đèn thường phân bố theo hai cách : phân bố đều và phân bố chọn lọc.

b. Chiếu sáng cục bộ

Ở những vị trí có yêu cầu quan sát tỉ mỉ, chính xác và phân biệt rõ các chi tiết ...thì cần có độ rọi cao mới làm việc kết quả. Muốn vậy phải dùng phương pháp chiếu sáng cục bộ, tức là đặt đèn vào gần nơi quan sát. Khi để gần, ta chỉ cần công suất nhỏ cũng tạo nên độ rọi lớn trên bề mặt chi tiết cần quan sát do vậy giảm được chi phí vốn đầu tư

Chiếu sáng này thường được dùng để chiếu sáng chi tiết gia công trên máy công cụ, chiếu sáng ở các bộ phận kiểm tra ... Tại đây, chiếu sáng chung sẽ không đủ độ rọi cần thiết nên phải sử dụng thêm chiếu sáng cục bộ. Các loại đèn chiếu sáng cục bộ trên máy công cụ hoặc các đèn cầm tay di động thường dùng với điện áp 36V hay 12V

Ở những nơi quá ẩm ướt, bụi bặm hay có khí dễ cháy và nổ thì người ta thường dùng những loại đèn kiểu kín

c. Chiếu sáng tổ hợp (hay còn gọi là hỗn hợp)

Đó là kết quả của việc sử dụng đồng thời chiếu sáng chung và chiếu sáng cục bộ. Chiếu sáng hỗn hợp được dùng ở những phân xưởng, có những công việc thuộc cấp 1, 2 và 3 ghi ở bảng phân cấp công việc. Nó cũng được dùng khi cần phân biệt màu sắc, độ lồi lõm ... Chiếu sáng loại này thường được dùng ở các phân xưởng gia công nguội, các phân xưởng khuôn mẫu .v.v.. trong các nhà máy cơ khí

9.5 Tiêu chuẩn và yêu cầu chiếu sáng.

Cơ sở cho thiết kế chiếu sáng trong công nghiệp

- Căn cứ Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7114:2008
- Căn cứ Quy chuẩn Xây dựng Việt Nam QCVN 09:2005

Các tiêu chí yêu cầu cho chiếu sáng trong công nghiệp

1. Độ rọi trên bề mặt làm việc, độ đồng đều độ rọi, độ hoàn màu của ánh sáng phải đảm bảo tuân thủ Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7114-1:2008: Chiếu sáng nơi làm việc, chiếu sáng trong nhà.

2. Mật độ công suất phải tuân thủ theo Quy chuẩn xây dựng Việt Nam QCVN 09:2005: Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả. Sử dụng các nguồn sáng và thiết bị chiếu sáng hiệu suất cao.

3. Nhiệt độ màu ánh sáng: 5500K, 6500K, 7500K (tùy theo tính chất công việc).

4. Đảm bảo điều kiện chiếu sáng tiện nghi: Không có hiện tượng nhấp nháy ánh sáng, không bị chói lóa, sắp bóng khi làm việc.

Yêu cầu trong chiếu sáng

- ✓ Bảo đảm độ rọi yêu cầu cho từng vị trí làm việc.
- ✓ Phân bố độ chói trong không gian chiếu sáng.
- ✓ Tránh gây chói lóa cho người làm việc.
- ✓ Tạo hướng ánh sáng thích hợp.
- ✓ Màu sắc ánh sáng phù hợp với công việc và màu sắc các bề mặt tại nơi làm việc.
- ✓ Giảm sự nhấp nháy ánh sáng của các loại bóng đèn.

- ✓ Bảo đảm mức độ chiếu sáng tự nhiên cần thiết.
- ✓ Duy trì các thông số ánh sáng trong suốt thời gian sử dụng.

9.6 Các phương pháp tính toán chiếu sáng

9.6.1 Tính theo phương pháp chiếu sáng công suất trên một đơn vị diện tích sản xuất

Phương pháp này thích hợp để tính chiếu sáng cho các phòng nhỏ hoặc chỉ số phòng nhỏ hơn 0,5; yêu cầu tính toán không cần chính xác lắm. Có 2 cách tính

1. Cách tính thứ nhất:

Phương pháp này khá thích hợp trong khi thiết kế và tính toán sơ bộ. Sử dụng phương pháp này chỉ cần xác định công suất ánh sáng trên đơn vị diện tích (W/m^2) theo từng yêu cầu chiếu sáng khác nhau, sau đó nhân với diện tích cần chiếu sáng là được công suất tổng. Được công suất tổng rồi mới xác định số đèn, loại đèn và độ treo cao của đèn v.v..

$$P_{\text{tổng}} = p \cdot S \quad [W] \quad (9-9)$$

Trong đó: p là công suất trên đơn vị met vuông (W/m^2)

S diện tích cần chiếu sáng (m^2)

2. Cách tính thứ hai:

Cách tính này chủ yếu là dựa vào một bảng đã tính toán sẵn với công suất 10W một met vuông. Khi thiết kế nếu lấy độ rọi phù hợp với độ rọi trong bảng đã tính sẵn thì không phải hiệu chỉnh. Nếu khác nhau về độ rọi thì công suất phải hiệu chỉnh theo biểu thức:

$$P = \frac{10 E_{\min} k}{E} \quad [W/m^2] \quad (9-10)$$

trong đó: p = công suất [W/m^2], tính theo độ rọi yêu cầu

$E_{\min}$: độ rọi tối thiểu cần có đối với nơi tính toán chiếu sáng

E : độ rọi tra bảng tính sẵn với tiêu chuẩn 10 W/m^2 , với các bóng đèn khác nhau

k : hệ số an toàn

Bảng 9.3: Đơn vị công suất tiêu chuẩn

Htt	E (lux)	5	10	20	30	50	75	100	150	200
(m)	$S_p(m)^2$									
	10 ÷ 15	3.1	5.8	10	14	21	28	34	52	68
	15 ÷ 25	2.5	4.7	8.5	11.3	17	24	29	43	58

2 ÷ 3	25 ÷ 50	2.2	4	7	9.4	14	20	24	36	48
	50 ÷ 150	1.9	3.6	6.3	8.5	12.2	17	19	29	38
	150 ÷ 300	1.7	3.2	5.7	7.5	11.3	16	19	28	37
	> 300	1.6	3	5.4	7	10.7	15	18	26	35
3 ÷ 4	10 ÷ 15	4.1	7	12	16	24	34	44	66	88
	20 ÷ 30	3.5	6	10.3	13.5	21	29	38	56	75
	30 ÷ 40	2.9	5.2	8.7	12.2	18	25	32	48	64
	40 ÷ 50	2.4	4.2	7	9.9	14.6	21	26	38	51
	50 ÷ 120	2	3.6	5.9	8	12.2	17.4	21	31	42
	120 ÷ 300	1.7	3.2	5.2	7	11.3	15	19	28	37
	> 300	1.6	2.7	4.7	6.6	10.3	14	17	25	34
4 ÷ 6	10 ÷ 17	4.9	8.3	14	20	31	45	58	86	115
	17 ÷ 25	3.9	6.6	11.3	15.3	25	35	46	68	91
	25 ÷ 35	3.2	5.5	9.4	13	21	30	38	56	75
	35 ÷ 50	2.8	4.7	8	11.3	18	25	31	47	62
	50 ÷ 80	2.3	3.9	6.6	9.4	14	21	26	38	51
	80 ÷ 150	1.9	3.1	5.5	8	11.7	16.4	23	34	45

	150 ÷ 400	1.6	2.6	4.7	6.6	10.3	14.6	20	30	40
	> 400	1.4	2.3	4.2	5.9	9.4	13	18	26	15

Bảng 9.4: Đơn vị công suất p_{tc} dùng cho đèn neon huỳnh quang 36 ÷ 40W với trần và tường có màu bất kỳ.

Htt (m)	Đèn neon 36 ÷ 40W với màu trần và tường bất kỳ							
	E (Lux) $S_p(m)^2$	75	100	150	200	300	400	500
2 ÷ 3	10 ÷ 15	8.3	11	16.6	22	33	44	55
	15 ÷ 25	7.1	9.5	14.2	19	28	38	47
	25 ÷ 50	6.2	8.3	12.4	16.6	25	33	41
	50 ÷ 150	5.4	7.2	10.8	11.4	21	29	36
	150 ÷ 300	4.9	6.2	9.8	13	19.6	26	32
	> 300	4.6	6.1	9.2	12.2	18.4	24	31
3 ÷ 4	10 ÷ 15	12.2	16.2	24.4	32	49	65	81
	15 ÷ 20	9.6	12.8	19.2	26	38	51	64
	20 ÷ 30	8.1	10.8	16.2	22	32	43	53
	30 ÷ 50	7	9.4	14	18.4	28	37	46
	50 ÷ 120	6.1	8.1	12.2	16.2	24	32	40
	120 ÷ 300	5.4	7.2	10.8	14.4	21	29	35

	> 300	4.9	6.5	9.8	13	19	26	32
4 ÷ 6	10 ÷ 17	17	23	34.4	46	68	92	114
	17 ÷ 25	13.5	18	27	36	54	72	90
	25 ÷ 35	10.8	14.5	21.6	29	43	58	72
	35 ÷ 50	8.8	11.8	17.6	24	35	47	58
	50 ÷ 80	7.5	10	15	20	30	40	50
	80 ÷ 150	6.4	8.7	12.8	17	25	34	42
	150 ÷ 400	5.7	7.6	11.4	15.2	23	30	38
	> 400	5	6.6	10	13.2	20	26	33

Bảng 9.5: độ rọi theo tiêu chuẩn

Công suất đèn W	Độ rọi khi chưa có hệ số an toàn, l_x					
	Điện áp định mức					
	127 V			220 V		
	Trực xạ	Khuếch tán	Phản xạ	Trực xạ	Khuếch tán	Phản xạ
40	26	22,5	16,5	23	19,5	14,5
60	29	25	18,4	25	21	15,5
100	35	30	22	27	23	17
150	39,5	34	24,5	31	26,5	19,5
200	41,5	35,5	26	34	29,5	21,5
300	44	38	27,5	37	32	23,5
500	48	41	30	41	35	25,5
750	50	42,5	31,5	44,5	38	28
1000	52	44	42,5	47	40	29,5

Sau khi tính được P ta phải nhân với diện tích của phòng mà ta thiết kế để được công suất đặt P_d . Từ trị số P_d sẽ tìm lại công suất đèn tương ứng với công suất đã dự tính khi sử dụng bảng độ rọi theo tiêu chuẩn. Sau đó mới tính số đèn, xác định cách bố trí đèn v.v.. công suất đặt: $P_d = p.S$

$$\text{Số lượng đèn } n = \frac{P_d}{P} \quad (9-11)$$

P là công suất mỗi đèn mà ta đã dự tính chọn khi sử dụng bảng

Ví dụ 9.3

Tính số đèn cần thiết đặt ở một phòng trong phòng có diện tích 60 m^2 . Độ rọi tối thiểu $E_{\min} = 50 \text{ lx}$. Dùng cách phối quang phản xạ. Dùng bóng 40 W, điện áp 127 V

Tra bảng độ rọi tiêu chuẩn với đèn 40W điện áp 127 V được $E = 165$, lấy $k = 1,3$. Công suất trên 1 met vuông là:

$$P = 10 \frac{E_{\min}}{E} k = 10 \frac{50}{16,5} 1,3 = 39,5 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Công suất đặt: } P_d = p.S = 39,5 \cdot 60 = 2370 \text{ W}$$

$$\text{Số đèn: } n = \frac{P_d}{P} = \frac{2370}{40} = 60 \text{ ngọn đèn}$$

9.6.2 Tính theo phương pháp quang thông (Hệ số sử dụng):

Phương pháp này dùng để tính toán chiếu sáng chung. Thường dùng để tính chiếu sáng cho các phân xưởng có diện tích lớn hơn 10 m^2 , không thích hợp để tính chiếu sáng cục bộ và chiếu sáng ngoài trời. Tính theo phương pháp này sẽ dùng biểu thức sau:

$$F = \frac{ESkZ}{nk_{sd}} \quad (9-12)$$

Trong đó:

F : quang thông của mỗi đèn (lumen)

E : độ rọi

S : diện tích cần chiếu sáng (m^2)

n : số bóng đèn

k : hệ số dự trữ

k_{sd} : hệ số sử dụng của bóng đèn, nó phụ thuộc vào loại đèn, kích thước và điều kiện của phản xạ của phòng

$Z = E_{th}/E_{\min}$: hệ số tính toán, $E_{\min}$ cho trong bảng 4.3.1 và bảng 4.3.2. Hệ số Z thuộc vào loại đèn và tỷ số $\frac{L}{H}$, thông thường lấy $Z = 0,8$ đến $1,4$

Khi tra bảng để tìm hệ số sử dụng sẽ phải xác định trị số được gọi là chỉ số của phòng

$$\varphi = \frac{ab}{H(a+b)} \quad (9-13)$$

Trong đó:

- + a , b : chiều dài và chiều rộng của phòng (m)
- + H : khoảng cách từ đèn đến mặt công tác

Như vậy , theo yêu cầu công nghệ , xác định được độ rọi tối thiểu , căn cứ công thức trên tìm được quang thông của mỗi đèn . Căn cứ trị số quang thông để đi xác định công suất mỗi đèn . Khi chọn công suất đèn tiêu chuẩn , người ta có thể cho phép quang thông chênh lệch từ -10 đến +20

Ví dụ 9.4

Có một phòng a = 28m , b = 16m , cao = 4,5 m . Điện áp 220V . Xác định công suất đèn . Sử dụng đèn Y_m . Yêu cầu E tối thiểu là 30 lx , k = 0,7 , H = 3, h_{lv} = 0,8

Tra bảng 4.5.1.2 ta chọn được $\frac{L}{H} = 1,8$, từ đó L = 5 m . Ta lấy hệ số phản xạ của tường và trần : p_{tg} = 50% và p_{tr} = 30%

$$\text{Chỉ số của phòng : } \varphi = \frac{ab}{H(a+b)} = \frac{28.16}{3(28+16)} = 3,5$$

Sử dụng bảng tra một số loại đèn của Liên Xô cũ tìm được hệ số sử dụng k_{sd} = 0,46 và lấy Z = 1,2

Quang thông của một đèn:

$$F = \frac{ESkZ}{nk_{sd}} = \frac{30.448.1.3.1.2}{18.0.46} = 2520 \text{ lumen}$$

Chọn đèn 200 W có quang thông F = 2520 lumen

9.6.3 Tính theo phương pháp điểm

Phương pháp điểm dùng để xác định độ rọi tại từng điểm trên bề mặt làm việc. Khi biết cách bố trí đèn, chiều cao treo đèn và đường cong phối quang của nguồn sáng thì độ rọi của 1 điểm được xác định bằng biểu thức .

$$E_A = \frac{I_\alpha \cdot \cos \alpha}{h_{tt}^2} = \frac{I_\alpha \cdot h_{tt}}{r_3} = \frac{I_\alpha \cdot \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha}{d^2 k} \quad (9-14)$$

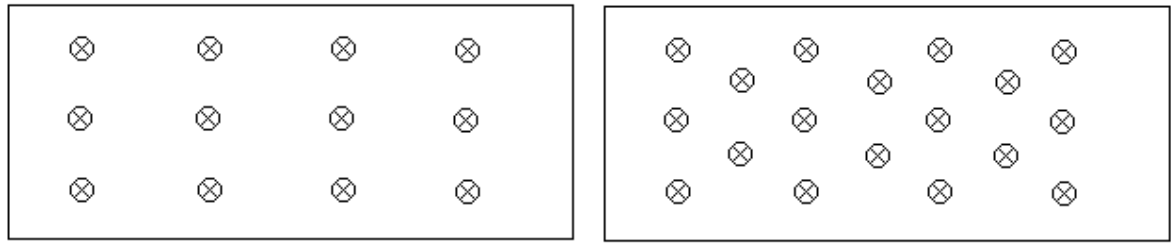
9.6.4 Phân bố vị trí đèn

Chiếu sáng cục bộ khá đơn giản và phải căn cứ vào hoàn cảnh cụ thể để quyết định . Có hai cách bố trí đèn cho chiếu sáng chung:

- +Bố trí đèn đều
- +Bố trí đèn thành cụm

1. Bố trí đèn đều

Bố trí đèn đều là các bóng đèn được bố trí theo một qui luật nhất định để đạt được yêu cầu về độ rọi trên toàn diện tích . Sau đây là giới thiệu hai cách bố trí đèn



Hình 9.13: Bố trí đèn

Phương án 1 : Đèn đặt ở 4 góc của hình vuông (hình 9.13). Nếu bố trí như phương án này mà độ rọi đạt yêu cầu công nghệ thì công suất chiếu sáng sẽ là nhỏ nhất

Phương án 2 : Các đèn đặt theo hình thoi

Trong thực tế việc bố trí các đèn còn phụ thuộc vào các xà ngang của xưởng , đường di chuyển của cần trục trong phân xưởng (nếu có) . Quan hệ về độ treo cao của đèn so với mặt công tác, có một số liệu gợi ý như sau

-Gọi khoảng cách từ đèn đến mặt bàn làm việc là H

-Khoảng cách từ đèn đến trần nhà là h_c

-Độ cao của mặt công tác so với nền nhà : h_{lv}

-Khoảng cách nhỏ nhất giữa các đèn: L (hình 9.13)

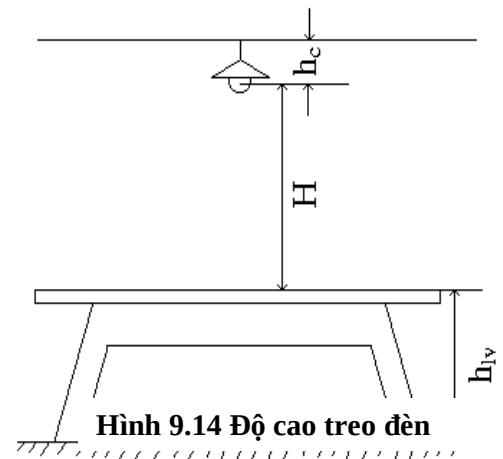
Người ta chứng minh được rằng: (hình 9.13)

Tỷ số $\frac{L}{h_c}$ không được vượt quá 5 hoặc 6 . Trị số tốt nhất là: $\frac{L}{h_c} = 1,4 - 1,6$. Trị số $\frac{L}{h_c}$ phụ thuộc vào các loại đèn và chao đèn (bảng 9.6)

Chú ý: khi $\frac{L}{h_c} > \frac{L}{H}$ sẽ có độ rọi không đều trên trần nhà, như vậy sẽ không sử dụng hết được các tia khuếch tán từ trần xuống

Khoảng cách l từ tường đến đèn nên lấy trong phạm vi: $l = (0,3 - 0,5)L$

Bảng 9.6 trị số $\frac{L}{H}$ hợp lý



Hình 9.14 Độ cao treo đèn

Loại đèn và nơi sử dụng	L/H bố trí nhiều dây		L/H bố trí 1 dây		Chiều rộng giới hạn của phân xưởng khi bố trí 1 dây
	Tốt nhất	Cho phép cực đại	Tốt nhất	Cho phép cực đại	
-Chiếu sáng ngoài nhà dùng chao đèn mờ hoặc sắt tráng men	2,3	3,2	1,9	2,5	1,3H
-Chiếu sáng phân xưởng ,chao đèn vạn năng	1,8	2,5	1,8	2,0	1,2H
-Chiếu sáng cho các cơ quan văn hoá hành chính	1,6	1,8	1,5	1,8	1,0H

2. Bố trí đèn thành cụm

Bố trí đèn thành cụm là bố trí các đèn ở các nơi thích hợp để tạo ra ánh sáng có lợi nhất cho người công nhân vận hành ở các cụm máy tập trung . Cách này thường dùng trong các phân xưởng có máy móc phân bố không đều hoặc có các máy quá cao gây nên các khoảng tối trong phân xưởng

9.7 Thiết kế chiếu sáng

9.7.1 Số liệu ban đầu

Muốn thiết kế chiếu sáng cần có các số liệu sau:

- Mặt bằng của xí nghiệp,của phân xưởng,vị trí các máy đặt trên mặt bằng phân xưởng.
- Mặt bằng và mặt cắt nhà xưởng để xác định vị trí treo đèn.
- Những đặc điểm của quá trình công nghệ(làm việc chính xác,cần phân biệt màu sắc...).
- Các tiêu chuẩn về độ rọi của các khu vực làm việc.
- Số liệu về nguồn điện,nguồn vật tư.

9.7.2 Trình tự thiết kế chiếu sáng

Bước 1 . Kích thước

Chiều dài a(m); chiều rộng b(m); chiều cao H(m); diện tích D(m²) .

Bước 2 . Màu sơn

Trần_ Hệ số phản xạ P_{tr} .

Tường_ Hệ số phản xạ P_t .

Sàn_Hệ số phản xạ P_{lv} .

Bước 3 . Độ rọi yêu cầu Etc

Bước 4 . Chọn hệ chiếu sáng

Bước 5 . Chọn khoảng nhiệt độ màu T_m

Bước 6 . Chọn bóng đèn

Bước 7 . Chọn bộ đèn

Loại : cấp bộ đèn, hiệu suất.

Số đèn / 1 bộ, quang thông các bóng / 1 bộ (lm) .

$L_{doc\ max}$, $L_{ngang\ max}$

Bước 8 . Phân bố các bộ đèn

Cách trần: h' (m), bề mặt làm việc (m), chiều cao treo đèn so với bề mặt làm việc h_{tt} (m).

Bước 9 . Chỉ số địa điểm

$$K = \frac{a.b}{h_{tt}(a+b)} \quad (9-15)$$

Bước 10 . Hệ số bù

Chọn hệ số suy giảm quang thông S_1 .

Chọn hệ số suy giảm do bám bụi S_2 ; hệ số bù

Bước 11 . Tỷ số treo

$$j = \frac{h'}{h' + h_{tt}} \quad (9-16)$$

Bước 12 . Hệ số sử dụng

Bước 13 . Quang thông tổng

$$\phi_{tong} = \frac{E_{tc} . S_d}{U} \quad (9-17)$$

Bước 14 . Xác định bộ số đèn

$$N_{boden} = \frac{\phi_{tong}}{\phi_{cacbong / 1bo}} \quad (9-18)$$

Bước 15 . Kiểm tra sai số quang thông

$$A\phi_{\%} = \frac{N_{boden} . \phi_{cacbong / 1bo} - \phi_{tong}}{\phi_{tong}} \quad (9-19)$$

Bước 16 . Kiểm tra độ rọi trung bình trên bề mặt làm việc

$$E_{tb} = \frac{N_{boden} \cdot \phi_{cacbong / 1bo} \cdot U}{S_d} \quad (9-20)$$

Bước 17 . Phân bố các bộ đèn

Ngoài ra ta còn sử dụng công thức :

$$N = \frac{ExA}{OxCU \times MF} \quad (9-21)$$

N: Số bộ đèn yêu cầu.

E: Độ sáng yêu cầu (lux).

CU: Hệ số sử dụng.

MF: Hệ số bảo quản.

O: công suất (lumen).

Bảng 9.7: Hệ số phản xạ tường, trần

Màu sơn	Hệ số phản xạ	Vật liệu	Hệ số phản xạ	Màu sơn	Hệ số phản xạ	Vật liệu	Hệ số phản xạ
Trắng	0,75	Thạch cao	0,85	Xanh sáng	0,45	Gạch	0,20
Vàng creme	0,70	Đá	0,50	Đỏ	0,25	Gỗ	0,1÷0,4
Vàng nhạt	0,50	Xi măng	0,40	Xanh sậm	0,20		

Bảng 9.8: Một số giá trị độ rọi yêu cầu trên bề mặt làm việc

Đối tượng	E_{tc} (lux)	Đối tượng	E_{tc} (lux)
Hành chính: đánh máy, máy tính, phòng vẽ, thiết kế.....	200÷500	Trường học: phòng học giảng đường, thí nghiệm, thư viện.	200÷500
Phân xưởng cơ khí	200÷750	Xí nghiệp may mặc	300÷1000
Công nghiệp điện	150÷700	Công nghiệp thực phẩm	100÷500
Xưởng đúc	100÷500	Công nghiệp hóa học	100÷1000
Công nghiệp thủy tinh, đồ gốm	100÷500	Công nghiệp đồng thép	100÷500
Công nghiệp da	150÷1000	Xưởng giấy	100÷500

Công nghiệp dệt	100÷1000	Nhà máy và xưởng gỗ	150÷750
-----------------	----------	---------------------	---------

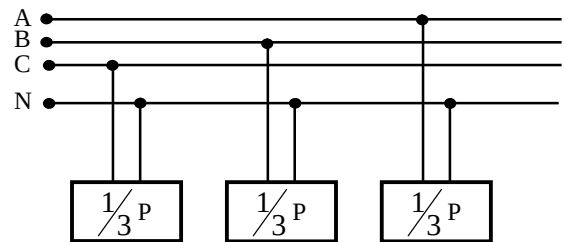
Bảng 9.9: Theo biểu đồ Kruithof môi trường tiện nghi nằm trong kho ánh

E(Lx)	50	100	150	200
Tm(°K)	2300÷2800	2500÷3200	2700÷3500	2800÷3800
E(Lx)	300	400	500	1000
Tm(°K)	2900÷4200	3000÷4600	3100÷5100	≥3300

9.7.3 Phương thức phân phối điện năng trong mạng chiếu sáng

Các thiết bị điện chiếu sáng (cũng như các loại thiết bị gia dụng nói chung) thường sử dụng nguồn 1 pha; Trong khi hệ thống động lực của phân xưởng thường dùng hệ thống 3 pha. Nên vấn đề lắp mạng chiếu sáng trong phân xưởng đảm bảo sự cân bằng phụ tải trên từng pha của mạng.

Khi đó phụ tải chiếu sáng (và các phụ tải 1 pha nói chung) phải được bố trí đồng đều lên 3 pha sao cho độ sai lệch là nhỏ nhất. Vấn đề này gọi là “cân bằng pha trong mạng 3 pha”. Sơ đồ nguyên lý như hình 9.1 4.



Hình 9.14: Phân phối điện năng

Ví dụ tính toán chiếu sáng phân xưởng.

Bước 1: Thu thập số liệu

- Xác định sơ đồ mặt bằng, sơ đồ vị trí, mặt cắt của công trình, nhà xưởng để định vị trí treo đèn.
- Đặc điểm của qui trình công nghệ để chọn độ sáng hợp lý.
- Các số liệu về nguồn sáng, nguồn điện...

Bước 2: Tính tổng công suất chiếu sáng.

$$P_{CS} = P_0 \cdot S \quad (9-22)$$

Trong đó: S: Diện tích mặt bằng cần chiếu sáng [m²].

P₀: Suất chiếu sáng trên đơn vị diện tích [W/m²].

P_{CS}: Tổng công suất chiếu sáng [W].

Suất chiếu sáng trên đơn vị diện tích phụ thuộc vào đặc điểm của qui trình sản xuất và có liên quan đến độ cao treo đèn được cho trong bảng 9.10

Bảng 9.10 Giá trị P_0 cho một số phân xưởng

Phân xưởng	Độ cao treo đèn [m]	P_0 [W/m ²]
Cơ khí lắp ráp	3 – 6	10 – 12
Đúc	6 – 10	11
Mộc	3 – 6	11
Trạm bơm	3 – 5	9
Trạm biến áp	2,5 – 4	13
Kho	3 – 6	7
Dệt, may	3 – 6	10 – 15
Phòng làm việc, phòng học	3 – 4	15

Bước 3: Chọn loại đèn chiếu sáng, suy ra công suất của mỗi đèn (P_d).

Bước 4: Tính số bóng đèn cần dùng

$$n = \frac{P_{CS}}{P_d} \quad (9-23)$$

Bước 5: Bố trí đèn, vạch phương án đi dây, phương án đóng cắt và vẽ sơ đồ.

Ví dụ 9.5: Phân xưởng cơ khí có kích thước (20x30)m, làm việc không cần độ chính xác cao. Hãy thiết kế chiếu sáng cho phân xưởng biết rằng nguồn mạch động lực là 220V/ 380V đã kéo đến đầu phân xưởng.

GIẢI:

- Vì công việc không cần độ chính xác cao nên chọn $P_0 = 10\text{W/m}^2$.
- Diện tích phân xưởng: $S = 20 \times 30 = 600\text{m}^2$.
- Tổng công suất chiếu sáng: $P_{CS} = P_0 \times S = 10 \cdot 600 = 6000\text{W}$.
- Chọn đèn huỳnh quang 1,2m, có $P_d = 40\text{W}$ / bóng.
- Số bóng đèn cần dùng là:

$$n = \frac{P_{CS}}{P_d} = \frac{6000}{40} = 150 \text{ bóng.}$$

Bố trí đèn:

Chia 5 dãy, mỗi dãy 10 máng, mỗi máng 3 bóng theo chiều dọc phân xưởng.

Tổng chiều dài của 1 dây đèn: $l_{\text{dây}} = 1,2 \times 10 = 12\text{m}$.

Chiều dài còn lại của phân xưởng: $l_{\text{còn lại}} = 30 - 12 = 18\text{m}$.

Số khoảng cách giữa các máng đèn và với 2 đầu tường là 11 khoảng cách. Nên chiều của mỗi khoảng cách là: $l_{\text{khoảng}} = \frac{18}{11} = 1,6\text{m}$.

Theo chiều ngang có 5 dây đèn nên có 6 khoảng cách, chọn chiều rộng mỗi khoảng cách là 3m. Suy ra chiều rộng còn lại để bố trí đèn là:

$$d_{\text{đèn}} = \frac{20 - (3 \cdot 6)}{5} = 0,4\text{m}.$$

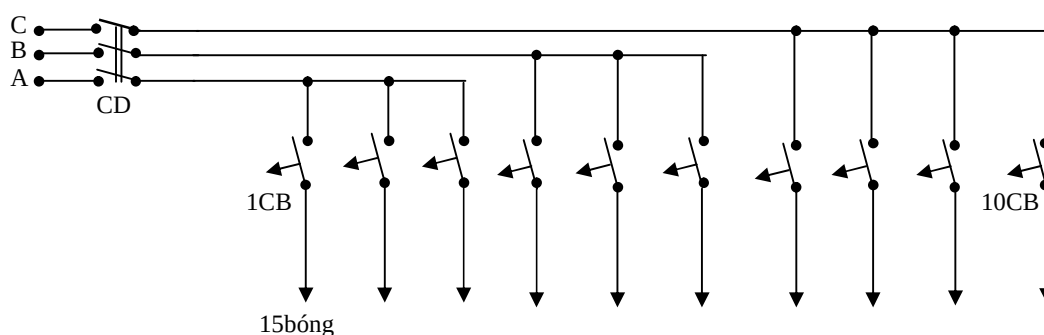
Với chiều rộng là 0,4m đủ để bố trí loại máng 3 bóng.

Vạch phương án đi dây và chọn lựa thiết bị đóng cắt:

Theo chiều ngang phân xưởng: Có 5 máng đèn mỗi máng có 3 bóng sẽ dùng 1 CB đóng cắt chung.

Ba dây đầu (theo chiều ngang) đấu vào pha A, ba dây tiếp theo đấu vào pha B và 4 dây còn lại đấu vào pha C.

Toàn bộ hệ thống sẽ được đóng cắt bằng cầu dao tổng. Sơ đồ đơn tuyến như sau: (hình 9.15).



Hình 9.15: Sơ đồ đơn tuyến đường dây chiếu sáng

Chọn dây dẫn và CB cho mỗi dây:

$$P_{\text{dây}} = 15 \times 40 = 600\text{W}$$

$$I_{\text{dmđây}} = \frac{P_{\text{day}}}{U \cos \phi} = \frac{600}{220 \cdot 0,7} = 3,9\text{A}.$$

Chọn 1CB – 10CB loại (220V – 6A).

$$I_{\text{dc dây}} = 1,3 I_{\text{dm}} = 5,1\text{A} \text{ (do là đèn chiếu sáng nên } K_{\text{mm}} = 1).$$

$$I_{\text{dd dây}} = \max \left[\frac{I_{\text{dc}}}{b K}; \frac{I_{\text{nm}}}{b} \right] \text{ chọn } \beta = 1 ; K = 3$$

$$= \max \left[\frac{5,1}{3}; \frac{3,9}{1} \right] \text{ chọn } I_{dd \text{ dây}} = 3,9A.$$

$$\text{Chọn } J = 2,5A/mm^2 \text{ ta có: } S_{dd} = \frac{I_{dd \text{ dây}}}{J} = \frac{3,9}{2,5} = 1,56mm^2.$$

$$\text{Vậy đường kính dây dẫn là: } d_{dd} = 1,13\sqrt{s} = 1,13\sqrt{1,56} = 1,4mm.$$

$$\text{Chọn } d_{dd \text{ dây}} = 16/10.$$

Chọn dây dẫn cho từng pha và cầu dao tổng:

$$P_A = P_B = P_{\text{dây}} \times 3 = 600 \times 3 = 1800W$$

$$I_A = I_B = \frac{P_A}{U \cdot \cos \phi} = \frac{1800}{220 \cdot 0,7} = 11,7A.$$

$$I_{ddA,B} = \max \left[\frac{15,2}{3,1}; \frac{11,7}{1} \right] \text{ chọn } I_{ddA,B} = 11,7A.$$

$$d_{ddA,B} = 1,13\sqrt{\frac{I_{ddA,B}}{J}} = 1,13\sqrt{\frac{11,7}{2,5}} = 2,44mm.$$

$$\text{Chọn } d_{ddA,B} = 25/10$$

$$P_c = P_{\text{dây}} \times 4 = 600 \times 4 = 2400W$$

$$I_c = 15,6A$$

$$d_{ddc} = 2,82 \text{ mm.}$$

$$\text{Chọn } d_{ddc} = 30/10.$$

Chọn cầu dao tổng CD loại (380V – 20A).

9.7.3 Giới thiệu phần mềm thiết kế chiếu sáng

DIALux là một phần mềm dùng trong thiết kế chiếu sáng chuyên nghiệp, được hàng nghìn nhà thiết kế ánh sáng trên toàn thế giới sử dụng. Phần mềm này cho phép hoạch định chiếu sáng một cách sáng tạo, đồng thời hỗ trợ bạn trong việc tuân theo các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế. Thông qua trang web MEGAMAN[®], có thể tải trực tuyến một cách dễ dàng và sử dụng phần mềm tiên tiến này để tạo ra những cảnh quan ánh sáng tuyệt vời cùng với sản phẩm chiếu sáng của MEGAMAN[®].

Phần mềm thiết kế chiếu sáng - MEGAMAN[®]OXYTECH- bao gồm bảng danh mục thông tin các dữ liệu, công cụ tìm kiếm sản phẩm và chi tiết thông số kỹ thuật của chóa đèn và bóng đèn. Module quản lý danh mục sản phẩm kết hợp với các cơ sở dữ liệu trắc quang cũng được bao gồm để cung cấp một kết quả toàn diện cho thiết kế ánh sáng.

Phần mềm thiết kế chiếu sáng Relux MEGAMAN[®] tự hào là nhà sản xuất bóng đèn đầu tiên trên thế giới trở thành thành viên của Relux. Bây giờ bạn đã có thể tận dụng chương trình thiết kế chiếu sáng tiên tiến này bằng cách kết hợp các thông số kỹ thuật MEGAMAN[®] trong cơ sở dữ liệu Relux cùng với các đặc điểm của các thiết

bị chiếu sáng khác được cung cấp bởi những nhãn hiệu nổi tiếng đồng thời cũng là thành viên của Relux. Việc tính toán mô phỏng việc chiếu sáng và hiệu ứng trên chương trình Relux có thể được thực hiện ngay lập tức

9.7.4 Tổng hợp các phần mềm thiết kế chiếu sáng và hướng dẫn

Tổng hợp các phần mềm ứng dụng thiết kế chiếu sáng và hướng dẫn sử dụng vào link để tải:

1. Dialux, Relux:

Soft: http://www.thorlux.com/software_downloads.shtml

Hoặc: <http://www.relux.biz/index.php?optio...id=241&lang=en>

http://www.dial.de/CMS/English/Artic...it_es_cn.html#

Vào các thêm các trang chủ để download một số plug-in thông số đèn của các hãng cho phần mềm.

Hướng dẫn: Dialux : <http://www.data.webdien.com/free/dow...7fbfb47e520e28>

Relux: <http://webdien.com/d/showthread.php?t=3102>

2. Visual

<http://www.visuallightingsoftware.com/>

Hướng dẫn: <http://www.mediafire.com/?thoj1tzlmhl>

3. Luxicon:

Soft: <http://www.cooperlighting.com/content/design/etools.cfm>

Hướng dẫn: <http://www.data.webdien.com/free/dow...11b4d715ff3252>

*) Topic về luxicon: Hướng dẫn sử dụng tk chiếu sáng bằng PM Luxicon

4. Các phần mềm khác:

- ETAP. Quick.Lighting.Calculation:

<http://webdien.com/d/showthread.php?t=2722>

- Calculux :http://www.lighting.philips.com/gl_e...dialux&lang=en

Topic: Hướng Dẫn Thiết Kế Chiếu sáng bằng PM ReluxSuite 2009

- **Hướng dẫn sử dụng phần mềm Ulysse tính toán chiếu sáng đường phố.**

ULYSSE (Turbo Light) là phần mềm thiết kế chiếu sáng của tập đoàn Schröder. Được xây dựng từ sự hợp tác giữa tập đoàn với công ty Urbis Lighting – Anh Quốc- một thành viên của tập đoàn Schröder.

Phần mềm thiết kế chiếu sáng Ulysse có thể tính toán chiếu sáng giao thông theo tiêu chuẩn quốc tế CIE 140, tiêu chuẩn châu Âu CEN hoặc tiêu chuẩn Anh BS.



Ulysse bao gồm 3 phần riêng biệt:

Phần Solution Finder: Đây là phần tìm giải pháp chiếu sáng tối ưu cho một con đường. Với những thông số được nhập vào, các giới hạn theo tiêu chuẩn, các yêu cầu cần đạt... chương trình sẽ cho những giải pháp để chọn lựa.

Phần Quick Light: Đây là phần dùng đặc biệt cho tính toán chiếu sáng giao thông. Với những thông số về kích thước con đường, về phương án lắp đặt. Chương trình sẽ nhanh chóng cho kết quả. Việc điều chỉnh dễ dàng nhanh chóng. Quick Light là phần chính yếu sẽ được đề cập đến trong hướng dẫn sử dụng Ulysse để phục vụ cho yêu cầu chiếu sáng giao thông công cộng.

Phần Super Light: Đây là phần dùng để thiết kế chiếu sáng cho một công trình bất kỳ: sân bãi, nhà xưởng, nút giao thông, sân vận động, sân thể thao... Super Light sẽ được giới thiệu sơ lược để có thể sử dụng cho tính toán các hạng mục liên quan đến giao thông như vòng xoay, lề đường... Ulysse dễ sử dụng và có thể thực hiện nhiều tác vụ:

- Tính toán và cung cấp nhiều phương án chiếu sáng cho một hệ thống để người thiết kế chọn ra phương án tối ưu.
- Ulysse dùng dữ liệu phân bố ánh sáng của các bộ đèn do tập đoàn Schröder sản xuất là chính, tập tin dữ liệu có phần mở rộng là DAT. Ulysse cũng có thể tính toán với tập tin dữ liệu của nhiều nhà sản xuất thiết bị chiếu sáng khác có phần mở rộng là IES, CEN, CIB, PHL...

Có thể tải Ulysse (Turbo light) từ địa chỉ trang web: www.urbislighting.com

9.8 Các bài toán mẫu

Bài 1 : Một bách hóa nhỏ dài 15m, rộng 9m, trần cao 3m cần chiếu sáng đến 200lux, hệ số sử dụng 0,75, hệ số bảo quản 0,8. Hãy tính số đèn yêu cầu để chiếu sáng cho diện tích tên, chọn công suất cho đèn là 3000 lumen .

Lời giải :

Diện tích cần chiếu sáng :

$$A = 15 \times 9 \text{ m}^2$$

Độ sáng yêu cầu :

$$E = 200 \text{ lux}$$

Hệ số sử dụng :

$$CU = 0,75$$

Hệ số bảo quản :

$$MF = 0,8$$

Công suất lumen :

$$O = 3000$$

Số đèn yêu cầu :

$$N = \frac{E \times A}{O \times CU \times MF} = \frac{200.15.9}{3000.0,75.0,8} = 15$$

Bài 2 : Một đèn sợi đốt treo trên trần của một phòng để chiếu sáng cho một biển quảng cáo có chiều cao 2m phía dưới đèn 63,5 lux. Hãy tính độ sáng ở điểm nằm ngang cách xa 1,5m dọc theo biển quảng cáo .

Lời giải :

Độ sáng ở điểm A là $E_1 = 63,5 \text{ Lux}$

Khoảng cách giữa biển quảng cáo và đèn là 2m

Công suất candela của đèn $I = E \cdot h^2$

$$= 63,5 \cdot 2^2 = 254 \text{ cd}$$

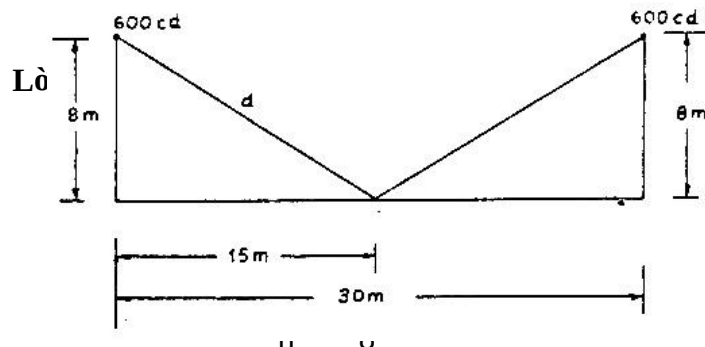
Khi biển chuyển động ngang 1,5m khoảng cách giữa biển và đèn là:

$$d = \sqrt{2^2 + 1,5^2} = 2,5 \text{ m}$$

Do vậy độ sáng ở B là :

$$E_2 = \frac{I \cdot \cos \phi}{d^2} = \frac{I \cdot h}{d^3} = \frac{254.2}{2,5^3} = 32,5 \text{ lux.}$$

Bài 3: Hai nguồn sáng có cường độ như nhau là 600 cd, lắp ở độ cao 8m cách nhau 30m. Hãy xác định độ rọi trực tiếp phía dưới ở điểm nằm giữa các đèn.



Khoảng cách phía dưới điểm giữa các đèn :

$$d = \sqrt{15^2 + 8^2} = 17\text{m.}$$

Độ rọi ở giữa do 2 nguồn sáng đưa đến :

Do phụ tải mạnh đèn quạt bị hạn chế theo “qui tắc ngành điện” là 800W và 10 điểm ra, vì vậy ta cần $\frac{3200}{640} = 5$ phân mạch, điều này có nghĩa là mỗi phân mạch có 8 đèn và $8 \times 80 = 640W$. Hình trên chỉ ra sơ đồ bố trí các phân mạch, điểm phân phối và các bảng công tắc của hệ thống.

b. Kích thước dây dẫn :

Tổng công suất toàn mạng là 3200W

Dòng điện tổng = $\frac{3200}{240} = 13,3A$. Dùng dây nhôm một lõi 1/ 2,24mm dòng tải cực đại là 20A để làm dây pha và dây trung tính từ đồng hồ đo đến bảng phân phối chính. Dòng điện đến mỗi phân mạch = $\frac{640}{240} = 2,67A$. Dùng dây dẫn nhôm một lõi 1/ 1,40mm để dẫn dây cho từng phân mạch, dòng tải cực đại là 10A.

c. Kích thước ống dây dẫn :

Dùng ống 19mm để chạy 6 đường dây loại 1/ 1,40mm.

d . Chọn cầu dao, cầu chì và hệ phân phối :

Cầu dao chính chọn loại cầu dao sắt mạ hai cực 15A , 140w .

e . Chiều dài dây dẫn :

Cho rằng cầu dao chính và hộp phân phối lắp ở độ cao 1,5m, các hộp công tắc lắp ở độ cao 1,3m, chiều cao ống sẵn dây là 2,5m. Sơ đồ đấu dây cho phân mạch 1 ở hình (8.9). Sơ đồ đấu dây cho các phân mạch khác cũng tương tự.

Dây dẫn nhôm một lõi 1/ 2,24mm dẫn từ cầu dao chính đến bảng phân phối = $0,3 \times 2 = 0,6$.

Tính 20% hao phí lắp đặt. Tổng = 0,7m .

Dây dẫn nhôm 1 lõi gồm có: Từ bảng phân phối chính đến bảng công tắc SB_1, SB_2, SB_4 và SB_5 trình tự như sau:

$$DB_SB1 = (1,0 + 12) \times 2 = 26,0 \text{ m}$$

$$DB_SB2 = (1 + 6) \times 2 = 14 \text{ m}$$

$$DB_SB3 = 0,2 \times 2 = 0,4 \text{ m}$$

$$DB_SB4 = (1 + 6) \times 2 = 14 \text{ m}$$

$$DB_SB5 = (1 + 12) \times 2 = 26 \text{ m}$$

Từ bảng công tắc SB_1 đến các đèn là :

$$= (1,2 + 1,5 + 2,5 + 1,8) \times 5 + (3,8 \times 4) + (3,8 \times 3)$$

$$= (3,8 \times 2) + (3 \times 1) + (3,8 \times 2) + (3,8 \times 3) + (3,8 \times 4)$$

$$+ (3,8 \times 4) + (1,2 + 1,5 + 2,5 + 1,8) \times 4 = 134,4 \text{ m}$$

Chiều dài dây dẫn từ tất cả các hộp công tắc đến tất cả các đèn là :

$$134,4 \times 5 = 672,0 \text{ m}$$

Tổng chiều dài dây 1/1,40 mm

$$= 26 + 14,0 + 0,4 + 14,0 + 26,0 + 670 = 752,4 \text{ m}$$

$$\text{Hao phí 20\% : } 752,4 + 752,4 \times \frac{20}{100} = 910 \text{ m}$$

f . Chiều dài ống 19mm để dẫn dây từ cầu dao chính đến các bảng công tắc .

$$= (91 + 12) \times 2 + (1 + 6) \times 2 + 0,2 = 40,2 \text{ m}$$

Từ mỗi bảng công tắc đến các điểm đèn :

$$= [(1,2 \times 2 + (1,5 + 2,5 + 13,2) \times 2 + 3] \times 5 = 199,6 \text{ m}$$

$$\text{Tổng} = 0,3 + 40,2 + 199,0 = 239,5 \text{ m}$$

Hao phí 20%

$$\text{Tổng toàn bộ } 239,5 + 239,5 \times \frac{20}{100} = 300 \text{ m}$$

g . Chiều dài dây tiếp đất :

Để tiếp đất các hộp công tắc, ống dẫn dây và trang bị chiếu sáng dùng dây tiếp đất No.14SWG.

$$\text{Chiều dài dây tiếp đất} = 2 \times \text{chiều dài ống dẫn dây} = 2 \times 287 = 574 \text{ m lấy tròn } 580 \text{ m}$$

h . Chi phí nhân công:

Câu hỏi và bài tập cuối chương 9

Câu hỏi:

1. Trình bày các đại lượng và đơn vị đo ánh sáng?
2. Trình bày các loại nguồn sáng trong thực tế và nêu ứng dụng cụ thể từng loại?
3. Có bao nhiêu hình thức chiếu sáng? Kể ra và nêu đặc điểm từng loại?
4. Nêu các tiêu chuẩn thiết kế chiếu sáng? Các yêu cầu khi thiết kế chiếu sáng?
5. Trình bày các phương pháp chiếu sáng? Nêu ví dụ minh họa?
6. Trình bày trình tự thiết kế chiếu sáng cho một loại yêu cầu chiếu sáng cụ thể?
7. Nghiên cứu các phần mềm chiếu sáng thông dụng và ứng dụng cho một bài toán thực tế.

Bài tập:

1. Hãy chiếu sáng 1 phòng thí nghiệm điện có kích thước : a = 30 m, b = 20 m, h = 5 m, trần màu trắng, tường xanh nhạt.

a/ Chọn các thông số kỹ thuật cơ bản (độ rọi, hệ chiếu sáng, hệ số phản xạ trần, tường ,...)

b/ Xác định chỉ số địa điểm.

c/ Xác định số thiết bị chiếu sáng.

d/ Phân bố đèn.

e/ Kiểm tra lại độ rọi trung bình trên mặt phẳng làm việc.

2. Một đường chính dài 2km, rộng 8m cần được chiếu sáng đến độ sáng tối thiểu 0,8 lux Dùng đèn hơi natri loại 85w, lắp đèn ở độ cao 10m. Hãy thiết kế chiếu sáng cho đường .
3. Một xưởng có kích thước 16m x 10m dùng đèn sợi đốt 200w để chiếu sáng, hệ số sử dụng $CU = 0,68$, hệ số bảo quản $MF = 0,75$ độ rọi yêu cầu là 260 lux. Hãy tính số đèn yêu cầu, lập dự toán vật tư và chi p hí cho hệ thống, kể cả chi phí lao động, lấy chiều cao lắp đặt là 2m .
4. Khảo sát một nhà xưởng thực tế và thiết kế chiếu sáng theo tiêu chuẩn.

CÁC NGUỒN ĐIỆN DỰ PHÒNG

10.1 Khái niệm chung

Thiết bị nguồn dự phòng là gì?

Là thiết bị dự trữ nguồn điện nhằm cung cấp điện liên tục trong thời gian nhất định cho các thiết bị như máy tính, thiết bị sử dụng điện khác.

Ngoài việc hoạt động nhằm tạo ra một bản sao lưu khi cúp điện, hầu hết các thiết bị nguồn dự phòng cũng đảm bảo nguồn điện vào các thiết bị một cách liên tục nhất quán, tránh tăng giảm điện áp vào các thiết bị một cách đột ngột. Nếu một máy tính không được cấp một nguồn điện ổn định thì sẽ có thể gây ra nhiều thiệt hại đáng kể. Mặc dù thiết bị nguồn dự phòng không cấp phát nguồn điện trong thời gian dài như máy phát điện nhưng nó vẫn được khuyến cáo sử dụng cho các thiết bị sử dụng điện tránh các trường hợp rủi ro.



Thiết bị nguồn dự phòng sẽ được đặt giữa nguồn điện lưới với các thiết bị sử dụng điện. Nói cách khác thì các thiết bị điện sẽ được cắm vào ups thiết bị nguồn dự phòng và thiết bị này được cắm vào mạng lưới điện dân dụng.

Hình 10.1: nguồn dự phòng

10.2 Chọn lựa và đặc tính các nguồn điện dự phòng

10.2.1. Inverter

Để đáp ứng nhu cầu sử dụng điện năng cho các thiết bị điện thiết yếu như: Hệ thống mạng, hệ thống Internet, server, hệ thống tính tiền, hệ thống ngân hàng, ATM, v.v.. thời gian bị cắt điện hoặc bị sự cố mất điện . Với giải pháp lưu trữ nguồn điện dự phòng bằng thiết bị đổi điện Inverter và ắc quy .

INVERTER: Bộ đổi điện từ nguồn điện 1 chiều 12 V(DC) của ắc quy thành điện xoay chiều 220V, Sản phẩm được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực: Dân dụng, điện lực, Viễn thông...

Battery: 12V ắc quy khô kín không cần bảo dưỡng, tuổi thọ từ 5 đến 20 năm. Thông thường các bộ lưu điện (UPS) tiêu chuẩn của các hãng chỉ lưu được 23 phút, đủ thời gian để lưu dữ liệu và thoát khỏi hệ thống. Tuy nhiên có nhiều nhu cầu cần làm việc liên tục 24/24h không thể ngừng hoạt động như: Trung tâm dữ liệu, Ngân hàng, Bệnh viện, máy chủ Internet...thì các UPS tiêu chuẩn không thể đáp ứng được vì vậy cần các giải pháp lưu điện nhiều hơn, lên tới 8h, thậm chí 24h.

Giải pháp kết hợp Bộ đổi điện Inverter và tự động sạc ắc quy sẽ mang đến cho khách hàng biện pháp đảm bảo an toàn nguồn điện cung cấp, an toàn dữ liệu với thời gian lưu điện nhiều giờ từ 1 đến 24 giờ (theo yêu cầu cụ thể).

Mất điện dẫn đến ngừng trệ hoạt động sản xuất kinh doanh của các doanh nghiệp hay ảnh hưởng đến sức khỏe, đời sống của người dân.

Khi mất điện sẽ có nhiều giải pháp lựa chọn phù hợp, tùy theo yêu cầu cụ thể của từng khách hàng như: dùng Máy phát điện hay dùng Hệ thống UPS, Inverter và ắc quy để tiếp tục sử dụng các thiết bị điện cần thiết, tuy nhiên mỗi giải pháp đều có ưu điểm hay nhược điểm và dùng cho các mục đích khác nhau.

1. Định nghĩa bộ Inverter

Bộ kích điện (Inverter) là nguồn liên tục không ngắt quãng. Thiết bị có chức năng chuyển đổi nguồn điện từ điện một chiều (ắc quy) sang điện áp xoay chiều với thời gian chuyển đổi rất nhỏ tính bằng ms (mili giây) hoặc xấp xỉ bằng không (giống như UPS Online) trong trường hợp nguồn điện chính bị mất.

Thời gian lưu điện của bộ kích điện phụ thuộc vào các yếu tố như: Dung lượng ắc quy và điện áp ắc quy nối vào bộ Inverter. Điện áp ắc quy cao (tức số lượng bình ắc quy mắc vào hệ thống nhiều) thì thời gian dự phòng lâu hơn và công suất tải lớn hơn.

2. Đặc tính của bộ Inverter

Người sử dụng nên quan tâm các thông số sau đây của bộ Inverter để đầu tư và sử dụng cho phù hợp:

a. Công suất đầu ra: tính bằng VA hoặc W (quy đổi $1W = 60\% * 1VA$).

Nên sử dụng công suất phù hợp với tải dự phòng. Ví dụ tổng tải dự phòng 500W thì nên sử dụng bộ kích điện khoảng 1000W là vừa.

b. Điện áp xoay chiều đầu vào bộ inverter:

1pha hoặc 3pha điện áp 220VAC/pha.

3. Điện áp một chiều đầu vào - Điện áp ắc quy: 12V- 1 bình ắc quy, 24V- 2 bình ắc quy,.....

Để đảm bảo công suất đầu ra ổn định đối với các bộ kích điện tiêu chuẩn thường có điện áp đầu vào phải là 24VDC đối công suất từ 800W trở lên. Điện áp 12V chỉ nên sử dụng với công suất nhỏ từ 600W trở xuống.

Công suất càng cao thì điện áp ắc quy đầu vào phải tương ứng như: 24VDC, 36VDC 48VDC, 96VDC. Điện áp ắc quy đầu vào đáp ứng đủ thì đầu ra sẽ ổn định, hiệu suất chuyển đổi cao - tức hao phí thấp và ắc quy có tuổi thọ dài.

Các nhà sản xuất Inverter khuyến cáo không nên sử dụng các bộ Inverter có điện áp ắc quy đầu vào thấp hơn bình thường mà cho ra công suất lớn. Đó chỉ là biện pháp chế tạo tiết kiệm.

4. Cấu tạo

Độ ồn rất nhỏ, độ ổn định điện áp rất cao, tự động chuyển đổi hoàn toàn có thể vận hành 24/24 giờ, khi mất điện hệ thống sẽ tự động chuyển sang chế độ dùng nguồn dự phòng mà hoàn toàn không phải mất chi phí và nhân công vận hành. Acquy dùng là loại Acquy khô kín khí hoàn toàn không phải bảo dưỡng, tuổi thọ rất cao từ 5 đến 15

năm, sản phẩm này mệnh danh là sản phẩm là m sạch môi trường nên đang được thế giới khuyến khích sử dụng.

Chính vì độ ổn định điện áp cao, cấp nguồn liên tục không bị gián đoạn (thời gian chuyển đổi 0 ms) nên thường được ứng dụng cho: văn phòng, cơ sở sản xuất hoặc gia đình có thiết bị cần duy trì chạy liên tục để lưu trữ - xử lý dữ liệu mà nếu dùng Máy phát điện sẽ bị gián đoạn vì phải mất thời gian khởi động máy.

Chi phí vận hành rất thấp không đáng kể, khi có điện lưới bình thường thì hệ thống tự động nạp điện vào ắc quy, khi mất điện hệ thống sẽ tự động dùng năng lượng tích trong ắc quy chuyển đổi thành điện xoay chiều cấp cho thiết bị sử dụng.

5. Chức năng:

Chức năng tự động chuyển đổi sang nguồn dự phòng. Chức năng này làm việc như một bộ đóng ngắt tự động: Tự động chuyển về chế độ dự phòng khi mất điện và làm việc như một ổn áp điện tử khi có điện.

Ắc quy cho kích điện: Nên chọn ắc quy khô kín. Ắc quy và kích điện phải phù hợp với nhau về công suất sử dụng. Thông thường các bộ kích điện chế tạo dòng nạp tiêu chuẩn cho ắc quy gắn ngoài khoảng 15A. Vì thế chỉ nên dùng ắc quy có dung lượng 200Ah trở xuống. Thông thường là 100Ah. Còn số lượng bình cho bộ kích thì tùy thuộc công suất từng bộ kích điện. Nhưng như phần trên đề cập thường từ 800W trở lên thì cần 2 ắc quy 12V là tốt nhất.

Thời gian sử dụng của bộ kích điện: Phụ thuộc vào ắc quy sử dụng và dòng nạp cho ắc quy: Với các bộ kích điện thông dụng trên thị trường hiện có thì điện áp ắc quy đầu vào tối đa là 24V (2 bình ắc quy) với công suất 2000W trở xuống và dòng nạp ắc quy giới hạn khoảng 15A. Nên công suất dự phòng ắc quy thường trong khoảng: $24V * 100Ah * 0,7 = 1680W.h$ (với ắc quy 12V/100Ah) do đó để kéo dài thời gian sử dụng, người dùng phải dùng tiết kiệm, tắt hết các thiết bị hoặc tải không cần thiết. VD: Nếu dùng tổng công suất 100W một lúc thì thời gian sử dụng tối đa sẽ là $1680W.h/100W = 16.8$ (h- giờ).

*** Ưu điểm:**

Nói chung, phương án dự phòng cục bộ, quy mô nhỏ và vừa bằng ắc quy khô kín thông qua bộ inverter thực sự là phương án ưu việt đối với các gia đình, văn phòng vì các ưu điểm tuyệt vời của nó như: Gọn nhẹ, dễ sử dụng kể cả đối với người già và trẻ nhỏ. Không ồn, không ô nhiễm phù hợp để trong phòng. Và điện áp đầu ra đối với các bộ inverter sine chuẩn thì đặc biệt tốt cho các thiết bị điện, điện tử giúp nâng cao tuổi thọ thiết bị (tốt hơn điện lưới đang sử dụng).

Chi phí vận hành cực thấp (Chỉ mất khoảng 3.400đ/h nạp ắc quy . Nhưng máy phát mất khoảng từ 19.000-21.000đ/h). Hơn nữa, hệ thống hầu như không phải bảo dưỡng. Tuổi thọ ắc quy cao đồng nghĩa với tổng chi phí đầu tư lâu dài thấp. Hệ thống này thích hợp cho gia đình hoặc văn phòng vừa và nhỏ, hệ thống server dữ liệu, webserver , mail server, hệ thống mạng, wirelese, hệ thống camera giám sát , các hệ thống quan trọng cần nguồn điện v.v...có yêu cầu công suất không quá lớn

*** Nhược điểm:**

Chi phí đầu tư ban đầu thường là cao hơn máy phát điện đối với các công suất lớn hơn 3000W trở lên.

6. Tính toán thời gian dự phòng

Thời gian dự phòng được tính theo công thức sau:

$$T = (U_{aq} \times Q \times 0,7) / P$$

Trong đó:

T: thời gian dự phòng.

U_{aq} : điện áp ắc quy (V)

Q: dung lượng ắc quy (AH)

0,7 : Hệ số phóng.

P: công suất tải dự phòng.

Ví dụ 10.1

Một gia đình khi mất điện sử dụng 1 bóng đèn compact 20W + một quạt điện 60W. Khi đó ta tính thời gian dự phòng đối với kích điện của Santax loại 800W sử dụng 2 bình ắc quy 12V/100AH như sau:

$$T = (12 \times 100 \times 0,7) / (20+60) = 10,5 \text{ giờ.}$$

Điện áp một chiều từ ắc quy được biến đổi qua bộ inverter(C) chuyển thành 220VAC, 50Hz cấp cho tải.

10.3 Máy phát dự phòng tại chỗ

Định nghĩa máy phát điện: Máy phát điện là thiết bị biến đổi cơ năng thành điện năng, máy hoạt động dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ. Nguồn cơ năng sơ cấp có thể là các động cơ tua bin hơi, tua bin nước, động cơ đốt trong, tua bin gió hoặc các nguồn cơ năng khác.

- Phân loại máy phát điện:
 - o Máy phát điện 1pha: Thường máy phát điện 1 pha có công suất nhỏ (lên tới khoảng 15kVA)
 - o Máy phát điện 3pha: Công suất lớn tới khoảng 3000kVA



Hình 10.3: Máy phát điện 3 pha kiểu kín

10.4 Bộ chuyển đổi ATS

Thiết bị chuyển đổi nguồn tự động – ATS (Automatic Transfer Switch) là cầu nối quan trọng trong 1 hệ thống cung cấp điện cho phép lựa chọn nguồn cung cấp điện

thay thế một cách tự động trong trường hợp nguồn đang cấp bị sự cố hoặc chuyển nguồn có chủ định.

Thiết bị này rất thích hợp với các phụ tải đòi hỏi yêu cầu cao về cấp nguồn liên tục như: cơ sở y tế, các mạng dữ liệu, viễn thông, các hệ thống an toàn và ở các cơ sở sử dụng điện quan trọng khác.

ATS tiến hành giám sát nguồn cung cấp chính (điện lưới). Khi nguồn cung không đạt tiêu chuẩn yêu cầu (thiếu pha, thấp áp hoặc mất điện hoàn toàn), ATS sẽ kiểm tra chất lượng của nguồn dự phòng và nếu thỏa mãn, ATS sẽ tác động để chuyển tải sang sử dụng ở nguồn dự phòng. Sau đó ATS sẽ giám sát việc quay trở lại sử dụng nguồn chính (lưới), đến khi bảo đảm rằng nguồn điện lưới đã được khôi phục bình thường, ATS vận hành để chuyển tải trở lại dùng điện lưới.

Tất cả các động tác này được thực hiện hoàn toàn tự động, không đòi hỏi sự can thiệp tại chỗ của người vận hành.

ATS có thể được dùng để chuyển nguồn cung cấp qua lại giữa các nguồn sau:

- Lưới 1- lưới 2;
- Lưới-máy phát điện,
- Máy phát điện 1- máy phát điện 2...

Điều khiển ATS (Automatic Transfer Switches) có chức năng giám sát và điều khiển chuyển đổi nguồn tự động giữa điện lưới và máy phát, hoặc giữa một nguồn lưới chính và một nguồn dự phòng.

Kết hợp với bộ chuyển mạch động lực tạo thành một tủ điều khiển ATS mà không dùng đến các thiết bị khác như bảo vệ quá áp, bảo vệ pha, bảo vệ tần số, on/off delay timer....

Với sự tích hợp các chức năng giám sát nguồn điện và điều khiển tự động, giúp cho việc chế tạo tủ ATS dễ dàng, gọn nhẹ, đơn giản, đạt độ tin cậy cao hơn và giá thành hạ

Cấu tạo:

Một thiết bị ATS tiêu chuẩn bao gồm bộ đóng cắt (chuyển mạch lực), và bộ điều khiển. Ngoài ra còn có thể có các thiết bị giám sát và bảo vệ khác tùy thuộc yêu cầu riêng của phụ tải.

1. Bộ đóng cắt: Là dạng đóng cắt có tiếp xúc được thiết kế bảo đảm vận hành tin cậy, linh hoạt và dễ sử dụng. Bao gồm:

- ✓ Các tiếp điểm lực (truyền tải dòng điện lực).
- ✓ Các cuộn hút nam châm điện và cơ cấu liên động cơ khí.
- ✓ Các mini công tắc và cơ cấu giám sát hành trình chuyển động của tiếp điểm lực.
- ✓ Các cơ cấu dập hồ quang phát sinh khi cắt dòng,
- ✓ Các dây dẫn và đầu đấu nối tín hiệu.

2. Bộ điều khiển: là thiết bị logic bao gồm bộ vi xử lý điều khiển hoạt động của bộ chuyển mạch đồng thời kiểm soát thời gian trễ đóng điện, kiểm tra chất lượng điện nguồn (điện áp, pha) và các linh kiện theo yêu cầu tính năng đặc biệt khác được đặt

trong một hộp kín, tách khỏi phần chuyển mạch lực để an toàn, dễ thao tác và tiện bảo dưỡng.

3. Thông Số Kỹ Thuật

- Điện áp cung cấp : 240 VAC $\pm$ 10%, 12VDC
- Tần số : 50/60 Hz
- Tiêu thụ : 3 VA max
- Input: 12÷24VDC
- Mạng lưới : 3 phase 4 dây, 220/380VAC $\pm$ 40%
- Relay điều khiển : Tiếp điểm NO, 10A/240V
- Chế độ hoạt động : Tự động
- Kích thước : 144 x 144 mm
- Độ sâu : 74 mm
- Nhiệt độ : -10oC đến +55oC. Độ ẩm : 10% đến 85% RH

10.5 Bộ lưu điện UPS

UPS được viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Uninterruptible Power Supplier được hiểu như là *hệ thống nguồn cung cấp liên tục* hay đơn giản hơn là *bộ lưu trữ điện dự phòng* nhằm làm tăng độ tin cậy cung cấp điện cho hệ thống.

Vào cuối thế kỷ 20, độ tin cậy cung cấp điện của các nước công nghiệp phát triển vào khoảng 99.9%, tương ứng khoảng thời gian mất điện trong một năm là 8 giờ mà phổ biến dưới dạng mất điện trong một vài phút. Điều này không thành vấn đề đối với hệ thống chiếu sáng hoặc hệ thống điện cơ, tức với kỹ thuật tương tự (analog), chất lượng điện chỉ bao gồm hai chỉ tiêu quan trọng nhất là điện áp và tần số.

Nhưng đối với hệ thống kỹ thuật số (Digital) vấn đề không đơn giản như vậy. Đặc biệt với các thiết bị trong lĩnh vực công nghệ thông tin được ứng dụng từ công nghệ kỹ thuật số luôn được xem là bước đệm quan trọng trong việc làm gia tăng sản phẩm, giảm thiểu chi phí sản xuất và tạo sự ổn định bền vững cho xã hội.

Độ tin cậy cung cấp điện của các hệ thống có máy tính cần phải tăng lên rất nhiều, vì mất điện dù chỉ trong một vài mili giây sẽ có nguy cơ mất hết thông tin hoặc làm rối loạn quá trình trao đổi dữ liệu máy tính và các yêu cầu hệ thống kỹ thuật số phải khởi động lại.

Thiết bị Ups có nhiều hình dạng và kích cỡ khác nhau phụ thuộc vào công suất của nó. Nhưng chủ yếu là chữ nhật, đứng. Do có ác quy bên trong nên các thiết bị này có khối lượng khá lớn. Các ác quy này sẽ đảm nhiệm việc lưu trữ điện và cung cấp cho các thiết bị cắm vào ups. Chúng sẽ được sạc thường xuyên liên tục nhằm đảm bảo luôn có điện dự trữ cấp phát ngay lập tức sau khi nguồn điện lưới bị gián đoạn.



Hình 10.4: Thiết bị Ups

Phía trước của thiết bị nguồn dự phòng sẽ có công tắc để bật tắt thiết bị. Ngoài ra còn nhiều nút điều khiển nhằm đảm bảo các chức năng khác, màn hình LCD sẽ hiển thị các thông số như lượng pin, thời gian lưu...Phía sau sẽ có nhiều cổng ra cho nhiều thiết bị khác nhau.

Thiết bị nguồn dự phòng được sản xuất với khả năng lưu điện là khác nhau. Để tính chính xác cho nó cần có công suất của tải, số thiết bị sử dụng...để tính chính xác tốt nhất nên liên hệ với nhà cung cấp. Nhà cung cấp sẽ tính sát thực nhất công suất phù hợp với thời gian lưu điện bạn muốn dùng.

Phân loại UPS

Từ yêu cầu của các thiết bị về mức độ nguồn điện liên tục và chất lượng, UPS được phân thành các dòng sản phẩm chính về công nghệ như sau: UPS Offline đơn thuần, UPS Offline công nghệ Line-interactive, UPS Online, UPS tĩnh, UPS quay.

- UPS online : Hoạt động theo nguyên tắc chuyển đổi kép: từ AC sang DC sau đó chuyển ngược DC sang AC. Do đó nguồn điện cung cấp cho tải hoàn toàn do UPS tạo ra đảm bảo ổn định cả về điện áp và tần số. Điều này làm cho các thiết bị được cung cấp điện bởi UPS hầu như cách ly hoàn toàn với sự thay đổi của lưới điện. Vì vậy, nguồn do UPS online tạo ra là nguồn điện sạch (lọc hầu hết các sự cố trên lưới điện), chống nhiễu hoàn toàn. Điện áp ra hoàn toàn hình S IN và thời gian chuyển mạch gần như bằng 0.

- UPS offline : Khi có nguồn điện lưới UPS sẽ cho điện lưới thẳng tới phụ tải. Khi mất điện, tải sẽ được chuyển mạch cấp điện từ ắc quy qua bộ inverter. Phạm vi áp dụng UPS loại này thường cho các thiết bị đơn giản, công suất nhỏ, ít nhạy cảm lưới điện, đòi hỏi độ tin cậy thấp. Đa số các UPS ngày nay đều có Software kèm theo giao tiếp với máy tính qua cổng COM hoặc USB. Software này cho phép kiểm soát các trạng thái hoạt động của UPS (Điện áp vào/ra, tải tiêu thụ ...).Ngoài ra bạn còn có thể lập thời khoá biểu tự động (Mở /shutdown máy tính theo ngày,giờ, tuần,tháng)

- UPS tĩnh : Sử dụng bộ biến đổi điện tử công suất làm chức năng chỉnh lưu và nạp acqui để tích trữ điện năng khi làm việc bình thường .Khi xảy ra sự cố,điện áp một chiều qua bộ nghịch lưu được biến thành điện áp xoay chiều và được cấp cho các tải ưu tiên .Ưu điểm của UPS tĩnh là kích thước nhỏ gọn,đáp ứng nhanh,vận hành đơn giản, làm việc chắc chắn,dòng cho phép lớn.

- UPS quay : Sử dụng máy điện làm chức năng nghịch lưu.

- Cách chọn UPS: Khi bạn chọn một UPS, cần chú ý những yếu tố sau: +Xác định Công suất của tải và chọn công suất của UPS tương ứng (Công suất tải < Công suất UPS * Hệ số công suất). Tùy một số loại ups mà hệ số công suất này từ 0,7 tới 0.9. Bạn cần hỏi nhà cung cấp thông số này mới biết chính xác được.

+Công nghệ UPS: Offline, LineInteractive hay Online (điều này quyết định rất nhiều đến giá cả).

Ngoài 3 yếu tố cơ bản trên và giá thành thì khi mua cũng cần chú ý thêm về thời gian bảo hành, nơi bảo hành, các dịch vụ kèm theo,.....

Câu hỏi cuối chương 10

1. Nêu đặc tính các nguồn dự phòng? Cách lựa chọn nguồn dự phòng?
2. Nêu cấu tạo và nguyên lý vận hành máy phát điện dự phòng?
3. Nêu cấu tạo và nguyên lý vận hành bộ ATS?
4. Nêu cấu tạo và nguyên lý vận hành bộ UPS?

Chương 11

NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT

11.1 Khái niệm chung

Điện năng là một năng lượng chủ yếu của các xí nghiệp công nghiệp. Các xí nghiệp này tiêu thụ khoảng trên 70% tổng số điện năng được sản xuất ra, vì thế vấn đề sử dụng hợp lý và tiết kiệm điện năng trong các xí nghiệp công nghiệp có ý nghĩa rất lớn. Về mặt sản xuất điện năng vấn đề đặt ra là phải tận dụng hết khả năng của các nhà máy phát điện để sản ra nhiều điện được nhiều điện nhất; đồng thời về mặt dùng dòng điện phải hết sức tiết kiệm điện, giảm tổn thất điện năng đến mức nhỏ nhất, phần đầu để 1 KWh điện ngày càng làm ra nhiều sản phẩm hoặc chi phí điện năng cho một đơn vị sản phẩm ngày càng giảm.

Tính chung trong toàn bộ hệ thống điện thường có 10 – 15% năng lượng được phát ra bị mất mát trong quá trình truyền tải và phân phối. Bảng 12 – 1 phân tích tổn thất điện năng trong hệ thống điện (chỉ xét đến đường dây và máy biến áp). Từ bảng phân tích chúng ta thấy rằng tổn thất điện năng trong mạng có $U = 0,1 - 10KV$ (tức mạng trong các xí nghiệp) chiếm tới 64,4% tổng số điện năng bị tổn thất. Sở dĩ như vậy, bởi vì mạng điện xí nghiệp thường dùng điện áp tương đối thấp, đường dây lại dài phân tán đến từng phụ tải nên gây ra tổn thất điện năng lớn. Vì thế việc thực hiện các biện pháp tiết kiệm điện trong xí nghiệp công nghiệp có ý nghĩa rất quan trọng, không những có lợi cho bản thân các xí nghiệp, mà còn có lợi chung cho nền kinh tế quốc dân.

Bảng 11-1 Phân tích tổn thất điện năng trong hệ thống điện

Mạng có điện áp	Tổn thất điện năng(%)của		
	Đường dây	Máy biến áp	Tổng
$U \geq 110KV$	13.3	12.4	25.7
$U=35KV$	6.9	3.0	9.9
$U=0,1-10KV$	47.8	16.6	64.4
Tổng cộng	68.0	32.0	100

11.2 Các tính chất của hệ số công suất $\cos\varphi$

11.2.1 Các định nghĩa về hệ số công suất $\cos\varphi$.

Hệ số công suất đồng thời là hệ số công suất tại mộ thời điểm nào đó, đo được nhờ dụng cụ đo $\cos\varphi$ hoặc nhờ các dụng cụ đo công suất, điện áp và dòng điện.

$$\cos j = \frac{P}{\sqrt{3}UI} \quad (11-1)$$

Do phụ tải luôn luôn biến động nên $\cos\varphi$ tức thời cũng luôn luôn biến đổi theo .vì thế $\cos\varphi$ tức thời không có giá trị tính toán.

Hệ số công suất trung bình là $\cos\varphi$ trung bình trong một quãng thời gian nào đó (1 ca , 1 ngày đêm ,1 tháng ...), $\cos j_{tb} = \cos \arctg \frac{Q_{tb}}{P_{tb}}$ (11-.2)

+ Hệ số $\cos\varphi$ được dùng để đánh giá mức độ sử dụng điện tiết kiệm và hợp lý của xí nghiệp.

+ Hệ số công suất tự nhiên là hệ số $\cos\varphi_{tb}$ tính cho cả năm khi không có tiết bị bù. Hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên được dùng làm căn cứ để tính toán nâng cao hệ số công suất và bù công suất phản kháng.

11.2.2 Tính chất của hệ số công suất

Hệ số công suất $\cos\varphi$ là một chỉ tiêu để đánh giá xí nghiệp dùng điện có hợp lý và tiết kiệm hay không. Do đó nhà nước đã ban hành các chính sách để khuyến khích các xí nghiệp phấn đấu nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$. Hệ số công suất $\cos\varphi$ của các xí nghiệp nước ta hiện nay nói chung đang còn thấp (khoảng 0,6 – 0,7), chúng ta cần phấn đấu để nâng cao dần lên (đến trên 0,9).

Cần thấy rằng việc thực hiện tiết kiệm điện và nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ không phải là những biện pháp tạm thời đối phó với tình trạng thiếu điện, mà phải coi đó là một chủ trương lâu dài gắn liền với mục đích phát huy hiệu quả cao nhất quá trình sản xuất, phân phối và quá trình sử dụng điện năng. Mặt khác cũng không vì thấy chi phí về điện năng chỉ chiếm phần rất nhỏ trong giá thành sản phẩm (khoảng 2 % trừ các sản phẩm được sản xuất bằng phương pháp điện phân) mà coi thường vấn đề tiết kiệm điện. Ý nghĩa của việc tiết kiệm điện không những chỉ ở chỗ giảm giá thành sản phẩm, có lợi cho bản thân xí nghiệp, mà còn ở chỗ có thêm điện để sản xuất ngày càng nhiều, có lợi chung nền kinh tế quốc dân. Tất nhiên trong lúc thực hiện các biện pháp tiết kiệm điện và nâng cao hệ số $\cos\varphi$ chúng ta cần chú ý không gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng và số lượng sản phẩm hoặc làm xấu điều kiện làm việc bình thường của công nhân.

Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ là một trong những biện pháp quan trọng để tiết kiệm điện năng. Sau đây chúng ta sẽ phân tích hiệu quả do việc nâng cao hệ số công suất đem lại.

Phần lớn các thiết bị dùng điện điều tiêu thụ các công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q. Những thiết bị tiêu thụ nhiều công suất phản kháng là:

- Động cơ không đồng bộ, chúng tiêu thụ khoảng 60 – 65% tổng công suất phản kháng của mạng
- Máy biến áp tiêu thụ khoảng 20 – 25%
- Đường dây trên không, điện kháng và các thiết bị điện kháng tiêu thụ khoảng 10%

Như vậy động cơ không đồng bộ và máy biến áp là hai loại máy điện tiêu thụ nhiều công suất phản kháng nhất. Công suất tác dụng P là công suất được biến thành cơ năng hoặc nhiệt năng trong các máy dùng điện; còn công suất phản kháng Q là công suất từ hoá trong các máy điện xoay chiều, nó không sinh ra công.

Quá trình trao đổi công suất phản kháng giữa máy phát điện và hệ dùng điện là một quá trình dao động. Mỗi chu kì của dòng điện, đổi chiều bốn lần, giá trị trung bình của Q trong $\frac{1}{2}$ chu kỳ của dòng điện bằng không. Cho nên việc tạo ra công suất phản kháng không đòi hỏi tiêu tốn năng lượng của động cơ sơ cấp quay máy phát điện. Mặt khác công suất phản kháng cung cấp cho hệ dùng điện không nhất thiết phải lấy từ nguồn (máy phát điện). Vì vậy để tránh truyền tải một lượng Q khá lớn trên đường dây, người ta đặt gần các hệ dùng điện các máy sinh ra Q (tụ điện, máy bù đồng bộ) để cung cấp trực tiếp cho phụ tải, làm như vậy được gọi là bù công suất phản kháng.

11.3 Ý nghĩa và mục đích của việc nâng cao $\cos \varphi$

Các thiết bị dùng điện đều tiêu thụ công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q . Công suất tác dụng P được biến thành cơ năng hoặc nhiệt năng trong các máy dùng điện, công suất phản kháng Q là công suất từ hoá trong các máy điện xoay chiều, nó không sinh ra công. Mặt khác công suất phản kháng cung cấp cho hệ tiêu thụ không nhất thiết phải lấy từ nguồn. Vì vậy để tránh truyền tải 1 lượng Q khá lớn trên đường dây, người ta đặt gần phụ tải các máy phát sinh ra Q để cấp trực tiếp cho phụ tải gọi là bù công suất phản kháng.

Khi có bù công suất phản kháng thì góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp trong mạch sẽ nhỏ đi, do đó hệ số công suất $\cos \varphi$ của mạng được nâng cao.

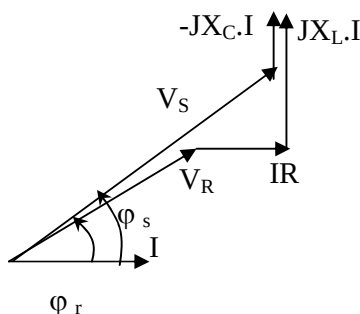
$$\varphi = \arctg \frac{Q}{P} \quad (11-3)$$

+ Công suất tác dụng P không đổi, bù công suất phản kháng làm lượng Q truyền tải trên đường dây giảm xuống $\rightarrow \varphi$ giảm $\rightarrow \cos \varphi$ tăng.

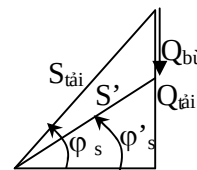
+ Nâng cao hệ số công suất $\cos \varphi$ là 1 trong những biện pháp quan trọng để tiết kiệm điện năng.

+ Các hiệu quả của việc nâng cao hệ số $\cos \varphi$:

✓ Nâng cao khả năng tải của máy biến áp và đường dây:



Hình 11-1a



Hình 11-1b

$\cos \varphi' > \cos \varphi \rightarrow$ nâng cao hệ số công suất của đường dây.

$S' < S$: Công suất tải trên đường dây và trên máy biến áp giảm đi $\rightarrow$ cho phép tải thêm công suất $\Rightarrow$ nâng cao khả năng tải của đường dây và máy biến áp.

✓ Giảm tổn thất công suất trong mạng điện:

$$\Delta P' = \frac{P^2 + Q'^2}{U_{\text{rms}}^2} R < \Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{rms}}^2} R \quad (11-4)$$

$$\Delta Q' = \frac{P^2 + Q'^2}{U_{\text{rms}}^2} X < \Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{rms}}^2} X \quad (11-5)$$

✓ Giảm được tổn thất điện áp trong mạng điện:

$$\Delta U' = \frac{PR + Q'X}{U_{\text{rms}}} < \Delta U = \frac{PR + QX}{U_{\text{rms}}} \quad (11-6)$$

Trong giai đoạn thiết kế: đặt tụ bù giảm được tiết diện dây, giảm công suất định mức của máy biến áp.

11.4 Các biện pháp nâng cao $\cos \varphi$

Các biện pháp nâng cao hệ số công suất $\cos \varphi$ được chia làm hai nhóm chính: nhóm các biện pháp nâng cao hệ số $\cos \varphi$ tự nhiên (không dùng thiết bị bù) và nhóm các biện pháp nâng cao hệ số $\cos \varphi$ bằng cách bù công suất phản kháng.

11.4.1 Nâng cao hệ số $\cos \varphi$ tự nhiên: (không dùng thiết bị bù)

Là tìm các biện pháp để phụ tải giảm bớt được lượng công suất phản kháng Q tiêu thụ như: sử dụng hợp lý các thiết bị điện. Biện pháp này rất có lợi vì đem lại hiệu quả kinh tế mà không phải tốn thiết bị bù. Vì thế khi xét đến vấn đề nâng cao hệ số công suất $\cos \varphi$ bao giờ cũng phải xét đến biện pháp này trước sau đó mới xét đến biện pháp bù. Thực hiện bằng cách:

- + Thay đổi và cải tiến quy trình công nghệ để các thiết bị làm việc ở chế độ hợp lý nhất, rút ngắn được thời gian sử dụng điện năng và giảm được điện năng tiêu hao.
- + Thay thế động cơ không đồng bộ làm việc non tải bằng động cơ có công suất nhỏ để nâng cao hệ số phụ tải và nâng cao $\cos \varphi$ động cơ.
- + Hạn chế động cơ chạy không tải.
- + Dùng động cơ đồng bộ thay thế động cơ không đồng bộ.
- + Thay thế những máy biến áp làm việc non tải bằng những máy biến áp có dung lượng nhỏ hơn.

11.4.2 Nâng cao hệ số công suất $\cos \varphi$ bằng phương pháp bù:

Bằng cách đặt các thiết bị bù ở gần phụ tải, giảm được lượng công suất truyền tải trên đường dây do đó nâng cao hệ số công suất $\cos \varphi$ của mạng.

Biện pháp bù không giảm được lượng công suất kháng tiêu thụ của phụ tải mà chỉ giảm được lượng công suất phản kháng phải truyền tải trên đường dây. Vì thế chỉ sau khi thực hiện các biện pháp nâng cao $\cos \varphi$ tự nhiên mà không đạt yêu cầu thì mới

bù. Hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên của các xí nghiệp cao nhất cũng không đạt tới 0,9 (thường vào khoảng 0,6 - 0,8). Vì thế các xí nghiệp bao giờ cũng phải đặt thêm thiết bị bù.

Cần chú ý rằng bù công suất phản kháng Q ngoài mục đích chính là nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ để tiết kiệm điện còn có tác dụng không kém phần quan trọng là điều chỉnh và ổn định điện áp của mạng cung cấp.

Bù công suất phản kháng đưa lại hiệu quả kinh tế như trên đã phân tích nhưng phải tốn kém thêm về mua sắm thiết bị bù và chi phí vận hành chúng. Vì vậy quyết định phương án bù phải dựa trên cơ sở tính toán và so sánh kinh tế – kỹ thuật.

11.5 Các thiết bị bù

Thiết bị bù phải được chọn trên cơ sở so sánh tính toán về kinh tế – kỹ thuật.

11.5.1 Tụ điện:

Là loại thiết bị điện tĩnh, làm việc với dòng điện vượt trước điện áp, do đó có thể sinh ra công suất công suất phản kháng Q cung cấp cho mạng.

* Ưu điểm:

Tổn thất công suất tác dụng bé, lắp ráp bảo quản dễ dàng, được chế tạo thành từng bộ tụ nhỏ, vì thế có thể đóng, cắt từng bộ phận tụ điện theo yêu cầu của phụ tải.

* Nhược điểm:

Tụ điện nhạy cảm với sự biến động của điện áp đặt lên cực tụ điện, cấu tạo kém chắc chắn, dễ bị hỏng khi có ngắn mạch,...

Nếu dung lượng bù nhỏ hơn 5000KVar thì người ta dùng tụ điện, nếu lớn hơn thì phải so sánh giữa tụ điện và máy bù đồng bộ. Tụ điện được sản xuất để dùng ở cấp điện áp 5 - 35 kV và 0.4 kV.

11.5.2 Máy bù đồng bộ:

Là một động cơ đồng bộ làm việc ở chế độ không tải.

* Ưu:

Do không có phụ tải trên trục máy nên máy bù đồng bộ được chế tạo gọn nhẹ. Ở chế độ quá kích thích máy bù sản xuất ra công suất phản kháng cung cấp cho mạng, ở chế độ thiếu kích thích máy bù tiêu thụ công suất phản kháng của mạng, nên nó còn là thiết bị để điều chỉnh điện áp.

* Nhược:

Do có phần dây quấn nên lắp ráp, bảo quản, vận hành khó khăn. Để kinh tế, máy bù thường được chế tạo với công suất lớn, do đó máy bù đồng bộ thường được dùng ở những nơi cần bù tập trung với dung lượng lớn.

11.6 Lựa chọn phương án bù

Trong mạng lưới hạ áp, bù công suất được thực hiện bằng:

- Tụ điện với lượng bù cố định (bù nền).

- Thiết bị điều chỉnh bù tự động hoặc một bộ tụ cho phép điều chỉnh liên tục theo yêu cầu khi tải thay đổi.

Chú ý :

Khi công suất phản kháng cần bù vượt quá 800KVAR và tải có tính liên tục và ổn định, việc lắp đặt bộ tụ ở phía trung áp thường có hiệu quả kinh tế tốt hơn.

11.6.1 Tụ bù nền

Bố trí bù gồm một hoặc nhiều tụ tạo nên lượng bù không đổi, việc điều khiển có thể thực hiện:

- Bằng tay: dùng CB hoặc LBS (load – break switch)
- Bán tự động: dùng contactor.
- Mặc trực tiếp vào tải đóng điện cho mạch bù đồng thời khi đóng tải.

Các tụ điện được đặt:

- Tại vị trí đầu nối của thiết bị tiêu thụ điện có tính cảm (động cơ điện và máy biến áp).
- Tại vị trí thanh góp cấp nguồn cho nhiều động cơ nhỏ và các phụ tải có tính cảm kháng đối với chúng việc bù từng thiết bị một tỏ ra quá tốn kém.
- Trong các trường hợp khi tải không thay đổi.

11.6.2 Bộ tụ bù điều khiển tự động (bù ứng động)

Bù công suất thường được hiện bằng các phương tiện điều khiển đóng ngắt từng bộ phận công suất. Thiết bị này cho phép điều khiển bù công suất một cách tự động, giữ hệ số công suất trong một giới hạn cho phép chung quanh giá trị hệ số công suất được chọn.

Thiết bị này được lắp đặt tại các vị trí mà công suất tác dụng và công suất phản kháng thay đổi trong phạm vi rất rộng. ví dụ: tại thanh góp của tủ phân phối chính, tại đầu nối của các cáp trục chịu tải lớn.

Các nguyên lý và lý do sử dụng bù tự động:

Bộ tụ bù gồm nhiều phần và mỗi phần được điều khiển bằng contactor. Việc đóng một contactor sẽ đóng một số tụ song song với các tụ vận hành. Vì vậy lượng công suất bù có thể tăng hay giảm theo từng cấp bằng cách thực hiện đóng hoặc cắt contactor điều khiển tụ. Một rơle điều khiển kiểm soát hệ số công suất của mạng điện sẽ thực hiện đóng và mở các contactor tương ứng để hệ số công suất cả hệ thống thay đổi (với sai số do điều chỉnh từng bậc). Để điều khiển rơle máy biến dòng phải đặt lên một pha của dây cáp dẫn điện cung cấp đến mạch được điều khiển. Khi thực hiện bù chính xác bằng các giá trị tải yêu cầu sẽ tránh được hiện tượng quá điện áp khi tải giảm xuống thấp và do đó khử bỏ các điều kiện phát sinh quá điện áp và tránh các thiệt hại xảy ra cho trang thiết bị.

Quá điện áp xuất hiện do hiện tượng bù dư phụ thuộc một phần vào giá trị tổng trở nguồn.

Các qui tắc bù chung

- Nếu công suất bộ tụ (kVar) nhỏ hơn hoặc bằng 15% công suất định mức máy biến áp cấp nguồn, nên sử dụng bù nền.
- Nếu ở trên mức 15%, nên sử dụng bù kiểu tự động.

- Vị trí lắp đặt tụ áp trong mạng điện có tính đến chế độ bù công suất; hoặc bù tập trung, bù nhóm, bù cục bộ, hoặc bù kết hợp hai phương án sau cùng.
- Về nguyên tắc, bù lý tưởng có nghĩa là bù áp dụng cho từng thời điểm tiêu thụ và với mức độ mà phụ tải yêu cầu cho mỗi thời điểm.
- Trong thực tiễn, việc chọn phương cách bù dựa vào các hệ số kinh tế và kỹ thuật.

11.7 Vị trí lắp đặt tụ bù:

Sau khi tính dung lượng bù và chọn loại thiết bị bù thì vấn đề quan trọng là bố trí thiết bị bù vào trong mạng sao cho đạt hiệu quả kinh tế cao nhất. Thiết bị bù có thể đặt ở phía điện áp cao (lớn hơn 1000V) hoặc ở phía điện áp thấp (nhỏ hơn 1000V), nguyên tắc bố trí thiết bị bù là làm sao đạt được chi phí tính toán nhỏ nhất.

Máy bù đồng bộ, vì có công suất lớn nên thường được đặt tập trung ở những điểm quan trọng của hệ thống điện. ở xí nghiệp lớn, máy bù nếu có thường được đặt ở phía điện áp cao của trạm biến áp trung gian.

Tụ điện có thể được đặt ở mạng điện áp cao hoặc ở mạng điện áp thấp.

11.7.1 Tụ điện điện áp cao (6 – 35KV)

Được đặt tập trung ở thanh cái của trạm biến áp trung gian, hoặc trạm phân phối. Nhờ đặt tập trung nên việc theo dõi vận hành các tụ điện dễ dàng và có khả năng thực hiện việc tự động hóa điều chỉnh dung lượng bù. Bù tập trung ở mạng điện áp cao còn có ưu điểm nữa là tận dụng được hết khả năng của tụ điện, nói chung các tụ điện vận hành liên tục nên chúng phát ra công suất bù tối đa. Nhược điểm của phương án này là không bù được công suất phản kháng ở mạng điện áp thấp, do đó không có tác dụng giảm tổn thất điện áp và công suất ở mạng điện áp thấp.

11.7.2 Tụ điện điện áp thấp (0.4KV) được đặt theo ba cách

Đặt tập trung ở thanh cái phía điện áp thấp của trạm biến áp phân xưởng, đặt thành nhóm ở tủ phân phối động lực và đặt phân tán ở từng thiết bị dùng điện.

Đứng về mặt giảm tổn thất điện năng mà xét thì việc đặt phân tán các tụ bù ở từng thiết bị điện có lợi hơn cả. Song với cách đặt này khi tiết bị điện nghỉ thì tụ điện cũng nghỉ theo, do đó hiệu suất sử dụng không cao. Phương án này chỉ được dùng để bù cho những động cơ không đồng bộ có công suất lớn

Phương án đặt tụ điện thành nhóm ở tủ phân phối động lực hoặc đường dây chính trong phân xưởng được dùng nhiều hơn vì hiệu suất sử dụng cao, giảm được tổn thất cả trong mạng điện áp cao lẫn mạng điện áp thấp. Vì các tụ được đặt thành từng nhóm nhỏ (không 30 – 100KVAR) nên chúng không chiếm diện tích lớn, có thể đặt chúng trong những tủ như tủ phân phối động lực, hoặc trên xà nhà các phân xưởng. Nhược điểm của phương pháp này là các nhóm tụ điện nằm phân tán khiến việc theo dõi chúng trong khi vận hành không thuận tiện và khó thực hiện việc tự động điều chỉnh dung lượng bù.

Phương án đặt tụ điện tập trung ở thanh cái điện áp thấp của trạm biến áp phân xưởng được dùng trong trường hợp dung lượng bù khá lớn hoặc khi có yêu cầu tự động điều chỉnh dung lượng bù để ổn định điện áp của mạng. Nhược điểm của phương án này là không giảm được tổn thất trong mạng phân xưởng.

Trong thực tế tùy tình hình cụ thể mà chúng ta phối hợp cả ba phương án đặt tụ kể trên..

*** Bù tập trung : áp dụng cho tải ổn định và liên tục.**

Nguyên lý : bộ tụ đấu vào thanh góp hạ áp của tủ phân phối chính và được đóng trong thời gian tải hoạt động.

Ưu điểm:

- Giảm tiền phạt do vấn đề tiêu thụ công suất phản kháng .
- Làm giảm công suất biểu kiến.
- Làm nhẹ tải cho máy biến áp và do đó nó có khả năng phát triển thêm các phụ tải cần thiết.

Nhận xét :

- Dòng điện phản kháng tiếp tục đi vào tất cả lộ ra tủ phân phối chính của mạng hạ thế.
- Vì lý do này kích cỡ dây dẫn, công suất tổn hao không được cải thiện ở chế độ bù tập trung.

*** Bù nhóm (từng phân đoạn).**

Bù nhóm nên sử dụng khi mạng điện quá lớn và khi chế độ tải tiêu thụ theo thời gian của các phân đoạn thay đổi khác nhau.

Nguyên lý : bộ tụ được đấu vào tủ phân phối khu vực . hiệu quả do bù nhóm mang lại cho dây dẫn xuất phát từ tủ phân phối chính đến các tủ khu vực có đặt tụ được thể hiện rõ nhất.

Ưu điểm:

- Làm giảm tiền phạt do vấn đề tiêu thụ công suất phản kháng.
- Làm giảm công suất biểu kiến yêu cầu.
- Kích thước dây cáp đi đến các tủ phân phối khu vực sẽ giảm đi hoặc với cùng dây cáp trên có thể tăng thêm phụ tải cho tủ phân phối khu vực

Nhận xét :

- Dòng điện phản kháng tiếp tục đi vào tất cả dây dẫn xuất phát từ tủ phân phối khu vực.
- Vì lý do này mà kích thước và công suất tổn hao trong dây dẫn nói trên không được cải thiện với chế độ bù nhóm.
- Khi có sự thay đổi đáng kể của tải, luôn luôn tồn tại nguy cơ bù dư và kèm theo hiện tượng quá điện áp.

*** Bù riêng:**

Bù riêng nên được xét đến khi công suất động cơ lớn đáng kể so với mạng điện.

Nguyên lý:

Bộ tụ mắc trực tiếp vào đầu dây nối của thiết bị dùng điện có tính cảm (chủ yếu là các động cơ). Bộ tụ định mức (kVAr) đến khoảng 25% giá trị công suất động cơ. Bù bổ sung tại đầu nguồn điện cũng có thể mang lại hiệu quả tốt.

Ưu điểm :

- Làm giảm tiền phạt do tiêu thụ công suất phản kháng (kVAR)
- Giảm công suất biểu kiến yêu cầu.
- Giảm kích thước và tổn hao dây dẫn đối với tất cả dây dẫn.

Nhận xét :

Các dòng điện phản kháng có giá trị lớn sẽ không còn tồn tại trong mạng điện.

11.8 Xác định dung lượng bù tối ưu**11.8.1 - Đường lượng kinh tế của công suất phản kháng**

Việc bù công suất phản kháng sẽ đưa lại hiệu quả là nâng cao được hệ số cosφ và giảm được tổn thất công suất tác dụng trong mạng, để đánh giá hiệu quả của việc giảm tổn thất công suất tác dụng chúng ta đưa ra một chỉ tiêu gọi là đường lượng kinh tế của công suất phản kháng K_{kt}

Đường lượng kinh tế của công suất phản kháng K_{kt} là lượng công suất tác dụng (KW) tiết kiệm được khi bù KVAR công suất phản kháng .

Như vậy nếu biết được K_{kt} và lượng công suất bù $Q_{bù}$ thì chúng ta tính được công suất tác dụng tiết kiệm được do bù là :

$$P_{\text{tiết kiệm}} = K_{kt} \cdot Q_{bù} \quad (11-6)$$

Sau đây chúng ta sẽ phân tích xem đường lượng kinh tế của công suất phản kháng phụ thuộc vào những yếu tố nào.

Chúng ta biết rằng tổn thất công suất tác dụng trên đường dây được tính theo công thức sau:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R \quad (11-7)$$

Sau khi bù, do lượng tổn thất ΔP giảm nên công suất tác dụng truyền tải trên đường dây cũng giảm, do đó lượng tổn thất $\frac{P^2}{U^2} R$ giảm. Song lượng thay đổi này không đáng kể nên ta có thể bỏ qua, mà chỉ quan tâm đến thành phần tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra : $\frac{Q^2}{U^2} R$ mà thôi.

Trước khi bù, thành phần tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra:

$$\Delta P_1 = \frac{Q^2}{U^2} R$$

Sau khi bù một lượng $Q_{bù}$, thành phần tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra: $\Delta P_2 = \frac{(Q - Q_{bù})^2}{U^2} R$ (11-8)

Vậy lượng công suất tiết kiệm là: $\Delta P = \Delta P_1 - \Delta P_2 = \frac{Q^2}{U^2} R - \frac{(Q - Q_{bù})^2}{U^2} R$ (11-9)

$$\text{Theo định nghĩa: } K_{kt} = \frac{\Delta P}{Q_{bu}} = \frac{QR}{U^2} \left(2 - \frac{Q_{bu}}{Q} \right) \quad (\text{KW/KVAR}) \quad (11-10)$$

Từ công thức trên chúng ta nhận thấy rằng:

Nếu dung lượng Q_{bu} nhỏ hơn nhiều so với công suất phản kháng truyền tải trên đường dây Q (điều này thường xảy ra trong thực tế), tức là có thể coi $\frac{Q_{bu}}{Q} = 0$, lúc này đương lượng kinh tế của công suất phản kháng được tính theo công suất đơn giản sau:

$$K_{kt} = 2 \frac{QR}{U^2} \quad (11-11)$$

- Nếu Q và R càng lớn thì K_{kt} càng lớn, nghĩa là nếu phụ tải phản kháng càng lớn và càng ở xa nguồn thì việc bù càng có hiệu quả kinh tế.

Giá trị của K_{kt} , thường nằm trong khoảng 0,02 - 0,12 KW /KVAR. Trong tính toán có thể lấy các giá trị như sau đối với các loại hệ dùng điện qua ba lần máy biến áp: $K_{kt} = 0,08 - 0,12$

11.8.2 Xác định dung lượng bù.

Dung lượng bù được xác định theo công thức sau :

$$Q_{bu} = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \text{a, KVAR} \quad (11-12)$$

Trong đó: P - phụ tải tính toán của hệ tiêu thụ điện, KW; φ_1 - góc ứng với hệ số công suất trung bình ($\cos \varphi_1$) trước khi bù; φ_2 - góc ứng với hệ số công suất ($\cos \varphi_2$) muốn đạt được sau khi bù; $\cos \varphi_2 = 0,9 - 1$: hệ số xét tới khả năng nâng cao $\cos \varphi$ bằng những biện pháp không đòi hỏi đặt thiết bị bù.

Hệ số công suất $\cos \varphi^2$ nói ở trên thường lấy bằng hệ số công suất do cơ quan quản lý hệ thống điện quy định cho mỗi hệ tiêu thụ phải đạt được, thường nằm trong khoảng $\cos \varphi = 0,8 - 0,95$

Cần chú ý rằng đứng về mặt tổn thất công suất tác dụng của hệ dùng điện, thì dung lượng bù có thể xác định theo quan điểm tối ưu sau đây:

Do bù có thể tiết kiệm được một lượng công suất tác dụng là:

$$\Delta P_{tk} = K_{kt} \cdot Q_{bu} - K_{bu} \cdot Q_{bu} = Q_{bu} \cdot (K_{kt} - K_{bu}) \quad (11-13)$$

Trong đó : K_{kt} - đương lượng kinh tế của công suất phản kháng, KW/KVAR

K_{bu} - suất tổn thất công suất tác dụng trong thiết bị bù, KW/KVAR

Như vậy $\Delta P_{tk} = f(Q_{bu})$, từ đó chúng ta có thể tìm được dung lượng bù tối ưu ứng với ΔP_{tk} đạt cực đại là :

$$Q_{bu.t. \text{ ồu}} = Q - \frac{U^2}{2R} K_{bu} \quad (11-14)$$

Từ công thức (11-11) rút ra thành phần $\frac{U^2}{2R}$ và thay vào công thức trên, chúng ta có:

$$Q_{\text{bù.t.ưu}} = Q \left(1 - \frac{K_{\text{bu}}}{K_{\text{kt}}} \right) \quad (11-15)$$

$Q_{\text{bù.t.ưu}}$ không nhất thiết trùng với $Q_{\text{bù}}$ được tính theo công thức (11-12). Đúng về nội bộ hệ tiêu thụ mà nói thì nên bù một lượng bằng $Q_{\text{bù.t.ưu}}$ là kinh tế hơn cả. Song do lợi ích chung của toàn hệ thống điện, thường nhà nước quy định hệ số công suất tiêu chuẩn mà các hệ tiêu thụ nhất thiết phải đạt được, mặc dù đối với từng hộ dùng điện cụ thể $\cos\phi$ tiêu chuẩn đó chưa phải là tốt nhất. Vì vậy, trong thực tế thường người ta tính dung lượng bù theo công thức (11 - 12) .

Bảng 11-2: tổn thất công suất tác dụng của các loại thiết bị bù

Loại thiết bị bù	$K_{\text{bù}}$, KW?KVAR
Tụ điện	0,003 - 0,005
Máy bù đồng bộ S=5000 -30.000KVA	0,002 - 0,027
Máy bù đồng bộ S = <5000KVA	0,03 - 0,05
Động cơ dây quấn đợc đồng bộ hoá	0,02 - 0,08
Máy phát đồng bộ dùng làm máy bù	0,1 - 0,15
Máy phát đồng bộ dùng làm máy bù, Không tháo động cơ sơ cấp.	0,15 – 0,3

Bảng số liệu tính toán công suất phản kháng cần thiết trong giai đoạn thiết kế qua đó có thể xác định công suất phản kháng và công suất tác dụng cho mức độ bù khác nhau.

11.8.3 Vấn đề tối ưu hoá kinh tế kỹ thuật cho một mạng điện đang hoạt động:

Việc tính toán định mức bù tối ưu cho một mạng đã tồn tại có thể thực hiện theo những lưu ý sau:

- + Tiền điện trước khi đặt bù
- + Tiền điện tương lai sau khi lắp tụ bù.
- + Các chi phí bao gồm :
 - ✓ Mua tụ bù và mạch điều khiển.
 - ✓ Lắp đặt và bảo trì
 - ✓ Tổn thất trong tụ và tổn thất trên dây cáp, máy biến áp sau khi lắp tụ bù.

Ví dụ 11.1

Một tải tiêu thụ 15965 kVA_{rh} trong tháng giêng. Tính tổng thời gian hoạt động trong tháng đó ví dụ : 220h số giờ xét để tính là những giờ mà hệ thống điện chịu tải lớn nhất và tải đạt giá trị đỉnh cao nhất. Ngoài thời gian kể trên việc tiêu thụ công suất phản kháng là miễn phí.

Giá trị công suất cần bù: $[kVAr] = kVAr/T = Q_{bù} kVAr : \text{số } kVAr \text{ phải trả tiền.}$

T : số giờ hoạt động

Dung lượng bù thường được chọn cao hơn giá trị tính toán một chút.

Một số hãng cung cấp qui tắc thước loga thiết kế đặt biệt cho việc tính toán này theo các khung giá riêng. Công cụ trên và các dữ liệu kèm theo giúp ta chọn lựa thiết bị bù và sơ đồ điều khiển thích hợp, đồng thời ràng buộc của các sóng hài điện áp trong hệ thống điện. các sóng hài này đòi hỏi sử dụng định mức tụ dư (liên quan đến giải nhiệt, định mức áp và dòng điện) và các cuộn kháng hoặc mạch để lọc sóng hài.

11.8.4 Phương pháp tính đơn giản:

Để chọn tụ bù cho một tải nào đó thì ta cần biết công suất (P) của tải đó và hệ số công suất ($\cos \varphi$) của tải đó

Giả sử ta có công suất của tải là P; Hệ số công suất của tải là $\cos \varphi_1 \rightarrow \tan \varphi_1$ (trước khi bù); Hệ số công suất sau khi bù là $\cos \varphi_2 \rightarrow \tan \varphi_2$; Công suất phản kháng cần bù là

$$Q_C = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2).$$

Từ công suất cần bù ta chọn tụ bù cho phù hợp trong bảng catalog của nhà cung cấp tụ bù.

Để dễ hiểu ta sẽ cho ví dụ minh họa như sau:

Giả sử ta có công suất tải là $P = 270 \text{ (KW)}$.

Hệ số công suất trước khi bù là $\cos \varphi_1 = 0.75 \rightarrow \tan \varphi_1 = 0.88$

Hệ số công suất sau khi bù là $\cos \varphi_2 = 0.95 \rightarrow \tan \varphi_2 = 0.33$

Vậy công suất phản kháng cần bù là $Q_{bù} = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$

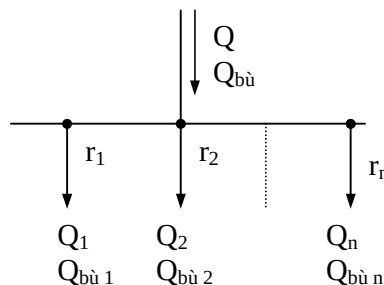
$$Q_{bù} = 270(0.88 - 0.33) = 148.5 \text{ (KVAR)}$$

Từ số liệu này ta chọn tụ bù trong bảng catalog của nhà sản xuất giả sử là ta có tụ 25KVAR. Để bù đủ cho tải thì ta cần bù 6 tụ 25 KVAR tổng công suất phản kháng là $6 \times 25 = 150 \text{ (KVAR)}$

11.9 Phân phối dung lượng bù

11.9.1 Mạng hình tia

Bài toán đặt ra là trong một mạng hình tia có n nhánh, tổng dung lượng bù là $Q_{bù}$. Hãy phân phối dung lượng bù trên các nhánh sao cho tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra là nhỏ nhất để hiệu quả bù đạt được lớn nhất.



Hình 11-2: Mạng hình tia

- $$\Delta P = \frac{(Q_1 - Q_{bu\theta 1})^2}{U^2} \cdot r_1 + \frac{(Q_2 - Q_{bu\theta 2})^2}{U^2} \cdot r_2 + \dots + \frac{(Q_n - Q_{bu\theta n})^2}{U^2} \cdot r_n = f(Q_{bu\theta 1}, Q_{bu\theta 2}, \dots, Q_{bu\theta n})$$

- $$\varphi(Q_{bù\ 1}, Q_{bù\ 2}, ..., Q_{bù\ n}) = Q_{bù\ 1} + Q_{bù\ 2} + ... + Q_{bù\ n} - Q_{bù} = 0$$

- $$F=f(Q_{b\grave{u}1}, Q_{b\grave{u}2}, ..., Q_{b\grave{u}n})=\lambda\phi(Q_{b\grave{u}1}, Q_{b\grave{u}2}, ..., Q_{b\grave{u}n})\text{triệt tiêu.}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial F}{Q_{bu1}} &= -\frac{2(Q_1 - Q_{bu1})}{U^2} r_1 + \frac{2L}{U^2} = 0 \\ \frac{\partial F}{Q_{bu2}} &= -\frac{2(Q_2 - Q_{bu2})}{U^2} r_2 + \frac{2L}{U^2} = 0 \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{\partial F}{Q_{bun}} &= -\frac{2(Q_n - Q_{bun})}{U^2} r_n + \frac{2L}{U^2} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$
$$\begin{aligned}
 Q_{bu1} &= Q_1 - \frac{(Q - Q_{bu})}{r_1} R_{td} \\
 Q_{bu2} &= Q_2 - \frac{(Q - Q_{bu})}{r_2} R_{td} \\
 &\dots \\
 Q_{bun} &= Q_n - \frac{(Q - Q_{bu})}{r_n} R_{td}
 \end{aligned}$$

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i$$

$$\text{Với : } Q_{bu} = \sum_{i=1}^n Q_{bui}$$

$$R_{td} = \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \right)^{-1}$$

Ví dụ 11.2

Một mạng hình tia có 4 nhánh , điện áp 6 KV . Điện trở và phụ tải phản kháng của từng nhánh như sau :

$$r_1 = 0,1 \, \Omega \, , Q_1 = 400 \, \text{KVAR}$$

$$r_2 = 0,05 \, \Omega \, , Q_2 = 400 \, \text{KVAR}$$

$$r_3 = 0,06 \, \Omega \, , Q_3 = 500 \, \text{KVAR}$$

$$r_4 = 0,2 \, \Omega \, , Q_4 = 200 \, \text{KVAR}$$

Dung lượng bù của mạng $Q_{bù} = 1200 \, \text{KVAR}$. Hãy tính dung lượng bù của từng nhánh

GIẢI:

Tổng phụ tải phản kháng của mạng :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 400 + 400 + 500 + 200 = 1700 \, \text{KVAR}$$

Điện trở tương đương của mạng

$$R_{td} = \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,05} + \frac{1}{0,06} + \frac{1}{0,2} \right)^{-1} = 0,0194 \, \Omega$$

Dung lượng bù tối ưu của nhánh

$$Q_{bù 1} = 400 - (1700 - 1200) \frac{0,0194}{0,1} = 303 \, \text{KVAR}$$

$$Q_{bù 2} = 400 - (1700 - 1200) \frac{0,0194}{0,05} = 406 \, \text{KVAR}$$

$$Q_{bù 3} = 500 - (1700 - 1200) \frac{0,0194}{0,06} = 338 \, \text{KVAR}$$

$$Q_{bù 4} = 200 - (1700 - 1200) \frac{0,0194}{0,2} = 153 \, \text{KVAR}$$

Dựa vào bảng 11.3 ta chọn loại tụ để lắp cho tủ bù. Ví dụ: Q_{b3} , ta chọn tụ 50Kvar loại tụ dầu 415V hiệu SHIZUKI, Nhật Bản. Loại tủ bù có 7 cấp bù nên $7 \times 50 = 350 \, \text{kVar}$. Tương tự các tủ khác.



Hình 11-3 Hình dạng thực tế tụ bù 50kVar

Bảng 11.3 Số liệu tụ bù thực tế

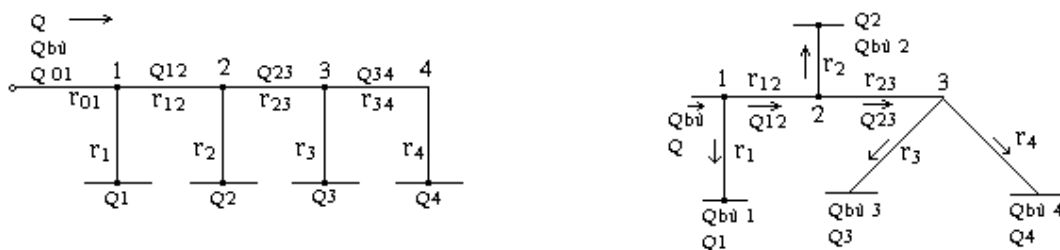
STT	TÊN TỤ BÙ	DUNG LƯỢNG	NHÃN HIỆU	XUẤT XỨ	ĐVT
1	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	15/20/25/30	DUCATI	Italia	kvar
2	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	20/25/30	ENERLUX	Italia	kvar
3	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	15/20/25/30	HAVELLS	An độ	kvar
4	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	20/25/30	EPCOS	An độ	kvar
5	TỤ BÙ 415V (KHÔ)	15/20/25/30	SINO	China	kvar
6	TỤ BÙ 415V (DẦU)	10/15/20/25/30/40/50	SHIZUKI	Nhật Bản	kvar
7	TỤ BÙ 415V (DẦU)	20/25/30	EUNSUNG	Hàn quốc	kvar
8	TỤ BÙ 415V (DẦU)	20/25/30	SAMWHA	Hàn quốc	kvar

Dung lượng tụ bù hạ thế được tra cứu trên mạng internet để lấy báo giá và chủng loại khác nhau. Dung lượng mỗi bộ tụ ba pha từ 10 – 450kVar.

11.9.2 Mạng phân nhánh

Bài toán đặt ra là trong một mạng hình tia có n nhánh, tổng dung lượng bù là $Q_{bù}$, hãy phân phối dung lượng bù trên các nhánh sao cho tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra là nhỏ nhất để hiệu quả bù đạt được lớn nhất

Giả sử dung lượng bù được phân phối trên các nhánh là $Q_{bù 1}, Q_{bù 2}, \dots, Q_{bù n}$. Phụ tải phản kháng và điện trở của các nhánh lần lượt là $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ và $r_1, r_2, \dots, r_n$ (hình 11. 4)



Hình 11-4 Mạng phân nhánh

Tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra được tính theo biểu thức sau:

$$Q_{bù\ n} = Q_n - \frac{[Q_{(n-1)n} - Q_{bu.dat.n}]R_{tdn}}{r_n}$$

Trong đó : Q_n – phụ tải phản kháng của nhánh thứ n

$Q_{(n-1)n}$ – phụ tải phản kháng chạy trên đoạn từ điểm $(n-1)$, tới điểm n

$Q_{bù\ đặt\ n}$ – dung lượng bù đặt tại điểm n

R_{tdn} – điện trở tương đương của mạng kể từ điểm n trở về sau

Ví dụ 11.3

Cho một mạng phân xưởng như trên hình (11-4a). Tổng dung lượng bù $Q_{bù} = 300$ KVAR. Hãy tính dung lượng bù tối ưu cho từng nhánh, nếu điện trở và phụ tải phản kháng của từng nhánh như sau :

$$r_{12} = 0,005\ \Omega, Q_{12} = 350\ \text{KVAR}$$

$$r_{23} = 0,004\ \Omega, Q_{23} = 250\ \text{KVAR}$$

$$r_1 = 0,01\ \Omega, Q_1 = 150\ \text{KVAR}$$

$$r_2 = 0,008\ \Omega, Q_2 = 100\ \text{KVAR}$$

$$r_3 = 0,012\ \Omega, Q_3 = 200\ \text{KVAR}$$

$$r_4 = 0,025\ \Omega, Q_4 = 50\ \text{KVAR}$$

GIẢI :

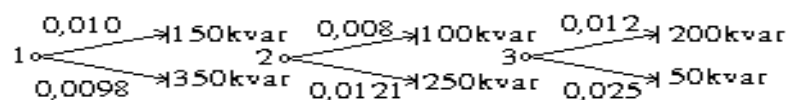
Điện trở tương đương ở các điểm 3, 2 và 1:

$$R_{td-3} = \frac{0,012 \times 0,025}{0,012 + 0,025} = 0,008\ \Omega$$

$$R_{td-2} = \frac{0,008(0,004 + 0,0081)}{0,008 + 0,004 + 0,0081} = 0,0048\ \Omega$$

$$R_{td-1} = \frac{0,01(0,005 + 0,0048)}{0,01 + 0,005 + 0,0048} = 0,00495\ \Omega$$

Có thể tách mạng ở hình 11-4a thành 3 mạng hình tia như ở hình 11-5



Hình 11-5 Sơ đồ tương đương

Dung lượng bù tối ưu cho từng nhánh :

$$Q_{bù 1} = 150 - \frac{(500 - 300)0,00495}{0,01} = 51 \quad \text{KVAR}$$

$$Q_{bù 2} = 100 - \frac{(350 - 249)0,0048}{0,008} = 40 \quad \text{KVAR}$$

$$Q_{bù 3} = 200 - \frac{(250 - 209)0,0081}{0,012} = 172 \quad \text{KVAR}$$

$$Q_{bù 4} = 50 - \frac{(250 - 209)0,081}{0,025} = 36 \quad \text{KVAR}$$

VD: Cho mạng điện như hình vẽ:

$$S_1 = 100 + j100, \quad r_1 = 0,2$$

$$S_2 = 300 + j400, \quad r_2 = 0,1$$

$$S_3 = 200 + j500, \quad r_3 = 0,05$$

$$S_4 = 100 + j200, \quad r_4 = 0,02$$

Phân phối dung lượng bù tối ưu cho mạng điện trên, để toàn mạng điện đạt. $\cos\varphi = 0,95$

Giải: $\sum Q = 1200 \text{KVAR}$

$$\sum P = 700 \text{KVAR}$$

$$\tan \varphi_c = \frac{Q_c}{P_c} = \frac{1200}{700} = 1,714, \quad \cos\varphi = 0,5$$

$$\cos\varphi_m = 0,95, \quad \tan \varphi_m = 0,3286$$

$$Q_{bu} = P(\tan \varphi_c - \tan \varphi_m) = 700(1,714 - 0,3286) = 969,78 \text{KVAR}$$

$$r_{\text{tđ}} = \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right) = 0,0118 \Omega$$

$$Q_{bu1} = Q_1 - \frac{(Q - Q_{bu}) \cdot r_{td}}{r_1} = 100 - \frac{(1200 - 969,78) \cdot 0,01178}{0,2} = 86,44 \text{KVAR}$$

$$Q_{bu2} = 400 - \frac{(1200 - 969,78) \cdot 0,01178}{0,1} = 372,7 \text{KVAR}$$

$$Q_{bu3} = 500 - \frac{(1200 - 969,78) \cdot 0,01178}{0,05} = 445,76 \text{KVAR}$$

$$Q_{bu4} = 200 - \frac{(1200 - 969,78) \cdot 0,01178}{0,02} = 64,4 \text{KVAR}$$

$$Q_{bukt} = Q \left(1 - \frac{k_{bu}}{k_{kt}} \right), \quad k_{bu} = 0,004$$

$$k_{kt} = \frac{Q \cdot r}{U^2} \left(2 - \frac{Q_{bu}}{Q} \right) = \frac{100 \cdot 0,2}{0,4^2} \left(2 - \frac{86,44}{100} \right) = 141,95$$

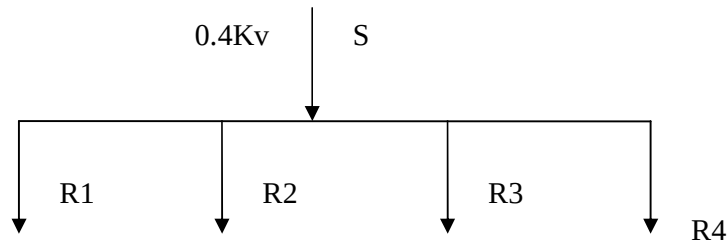
Câu hỏi và Bài tập cuối chương 11

Câu hỏi:

1. Nêu khái niệm chung về hệ số công suất và tính chất của nó?
2. Nêu ý nghĩa và mục đích của việc nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$?
3. Nêu các biện pháp nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$?
4. Nêu các phương án chọn thiết bị bù, các hình thức bù?
5. Xác định vị trí bù và ưu nhược điểm từng vị trí bù?
6. Phân phối dung lượng bù trong mạng hình tia và phân nhánh?
7. Xác định dung lượng bù tối ưu?

Bài tập

1. Cho mạng như hình 11 -6.



Hình 11-6

Biết $S_1 = 100 + j100$

$r_1 = 0.2\Omega$

$S_2 = 300 + j400$

$r_2 = 0.1\Omega$

$S_3 = 200 + 500j$

$r_3 = 0.05\Omega$

$S_4 = 100 + j200$

$r_4 = 0.02\Omega$

$R_{12} = 0.05\Omega$

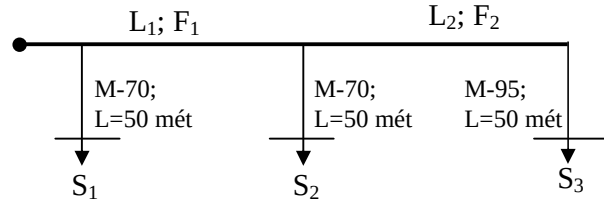
$r_{23} = 0.05\Omega$

$r_{34} = 0.08\Omega$

- a. Tính dung lượng bù từng nhánh biết hệ số công suất yêu cầu $\cos\varphi_{mới} = 0.95$
 - b. Xác định tổn thất công suất trước và sau khi bù.
2. Một đường dây phân phối 3 pha, dây nhôm, điện áp định mức 22 kV, cung cấp cho một tải tiêu thụ có công suất 500 KW, $\cos\varphi = 0.8$, khoảng cách truyền tải là 5 km. Để cải thiện hệ số công suất trên đường dây lên 0.95 người ta đặt tụ bù ngang. Hãy tính:
 - a) Công suất của tụ bù.
 - b) Điện dung của tụ bù trong 2 trường hợp:
 - Bộ tụ đấu hình sao
 - Bộ tụ đấu hình tam giác

3. Cho mạng điện như hình vẽ:

- $S_1=100+j100$ kVA
- $S_2=150+j200$ kVA
- $S_3=300+j400$ kVA
- $L_1=40$ mét; $L_2=60$ mét; $F_1=F_2=M-150$



Hình 11-7

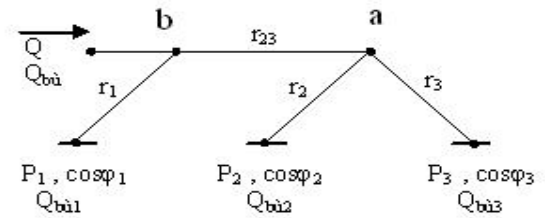
- a. Tính toán và phân phối dung lượng bù để hệ số công suất của mạng đạt 0,98? Biết mạng đi dây đồng đặt hở.
- b. Tính chọn tụ điện cho từng pha và điện trở phóng điện ở phụ tải S_2 ?

4. Cho mạng điện như hình vẽ 11-8:

Điện trở và phụ tải phản kháng các nhánh

như sau:

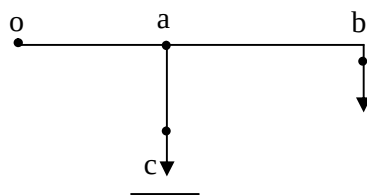
- $r_1 = 0.02\Omega$ $P_1 = 100\text{kW}$ $\cos\varphi_1 = 0.8$
- $r_2 = 0.012\Omega$ $P_2 = 200\text{kW}$ $\cos\varphi_2 = 0.7$
- $r_3 = 0.01\Omega$ $P_3 = 70\text{ kW}$ $\cos\varphi_3 = 0.7$
- $r_{23} = 0.004\Omega$



Hình 11-8

- a. Tính tổng dung lượng bù để hệ số công suất của mạng đạt được 0.9.
- b. Hãy tính dung lượng bù tối ưu cho từng nhánh trong mạng điện hình 2 tương ứng với tổng dung lượng cần bù ở câu a?
- c. Xem điện kháng mỗi đoạn bằng nhau có giá trị 0.5Ω . Tính điện áp tại mỗi tải trước và sau khi bù. U nguồn 400V

5. Cho hệ thống điện như hình 3.



$$S_1 = 40 + j30 \quad S_2 = 80 + j60$$

Biết đoạn $oa = 0,1\text{km}$ và $ab = 0,15\text{km}$. Đoạn dây từ o đến b cùng một tiết diện có $r_o = 0,17\Omega/\text{km}$. Chiều dài từ a đến c là 100m, dây M-70; phụ tải S_2 nối tại b. Phụ tải S_1 và S_2 có thứ nguyên là (kVA). Hãy:

- a. Tính dung lượng bù để hệ số $\cos f$ tổng hợp bằng 0,96.
- b. Phân phối dung lượng bù tại mỗi tải.
- c. Xem điện kháng mỗi đoạn bằng nhau có giá trị $0,5\Omega$. Tính điện áp tại mỗi tải trước và sau khi bù. U nguồn 400V

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Văn Doanh, **Cẩm nang thiết bị đóng cắt ABB**, NXB Khoa Học Kỹ Thuật, 1998, 864tr.
- [2] Nguyễn Công Hiền - Nguyễn Mạnh Hoạch - **Hệ thống cung cấp điện của xí nghiệp công nghiệp đô thị và nhà cao tầng** -Nhà xuất bản khoa học và kĩ thuật 2005
- [3] Viện năng lượng , **Chiến lược phát triển công nghệ điện lực của tập đoàn điện lực Việt Nam (đến năm 2015 định hướng đến năm 2025)- Hà Nội 12/2008**
- [4] Phạm Văn Niên, **Thiết kế điện, dự toán và tính giá thành**, NXB Khoa Học Kỹ Thuật, 1996, 380tr.
- [5] Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tầm, **Thiết kế cấp điện**, NXB Khoa Học Kỹ Thuật, 2001, 330 tr.
- [6]. Ngô Hồng Quang – Vũ Văn Tầm -**Thiết kế cấp điện** - Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật 2005
- [7]. Nguyễn Xuân Phú - Nguyễn Công HIền - Nguyễn Bội Khuê, **Cung cấp điện** , Nhà xuất khoa học và kĩ thuật 2005
- [8] E.A. Soskyn, E.A. Kyreeva, **Automatizing Control of Industry Power Supply**, Moscow: Energoavtomyzdat, 1990, 383tr.
- [9] E.M. Ristkhein, **Electrical Power Supply For Industry devices**, Moscow : Energoavtomyzdat, 1991,424tr.[6] Lithonia Inc, **Industrial Lighting Guide**, 2000.
- [10] Các bài báo, internet....