

ENGINEERING DESIGN CALCULATIONS

FOR

**수변전기기 선정 계산  
교 육 자 료**

2010. 10.

**(주) 대 성 티 이 씨**

## 1. 수변전기기 선정 계산서(교육용)

본 계산서는 실무에서 사용하고 있는 계산서를 그대로 적용하였으며 본 내용에 적용된 각종 기술자료 등은 교육자료로 활용하기 위하여 알기 쉽게 변경하였음

또한 본 계산서는 00 아파트를 모델로하여 실무에서 계산하는 방식을 그대로 적용하여 계산하였으며 본 계산서에 적용된 계수 및 안전률등은 편집자 기준으로 작성됨을 알려 드립니다.

### 1.1 목 적

본 수변전 기기 선정 계산서는 본 건물에 안정적인 전원 공급과 사고 발생시 파급효과를 최소화 할 수 있도록 차단기,개폐기, 보호계전기,인입케이블 및 각종 주요 기기를 선정하기 위한 것이다.

### 1.2 관련규격 및 기준자료

- 1.2.1 대한전기협회,내선규정,2000,제7장,P521
- 1.2.2 한국전력공사,전기공급약관,1999,별표5,P130
- 1.2.3 의제,수변전설비의 계획과 설계,1995,제2장 수변전설비의 기본계획,P16

### 1.3 적 용

본 수변전 기기 선정 계산서는 수변전설비에 설치되는 각종 주요 기기의 용량선정에 관하여 적용한다.

### 1.4 선정기준

- 1.4.1 대한전기협회,내선규정,2000
- 1.4.2 한국전력공사,전기공급약관,1999,별표5,P130

### 1.5 특고압 인입케이블 선정

#### 1.5.1 개 요

22.9kV-Y 선로의 인입선 설계시 최소 38mm<sup>2</sup>로 가능하나 허용전류와 관계없이 향후의 부하증설과 고장 전류에 대비하여 한국전력공사의 전기 공급규정에 의하여 최소60mm<sup>2</sup> 이상으로 설계하도록 권장한다.(차수형 또는 수밀형 사용 권장)

#### 1.5.2 관련근거

한국전력공사의 전기공급약관 [별표 5]에 의거 선정한다.

#### 1.5.3 계산 조건

수전용량은 1750 kVA로 결정함(변압기 용량 계산서 참조)

#### 1.5.4 한전 인입케이블 굵기 선정(별표11-1참조)

1)수전용량: 1750kVA

2)정격전류= 1750kVA / (1.732 x 22.9kV) = 44.12A

위 계산결과 정격전류는 44.12A로 38mm<sup>2</sup>(허용전류202A)이며 되나 한국전력공사의 전기 공급약관 [별표 5]에 60mm<sup>2</sup> 이상으로 선정한다.

3)인입케이블 선정(배전거리를 고려함)

-위 계산 결과 인입케이블은 최소 60mm<sup>2</sup> 이상 사용(현재 CN/CV-W는 생산 되지않음)

(TR-CNCV-W:트리엑제형 가교폴리에틸렌 케이블 사용을 권장함)

## 1.6 부하 개폐기 : L.B.S(Load Breake Switch) 선정

### 1.6 .1 개 요

- 1) 수변전설비의 인입구 개폐기 사용 (전력퓨즈의 용단시 결상을 방지)
- 2) 3상부하가 있는 경우는 트립장치가 있는 3극 부하개폐기와 조합한 전력퓨즈를 사용하는 것이 바람직 하다.
- 3) 부하전류를 개폐할 수 있으나 차단기와 같은 고장전류 차단 능력은 없다.
- 4) 전동작동이 가능하며 모타정격전압은 AC/DC 110V 가능하다. (DC를 사용하는 것이 바람직하다.)

### 1.6 .2 정격전압

계통전압 (공칭전압)	정격 전압
22000 또는 22900V	24kV

### 1.6.3 정격전류

정격 전류 (A)
630A

### 1.6.4 LBS용량 계산

- 1)수전용량: 1750kVA
- 2)정격전류= 1750kVA / (1.732 x 22.9kV) = 44.12A

위 계산결과 정격전류는 44.12A이므로 LBS최소 규격인 630A을 선정한다.

### 1.6.5 LBS 용량선정

- 1) 정격전압 : 24kV
- 2) 정격전류 : 630A
- 3)차단용량 : 12.5kA

## 1.7 전력 퓨즈 : P.F(Power Fuse) 선정

### 1.7 .1 개 요

- 1) 전력퓨즈는 특별고압 기기의 단락보호용으로 설치
- 2) 소호방식에 따라 한류형과 비한류형이 있으며 한류형 퓨즈는 높은 아크저항을 발생하여 사고전류를 강제적으로 한류억제해서 차단하는 퓨즈이며 밀폐절연통 안에 퓨즈элемент와 규소등의 소호제를 충전, 밀폐한 구조이며 현재 수변전 설비에서 많이 쓰이고 있다.

### 1.7.2 정격전압

계통전압 (공칭전압) V	퓨즈 정격	
	퓨즈정격 전압 (kV)	최대설계 전압 (kV)
6600V	6.9또는 7.5	8.25
22000 또는 22900V	23	25.8
66000V	69	72.5
154000V	161	169

주) 전력퓨즈의 정격전압 결정은 그 계통의 접지, 비접지에 관계없이 계통최대선간전압에 의해 선정한다.

### 1.7.3 정격전류

정격 전류 (A)
1,2,3,5,7,10,15,20,25,30,40,50,65,80,100,125,150,200

주) 1. 상기표는 전부 ANSI C 3746에 의함.  
2. PT용은 0.5A도 있으나 설계시 1A를 많이 선정한다.

### 1.7.4 전력퓨즈 선정(내선규정 705-5)

#### 1)정격연속전류 및 특성선정

가)예상되는 과부하전류에 동작하지 아니하는 것일것.

나)과도적 서어지 전류에 동작하지 아니하는 것일것.

(주변압기 여자돌입전류,전동기 및 축전기의 기동돌입전류)

다)타보호기기와와의 협조

①전력퓨즈를 옥내에 시설할 경우에는 소음기가 부착된 것을 사용하는 것이 바람직하다.

②본 선정표는 참고예시(퓨즈비 1.8~2.5)이므로 제조업체가 추천하는 정격선정표(퓨즈비 1.5~3.3)를 적용할수 있다.

2)22.9Kv급 주변압기용 한류형 퓨즈 선정

주변압기용 량(kVA)	전부하전류 In(A)	여자돌입전류 (A) If=In(A)x10	퓨즈정격 (A) (내선규정 705-5)	In(A)x2	선 정(표준 규격적용)	비고
100	2.52	25.2	-	5	5	
150	3.78	37.8	-	8	10	
200	5.04	50.4	-	10	10	
250	6.30	63.0	-	13	15	
300	7.56	75.6	-	15	20	
350	8.82	88.2	-	18	20	
400	10.09	100.9	-	20	20	
450	11.35	113.5	25	23	25	
500	12.61	126.1	30	25	30	
550	13.87	138.7	-	28	30	
600	15.13	151.3	30	30	30	
650	16.39	163.9	-	33	40	
700	17.65	176.5	-	35	40	
750	18.91	189.1	40	38	40	
800	20.17	201.7	-	40	40	
850	21.43	214.3	-	43	50	
900	22.69	226.9	-	45	50	
950	23.95	239.5	-	48	50	
1000	25.21	252.1	65	50	65	
1250	31.52	315.2	-	63	65	
1500	37.82	378.2	80	76	80	
2000	50.43	504.3	125	101	125	
2500	63.03	630.3	-	126	150	
3000	75.64	756.4	150	151	150	
3500	88.24	882.4	-	176	200	
4000	100.85	1,008.5	-	202	250	
4500	113.46	1,134.6	-	227	250	
5000	126.06	1,260.6	250	252	250	
5500	138.67	1,386.7	-	277	300	
6000	151.28	1,512.8	300	303	300	
6500	163.88	1,638.8	-	328	400	
7000	176.49	1,764.9	-	353	400	
7500	189.09	1,890.9	-	378	400	
8000	201.70	2,017.0	-	403	400	
8500	214.31	2,143.1	-	429	-	
9000	226.91	2,269.1	-	454	-	
9500	239.52	2,395.2	-	479	-	
10000	252.13	2,521.3	-	504	-	

### 3)22.9kV급 변압기용 1차측 비한류형 퓨즈 선정

변압기용량(kVA)		전부하전류 In(A)	여자돌입전류(A) If=In(A)x10	퓨우즈정격 (A) (내선규정 705-5)	In(A)x1.5 이하 (주1)	선 정(표준 규격적용)
단상	삼상					
5	15	0.38	3.8	1	-	-
10	30	0.76	7.6	1	-	-
15	45	1.13	11.3	2	-	-
25	75	1.89	18.9	3	-	-
33	100	2.52	25.2	3	4	3
50	150	3.78	37.8	6	6	7
67	200	5.04	50.4	8	8	10
75	225	5.67	56.7	8,10	9	10
100	300	7.56	75.6	10,12	11	10
-	400	10.09	100.9	-	15	15
167	500	12.61	126.1	15,20	19	15
-	600	15.13	151.3	-	23	20
250	750	18.91	189.1	15,30	28	25
333	1000	25.21	252.1	30,40	38	30
-	1250	31.52	315.2	-	47	40
500	1500	37.82	378.2	50	57	50
667	2000	50.43	504.3	65,80	76	65
1000	3000	75.64	756.4	100	113	100
1670	5000	126.06	1,260.6	140,200	189	150
2500	7500	189.09	1,890.9	200	284	200

주)1.퓨즈의 정격전류는 변압기 정격전류의 1.5배를 연속통전 할수 있도록 선정한다.

2.변압기 퓨즈는 2차측 단락시 변압기 정격전류의 25배에서 2초 이내에 차단하는 것으로 선정한다.

3.퓨즈 단시간 허용 특성은 일반적인 변압기의 여자돌입전류 크기와 지속시간(변압기 전부하전류의 10t에서 0.1초)이상이어야 한다.

### 1.7 .5 전력퓨즈의 정격 표준치

정격전압 (kV)	정격 전류 (A)	정격 주파수 (Hz)	정격 차단전류 (kA)
3.6	1(1.5), 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50(60), 65(75), 80, 100, 125, 150, 200	60Hz	16,25,40
7.2			12.5,20,31.5,40
12			12.5,25,40,50,80
24(25.8)			12.5,20,25,40,50
36			8,12.5,16.5,25
72			4,8,12.5,20,31.5
84			3,12.5,6.3,10,12.5,20

### 1.7.6 P.F용량 계산

#### 1)MOF1차측 PF(한류형:단락보호용)

가)수전용량:1750kVA

나)안전률 1.5In ~2In 적용

다)정격전류=  $1750\text{kVA} / (1.732 \times 22.9\text{kV}) = 44.12\text{A} \times 2\text{배} = 88.24\text{A}$

위 계산결과 안전률을 고려한 정격전류는 88.24A이므로 최대 규격인 100A용 PF를 선정한다.

#### 2)TR-1용 1차측 PF(비한류형:과부하 보호용)

가)변압기용량:1250kVA

나)안전률 1.5In ~2In 적용

다)정격전류=  $1250\text{kVA} / (1.732 \times 22.9\text{kV}) = 25.21\text{A} \times 1.5\text{배} = 47.27\text{A}$

위 계산결과 안전률을 고려한 정격전류는 47.27A이므로 40A용 PF를 선정한다.

#### 3)TR-2용 1차측 PF(비한류형:과부하 보호용)

가)변압기용량:500kVA

나)안전률 1.5In ~2In 적용

다)정격전류=  $500\text{kVA} / (1.732 \times 22.9\text{kV}) = \text{A} \times 1.5\text{배} = 18.91\text{A}$

위 계산결과 안전률을 고려한 정격전류는 18.91A이므로 15A용 PF를 선정한다.

## 1.8 피뢰기 : L.A (Lighting Arrester) 선정

### 1.8 .1 개 요

피뢰기는 전력설비의 기기를 이상전압 (낙뢰 또는 개폐시 발생하는 전압) 으로부터 보호하는 장치이다.최근에는 인입선에 케이블을 사용하는 경우가 많아 가공전선로와 케이블이 접속되는 지점에 피뢰기를 설치하도록 하고 있으며 또한 케이블을 사용하지 않을 경우에는 PFL나 COS 전단에 피뢰기를 설치 하는 것이 바람직하다.

### 1.8.2 관련근거

대한전기협회의 내선규정 제720절에 의거 선정한다.

### 1.8.3 정격 전압

전력계통		피뢰기 정격 전압(kV)	
전압(kV)	중성점 접지방식	변전소	배전선로
345	유효접지	288	
154	유효접지	138	
66	PC접지 또는 비접지	75	
22	PC접지 또는 비접지	24	
22.9	3상4선식 다중접지	21	18
11.4	3상4선식 다중접지	12	9
5.7	3상4선식 다중접지	7.5	7.5
6.6	비접지	7.5	7.5
3.3	비접지	7.5	7.5(4.2)

주) 전압 22.9kV이하의 배전선로에서 수전하는 설비의 피뢰기 정격전압(kV)은 배전선로용을 적용한다.

### 1.8.4 설치 장소별 피뢰기 공칭방전 전류

공칭방전 전류	설치장소	적용 조건
10000A	변전소	1) 154kV 이상 계통 2) 66kV 및 그 이하의 계통에서 BANK 용량이 3000kVA를 초과하거나 특히 중요한곳 3) 장거리 송전선 케이블 (배전 "취다" 인출용 단거리 케이블은 제외) 및 정전 축전기 BANK를 개폐하는곳
5000A	변전소	66kV 및 그 이하의 계통에서 BANK 용량이 3000kVA 이하인곳
2500A	선로 변전소	배전선로
		배전선 "취다" 인출측

주) 전압 22.9kV 이하(22kV 비접지 제외)의 배전선로에서 수전하는 설비의 피뢰기 공칭방전전류는 일반적으로 2500A의 것이 적용된다.

### 1.8.5 피뢰기 정격

공칭방전전류	피뢰기의 정격전압(kV)
10000A	288 138(144), 75(72), 24, 21, 12, 7.5
5000A	75(72), 24, 21, 12, 7.5
2500A	18, 9, 7.5, (4.2)



### 1.8.6 피뢰기 용량 계산

1)수전전압:22.9kV-Y

2)수전용량:1750kVA

위 1.8.5항에 의거 피뢰기는 18kV 2500A로 선정한다.

### 1.9 계기용 변성기 M.O.F(CT,PT) 선정

#### 1.9 .1 개 요

고전압,대전류를 계측하거나 보호용 계전기를 직접 제어할수 없으므로 저전압,소전류로 강하시켜 계측을 하거나 제어를 하기위해 전압을 변성하기 위한 계기용 변압기(PT),전류를 변류하기 위한 계기용 변류기(CT),전력수급용으로 계기용 변압,변류기(MOF)등을 총칭하여 계기용 변성기라 한다.

#### 1.9.2 용량별 MOF CT정격기준(한전기준)

종별	3상3선식	3상4선식	1차측 CT용량 (A)	비 고
기준전압 (kV)	20	12		
실제전압 (kV)	22	13.2/ 22.9		
계약 최대전력 기준(kVA)	173	180	5	KS, 한전규격
	348	360	10	
	519	540	15	
	692	620	20	KS, 한전규격
	1038	1080	30	
	1130	1800	50	
	2596	2700	75	
	3460	3600	100	
	5190	5400	150	
	6920	7200	200	
	8650	9000	(250)비 KS	
	10380	10800	300	

주1)CT의 2차 전류도 5A를 표준으로 하며 1차 전류용량은 표준 규격이다. ( )는 비표준으로 사용하지 아니한다.

주2) 전력량계의 용량이 자가용 수용가의 부하용량에 비하여 너무 크거나 너무 적으면 과부하에 의하여 소손되거나 평상시 특성이 나쁜 경부하에서 회전하게 되므로 계기용량은 최대 사용전류의 70%~100% 범위에 들도록 하는 것이 바람직하다.

주3)자가용 수용가의 평상시 부하전류는 전력량계 및 변경시의 오차 보증한도 (규정오차) 이내가

되도록 아래의 범위에 들도록 하여야 한다.

※ 규정오차를 보증하는 전류,전압등의 변화범위 (KS C 1707 및 1209)

변성기(MOF) : 정격 1차 전류의 5~120%

정격 1차 전압의 90~110%

전력량계(WHM,DM) : 정격 전류의 10~120%

주4)부하에 대한 최대 부하전류가 CT의 1차측 정격전류 규격보다 커서 규격에 맞지 아니할 때에는  
바로 윗단의 규격의 것을 택한다.

### 1.9.3 CT(MOF용) 정격전류 계산

1)수전용량: 1750 kVA

$$\text{정격전류} = \frac{\text{수전용량(kVA)} \times 5\text{A}}{180\text{kVA}} = \frac{1750(\text{kVA}) \times 5\text{A}}{180\text{kVA}} = 48.61$$

위 계산결과 정격전류는 48.61A로 CT 1차측 정격전류(50A) 로 선정한다.

2)과전류강도(전기안전공사기준적용) : 75In적용

주)CT1차전류가 60A까지 75In. 60A초과 40In 적용.

### 1.9.4 특고압용CT(VCB용) 정격전류 계산

1)변압기용량:1750 kVA

2)안전률 1.5In 적용

$$\text{정격전류} = \frac{\text{변압기용량(kVA)}}{1.732 \times 22.9\text{kV}} = \frac{1750(\text{kVA})}{1.732 \times 22.9\text{kV}} = 44.12$$

$$= 44.12\text{A} \times 1.5 = 66.18\text{A}$$

위 계산결과 정격전류는 66.18A로 CT 1차측 정격전류(60A) 로 선정한다.

3)과전류강도 : 12.5kA 적용

### 1.9.5 저압용CT(ACB용) 정격전류 계산

1)TR-1: 1250 kVA

가)안전률 1.25In ~1.5In 적용

$$\text{정격전류} = \frac{\text{변압기용량(kVA)}}{1.732 \times 0.38\text{kV}} = \frac{1250(\text{kVA})}{1.732 \times 0.38\text{kV}} = 1899.23$$

$$= 1899.23\text{A} \times 1.25 = 2374.04\text{A}$$

위 계산결과 정격전류는 2374.04A로 CT 1차측 정격전류(2500A) 로 선정한다.

## 2)TR-2: 500 kVA

가)안전률 1.25In ~1.5In 적용

$$\text{정격전류} = \frac{\text{변압기용량(kVA)}}{1.732 \times 0.38\text{kV}} = \frac{500(\text{kVA})}{1.732 \times 0.38\text{kV}} = 759.69$$

$$= 759.69\text{A} \times 1.25 = 949.62\text{A}$$

위 계산결과 정격전류는 949.62A로 CT 1차측 정격전류(1000A) 로 선정한다.

### 1.9.6 특고압용PT(계기용)-최소 규격 적용함

#### 1)정격전압

1차측:13200V

2차측:110V

#### 2)정격부담 : 50VA

### 1.10 진공 차단기 : VCB (Vacuum Circuit Breaker) 선정

#### 1.10 .1 개 요

- 1) 정상 부하전류와 사고시의 사고전류를 지장 없이 개폐할 수 있고 고압,특고압 전력 계통의 부하보호를 주 목적으로 설치
- 2) 항시 부하전류와 단락전류, 고장시의 대전류를 개폐할 수 있다.
- 3) 소형 경량이고 구조가 간단하며 보수등이 용이한 장점을 가지고 있으나 동작시 높은 서지 전압을 발생시키는 결점이 있다. (진공차단기 2차측에 S.A설치)

#### 1.10.2 정격전류 계산

1)변압기용량 : 1750kVA

2)정격전류 = 1750kVA / (1.732 x 22.9kV) = 44.12A

위 계산결과 정격전류는 44.12A로 VCB는 최소규격인 정격전류 630A용을 설치한다.

#### 1.10.3 VCB 선정 (최소 규격으로 선정)

- 1) 정격전압 : 24kV(한전기준:25.8kV임)
- 2) 정격전류 : 630A
- 3) 정격차단전류 : 12.5kA
- 4) 정격차단용량 : 520MVA

#### 참고사항:정격차단용량(MVA) 계산

정격차단용량 계산식=1.732 x 정격전압(kV) x 정격차단전류(kA)

여기서 정격전압(kV)=공칭전압 x(1.2/1.1)=22.9 x (1.2/1.1)=24.9kV 따라서 24kV로 선정

정격차단전류(Is)는 VCB최소 규격인 12.5kA적용

따라서 정격차단용량=1.732 x 24kV x 12.5kA =519.6 이므로 520MVA로 선정함

정격차단전류(kA)	12.5	20	25	40
정격차단용량(MVA)	520	830	1000	1700

비고)정격차단용량(MVA):차단용량은 그 차단기가 적용되는 계통의 3상단락용량의 한도를 표시한다.

(일반적으로 차단절류 자체를 차단용량으로 부르기도 한다.)

### 1.11 서어지 흡수기 : S.A (Surge Absorbor) 선정

#### 1.11.1 개 요

서어지 흡수기는 피뢰기와 같은 구조로 되어 있으나 적용전압 범위만을 조정하여 적용시키는 일종의 옥내 피뢰기로서 선로에서 발생할 수 있는 개폐서지, 순간과도전압 등의 입상전압이 2차 기기에 악영향을 주는것을 막기위해 설치하는 거지 흡수기로 대부분 쿠퍼클에 내장, 설치하여 건식류의 보호가 변압기나 기기계통 주요 대상이다.

#### 1.11.2 관련근거

대한전기협회의 내선규정 730-3에 의거 선정한다.

#### 1.11.3 서어지 흡수기의 적용

차단기 종류		VCB			
전압 등급		3kV	6kV	10kV	20kV
전동기		적용	적용	적용	-
변 압 기	유입식	불필요	불필요	불필요	불필요
	몰드식	적용	적용	적용	적용
	건식	적용	적용	적용	적용
콘 덴 서		불필요	불필요	불필요	불필요
변압기와 유도기기와의 혼용사용시		적용	적용	-	-

주1)상기표에서 VCB를 사용시 반드시 서어지 흡수기를 설치해야 하나 VCB와 유입변압기를 사용시는 설치하지 않아도 된다.

주2)서어지 흡수기는 보호하고자하는 기기전단에 설치하여 대부분의 개폐서지를 발생하는 차단기 후단에 설치 운용한다.

#### 1.11.4 서어지 흡수기의 정격

공칭 전압	3.3kV	6.6kV	22.9kV
정격 전압	4.5kV	7.5kV	18kV
공칭 방전 전류	5kA	5kA	5kA

#### 1.11.5 서어지 흡수기 선정

본 공사에서는 몰드 변압기를 사용하므로 VCB 2차측에 S.A를 설치하여야 한다.

위 7.11.4 항에 의거 18kV 5kA로 선정

### 1.12 기중 차단기 : A.C.B (Air Circuit Breaker) 선정

#### 1.12.1 개 요

- 1) 기중차단기는 자연공기 내에서 개방할 때 접촉자가 떨어지면서 자연소호에 의한 소호방식을 갖는 차단기로 교류저압이나 직류차단기로 많이 사용된다.
- 2) 정상의 부하전류와 사고시의 사고 전류를 지장없이 개폐할 수 있고 저압 전력 계통의 부하 보호를 주 목적으로 설치.
- 3) 변압기 용량 300kVA 이상이면 사용을 권장한다.

### 1.12.2 정격전류 계산

#### 1)TR-1: 1250 kVA

가)안전률 1.1In ~1.25In 적용

$$\text{정격전류} = \frac{\text{변압기용량(KVA)}}{1.732 \times 0.38\text{kV}} = \frac{1250(\text{kVA})}{1.732 \times 0.38\text{kV}} = 1899.23$$

$$= 1899.23\text{A} \times 1.1 = 2089.16\text{A}$$

위 계산결과 정격전류는 2089.16A로 CT 1차측 정격전류(2500A)로 선정한다.

#### 1)TR-2: 500 kVA

가)안전률 1.1In ~1.25In 적용

$$\text{정격전류} = \frac{\text{변압기용량(KVA)}}{1.732 \times 0.38\text{kV}} = \frac{500(\text{kVA})}{1.732 \times 0.38\text{kV}} = 759.69$$

$$= 759.69\text{A} \times 1.1 = 835.66\text{A}$$

위 계산결과 정격전류는 835.66A로 CT 1차측 정격전류(1000A)로 선정한다.

### 1.12.3 단락전류 용량(단락전류 용량 계산서 참조)

1)TR-1 단락전류는 31.65kA이므로 차단용량이 32kA이상의 ACB를 사용한다.

2)TR-2 단락전류는 12.6kA이므로 차단용량이 13kA이상의 ACB를 사용한다.

### 1.12.4 저압ACB 선정

1) 정격전압 : 600V

2) 정격전류 : TR-1: 2500A, TR-2 : 1000A

3) 정격차단전류 : 65kA

## 2.MOF(CT) 과전류 강도 계산

### 2.1정격전류

변류기 정격 전류 및 정격 영상 전류는 정격 1차 전류 선정은 최대부하전류를 산정 하여 이값에 여유를 주어결정한다.

1) 수전 인입회로, 변압기 회로

최대 부하전류 125~150%정도. (보통 1.5In)

2) 전동기 부하회로

최대 부하전류 200~250%정도.

주) 1차측 단란전류가 커서 위와 같이 선정한 정격 1차전류로는 정격 과전류 강도 및 정격 과전류 정수를 만족할수 없는 경우에는 이것을 만족하는 최소 정격 1차 전류값을 선정한다.

### 2.2 정격 2차 전류

정격2차 전류는 보통 계기 및 계전기가 5[A] 정격의 것이 많으므로 보통 5[A]를 표준으로 한다.

### 2.3정격 부담

변류기의 정격 부담 5,10,25,40,60,100 [VA]에서 일반적으로 2차 부담으로는 40 [VA] 것이 사용된다.

※CT 2차 부담은 CT2차 회로에 정격전류 (5A의 경우가 많다)를 보낸경우

CT 2차 단자 전압과 정격 전류의 곱으로 주어진다.

예를들면) 정격 2차 부담이 40[VA] , 정격전류인 5[A]인 CT에서 CT 2차 회로 임피던스는

$$Z = \frac{[VA]}{I^2} = \frac{40}{5^2} = 1.6[\Omega] \text{ 이되며}$$

여기서) Z = CT 2차 회로 임피던스

VA = CT 정격2차 부담

I = 정격 2차 전류

#### 참고사항)

정격부담이 40VA 인 CT에서는 2차 회로 임피던스 (계기,계전기,제어 케이블 등 임피던스 합계)가 1.6Ω 이하가 되게끔 할 필요가 있다.

### 2.4 과전류 강도

전력 계통에 단락이 발생되면 주회로에 접속되는 변류기 1차 권선에는 과대한 고장 전류가 흘러서 변류기가 파괴 되는 것으로 생각된다. 그 원인으로서는

① 과전류에 의한 권선 온도 상승으로 인한 용단.

② 강력한 전자력에 의한 권선 변형.

등을 들수 있다. 변류기로서는 이런 사고에 대해서 열적,기계적으로 어느정도 견딜 필요가 있다.

그래서 과전류 강도는 열적 과전류 강도와 기계적 과전류 강도로 나누어 생각하지 않으면 않된다.

열적 과전류 강도는 규격상으로는 표준 시간이 1.0초로 되어 있으나 사고에 의해 과전류가 흐르는 시간은 반드시 1.0초 라고 할수 없으므로 임의 시간에 대해서는 다음식으로 계산한다.

$$S = \frac{S_n}{\sqrt{t}} \quad [kA]$$

여기서) S = 통전시간 t초에 대한 열적 과전류 강도

$S_n$  = 정격 과전류 강도 (kA)

t = 통전 시간 (초)

예제) 계통 단락 전류 : 8 [kA]

CT 정격 : 50/5[A]    정격 과전류 강도 40In (1초) 일 경우 문제는 없는지 검토

$S_n = 50A \times 40\text{배}$

= 2,000 (A) → 2kA

\* $S_n >$  계통단락전류

가 되어 단락전류에 대한 과전류 강도가 부족하여 사용할 수 없다.

이제 계전기 동작시간과 차단기 동작시간의 합을 0.2초로 한 경우

열적 과전류 강도는

$$S = \frac{S_n}{\sqrt{t}} = \frac{2 \text{ [kA]}}{\sqrt{0.2\text{초}}} = 4.5 \text{ [kA]}$$

가 되어 이 경우에도 8 [kA]에 도달하지 않는다.

t = 0.2초로 생각한 경우의 "과전류 강도를 "X 배"로 하면

$$8 \text{ kA} = \frac{(50A \times X\text{배}) \times 10^{-3}}{\sqrt{0.2\text{초}}} \quad \text{에서 } X = 71.6\text{배} \quad \therefore 75\text{배가 되어}$$

이 계통도에 사용 할 수 있는 CT는 과전류 강도가 7.5배 인 것의 과전류 강도 75배 에서  $X = 71.6 \rightarrow 75\text{배}$

이 계통에 사용 할 수 있는 CT는 과전류 강도가 75배임

## 2.5 과전류 강도 계산

1) 계통 단락 전류 : 2.84 [kA] 적용, 인입거리 5km 기준임

2) 계전기 동작시간과 차단기 동작시간의 합: 0.2초 적용

3) CT 정격 : 50/5[A]    정격 과전류 강도 75In

가) 과전류 강도 검토

$S_n = 50A \times 75\text{배}$

= 3,750 (A) → 3.75kA

\* $S_n >$  계통단락전류

위와 같이 3.75kA로 계산되어 2.84[kA]보다 크므로 이상 없음----Ok

나) 열적 과전류 강도 검토

$$S = \frac{S_n}{\sqrt{t}} = \frac{3.75 \text{ [kA]}}{\sqrt{0.2\text{초}}} = 8.38 \text{ [kA]}$$

위와 같이 8.28kA로 계산되어 2.84[kA]보다 크므로 이상 없음----Ok

### 3. 보호 계전기의 정정

#### 3.1 과전류 계전기의 정정 (OCR : Over Current Relay)

##### 1)개 요

변류기 2차 전류가 예정값 이상 되었을 때 동작하도록 계전기를 정정한다.

예) 부하전류가 전부하시 60A라고 가정해보면 계전기에 60A나 되는 전류를 흘릴수 없기 때문에 변류기(CT)를 사용하여 그 2차에 계전기를 연결한다.

CT의 정격 1차 전류는 전부하 전류값보다 크게 선정한다. (보통1.25~1.5배)

여기서 CT비를 100/5A를 사용했다고 가정하면 전부하 60A때의 CT 2차 전류는

$$60A \times (5/100) = 3A \text{가 된다.}$$

즉 3A보다 전류가 증가하는 것은 사고의 발생이라 생각할 수 있다.

과전류 계전기의 정격은 보통 5A의 CT에 사용되는 것은 4~12탭을 갖고 있다.

탭을 보면 4,5,6,7,8,10,12인데 이 경우 4A를 사용하거나 5A를 사용할 수 있을것이다. 즉, 4A는 전부하전류의 133%이고 5A는 170%에 상당한다.

그러므로 부하의 성격에 따라 모터의 부하인 경우는 기동전류나 전원의 전압변동 CT 및 계전기의 오차를 고려하여 133%는 약간 불안정하므로 5A탭에 정정함이 바람직하다.

단락보호에 쓰이는 OCR는 반한시 특성의 유도원판 요소와 전자흡입식 고속도 정한시 특성의 순시요소를 함께 가진 것이 많다.

보통 OCR의 한시형 요소의 정정탭 범위는 4~12A 정도이고 순시요소의 정정범위는 20~80A정도이다.(지락보호용 OCGR은 한시형 정정탭이 0.5~2.0이고 순시정정은 10~40A 정도이다)

탭은 보호해야 할 기기나 선로의 단시간 과부하 용량인 정격의 150~160% 정도에 동작하도록 하고 보호구간 말단의 최소고장전류에서도 동작할 수 있도록 하는 것이 기본이며 다음 표에 이를 나타낸다.



구분	동작치 정정		비고
단락보호 (OCR)	순시요소	- 변압기 2차 3상단락전류의 150%~200%	-한시는 변압기2차 단락시 0.6초이다 -최소 고장전류에 동작
	한시요소	-계약최대전력(설비용량)의 160% 단, 전기로,전철 등 변동부하는 200~250% -선로용량의 150%	
지락보호 (OCGR)	순시요소	최 소 치	-한시는 완전지락 시 0.2초 이하 -최소 고장전류에 동작
	한시요소	-완전지락전류의 30%이하 및 변압기 정격전류의 30%이하	

## 2)OCR 선정(한시 전류값)

### 가. 전부하전류 계산

$$\begin{aligned} \text{정격전류} &= \frac{\text{변압기용량(kVA)}}{1.732 \times 22.9\text{kV}} = \frac{1750(\text{kVA})}{1.732 \times 22.9\text{kV}} = 44.12 \\ &= 44.12 \text{ (A)} \end{aligned}$$

### 나. MOF CTH : 50/5A

### 다. OCR 선정기준 전류

$$\begin{aligned} \text{TAP전류} &= \frac{\text{정격전류(A)} \times 1.5\text{배}}{\text{CT비}} = \frac{44.12(\text{A}) \times 1.5\text{배}}{50(\text{A}) / 5(\text{A})} = 6.62 \\ &= 6.62 \text{ (A)} \end{aligned}$$

기준전류값이 6.62A이므로 OCR선정시 TAP전류가 중간이 위치하도록 선정한다.

따라서 OCR TAP RANGE는 4~8A로 선정함

## 3)OCR 선정(순시 전류값)

순시보호는 선로 단락이라는 고장시 동작하므로 큰 단락전류가 흐른다는 개념으로 생각하게됨. 이론적으로는 접촉저항은 "0"으로 보고 완전 단락시 무한대의 전류가 흐른다고 가정할수 있지만 실제상으로 완전 단락이라는 것이 있을수 없으므로 무한대의 전류값의 부담을 갖지 않아도 됨

### 가. 전부하전류 계산

$$\begin{aligned} \text{정격전류} &= \frac{\text{변압기용량(kVA)}}{1.732 \times 22.9\text{kV}} = \frac{1750(\text{kVA})}{1.732 \times 22.9\text{kV}} = 44.12 \end{aligned}$$

기준전류값이 44.12A이므로 OCR선정시 TAP전류가 중간이 위치하도록 선정한다.  
따라서 OCR TAP RANGE는 30~50A로 선정함

### 3.2 과전류 지락 계전기의 정정 (OCGR : Over Current Ground Relay)

#### 1)개요

3φ 4W 다중접지 방식에서는 부하불평형으로 인한 오동작을 방지하고 감도를 높이기 위해 통산 최대 정격전류 또는 최대 부하전류의 30%정도로 정정한다.  
(한국전력공사 보호 협조 지침)

#### 가. 전부하전류 계산

$$\begin{aligned} \text{정격전류} &= \frac{\text{변압기용량(kVA)}}{1.732 \times 22.9\text{kV}} = \frac{1750(\text{kVA})}{1.732 \times 22.9\text{kV}} = 44.12 \\ &= 44.12 \text{ (A)} \end{aligned}$$

#### 나. MOF CT비 : 50/5A

#### 다. OCGR 선정기준 전류

$$\begin{aligned} \text{TAP전류} &= \frac{\text{정격전류(A)} \times 0.3\text{배}}{\text{CT비}} = \frac{44.12(\text{A}) \times 0.3\text{배}}{50(\text{A}) / 5(\text{A})} = 1.32 \\ &= 1.32 \text{ (A)} \end{aligned}$$

따라서 0.66 (A)가 계전기에 입력될 경우 지락시 30% 보호가 가능하다  
보통 소세력식 지락 과전류 계전기의 정정탭은 0.1~0.5(A) 또는 0.5~2.0(A) 탭을 가지고 있으므로 이 경우 **1~1.5 탭**을 사용하는것이 좋다.  
실제발생하는 부하불평형이 적은 경우나 단독 평형부하에 공급하는 경우에는 감도를 높이는 것이 바람직하다.

### 3.3 과전압 계전기의 정정 (OVR : Over voltage Relay)

구조는 모두 유도형이고 계전기의 전압 코일에 계기용 변압기의 2차 전압을 걸어 주고 전압이 이상 상승하거나 저하했을 때에 설정치에 따라 접점이 개로하므로 차단기를 동작하게 하거나 또는 경보를 하는 것이다. 주로 전력회로의 과전압 및 부족 전압 보호에 사용한다.

과전압 계전기는 정격전압(PT 2차 전압)의 130%에서 정정하며 정격은 다음과 같다.

정격전압[V]	설정범위[V]
110	90, 100, 110, 120, 130, 140, 150[V] .....110[V]
220	180, 200, 220, 240, 260, 280, 300[V] .....220[V]

따라서, 한국전력공사 규격에서는 PT 2차 전압을 110V로 보고 계전기의 전압 탭을 AC 135~150V 범위내의 전압을 조정할 수 있는 전압탭 하나는 반드시 구비하도록 하고 있다. 이 범위 밖의 전압조정 탭은 몇 개 있어도 관계없도록 하고 있다.

#### 가.과전압 계전기 정정

과전압계전기가 PT 2차측 상간에 설치되므로 PT 2차측 상간전압이 110V인 경우

OVR RATIO는 정격전압의 130%으로 선정 하므로

$110V \times 130\% : 143V$  이므로 따라서 140V로 선정함

### 3.4 부족전압 계전기의 정정 (UVR : Under voltage Relay)

부족전압 계전기는 전압이 선택값 이하가 되면 동작하게 되는 단일요소 relay이며, 계통의 단락사고 및 지락사고시의 전압저하, 재폐로투입(reclosing)시의 무전압 확인용 등에 사용되고 있다.

부족전압 relay의 동작값, 동작시한은 전압의 크기만으로 정해지며 구조나 동작시한에 의해 각각 보호에 알맞은 특성의 것이 사용되고 있다.

부족전압계전기는 정격전압(PT 2차 전압)의 80%에서 정정하며 정격은 다음과 같다.

정격전압[V]	설정범위[V]
110	65, 70, 75, 80, 85[V] .....110[V]
220	130, 140, 150, 160, 170[V] .....220[V]

따라서, 한국전력공사 규격에서는 PT 2차 전압을 110V로 보고 계전기의 전압 탭을 AC 60~80V 범위내의 전압을 조정할 수 있는 전압탭 하나는 반드시 구비하도록 하고 있다. 이 범위 밖의 전압조정 탭은 몇 개 있어도 관계없도록 하고 있다.

#### 가.부족전압 계전기 정정

부족전압계전기가 PT 2차측 상간에 설치되므로 PT 2차측 상간전압이 110V인 경우

OVR RATIO는 정격전압의 80%으로 선정 하므로

$110V \times 80\% : 88V$  이므로 따라서 85V로 선정함

**<보 호 계 전 기 정 정>**

계전기	설치개소	용도	동작정정값	한시정정값	비고
과전류 계전기 (OCR)	수용가수전선	단락보호	약최대전력의 150%이	한국전력의지정에 의한 일반	보통 0.6초 정도의 지정
	특고압배전선	단락보호	선로 및 부속장치의 허용 전류최소치의 150%	말단에서의 단수를 생각하여 소정의 시간간격이 있도록 한다.	
	변압기1,2차	단락후비보호	정격전류의 200% 이상		
	전력용콘덴서	단락보호	정격전류의 150%	0.2초	
과전류 지락 계전기 (OCGR)	수용가수전선	지락보호	완전지락전류의 30%	최소타임레버	
	배전용모선	①경보 ②지락후비 보호	<b>최대영상전압의 30%</b>	①최대타임레버 ②타이머로지연	한전변전소에서는 타 임레버를 1/10로 하거 나 순시형과 타이머를 조합한다.
과전압 계전기 (OVR)	배전용모선	전력용콘덴서 트립	<b>정격전압의 130%전후</b>	타임레버 1	
부족전압 계전기 (UVR)	배전용모선	①경보 ②기기조작 조건	<b>정격전압의 80%정도</b>	부하기기의 상황에 따라서 결정한다	비교적 길게한다

[표 11-1 가공 배전선로 적정 전선 환산표-22.9kV-Y(22kV)]

(단위:km)

전선굵기 용량(kw)	ACSR (-OC) 32mm <sup>2</sup> (HDCC) 22mm <sup>2</sup>	ACSR (-OC) 58mm <sup>2</sup> (HDCC) 38mm <sup>2</sup>	ACSR (-OC) 95mm <sup>2</sup> (HDCC) 60mm <sup>2</sup>	ACSR (-OC) 160mm <sup>2</sup> (HDCC) 100mm <sup>2</sup>
1000이하	39 이하 (42 이하)	40 ~ 60 (43 ~ 61)	61 ~ 82 (62 ~ 82)	83 ~ 111 (83 ~ 107)
1001~2000	19 이하 (21 이하)	20 ~ 30 (22 ~ 30)	31 ~ 41 (31 ~ 41)	42 ~ 56 (42 ~ 53)
2001~3000	13 이하 (14 이하)	14 ~ 20 (15 ~ 20)	21 ~ 27 (21 ~ 27)	28 ~ 37 (28 ~ 35)
3001~4000	9 이하 (10 이하)	10 ~ 15 (11 ~ 15)	16 ~ 20 (16 ~ 20)	21 ~ 28 (21 ~ 26)
4001~5000	7 이하 (8 이하)	8 ~ 12 (9 ~ 12)	13 ~ 16 (13 ~ 16)	17 ~ 22 (17 ~ 21)
5001~6000		10 이하 (10 이하)	11 ~ 13 (11 ~ 13)	42 ~ 56 (42 ~ 53)
6001~7000		8 이하 (8 이하)	9 ~ 11 (9 ~ 11)	12 ~ 15 (12 ~ 15)
7001~8000		7 이하 (7 이하)	8 ~ 10 (8 ~ 10)	11 ~ 13 (11 ~ 13)
8001~9000			9 이하 (9 이하)	10 ~ 12 (10 ~ 12)
9001~10000			8 이하 (8 이하)	9 ~ 11 (9 ~ 10)

[표 11-2 지중 배전선로 적정 전선 환산표-22.9kV-Y(22kV)]

(단위:km)

전선굵기 용량(kw)	22.9kV-Y CN/CV 22kV CV-U 60mm <sup>2</sup>	22.9kV-Y CN/CV 22kV CV-U 100mm <sup>2</sup>	22.9kV-Y CN/CV 22kV CV-U 150mm <sup>2</sup>	22.9kV-Y CN/CV 22kV CV-U 200mm <sup>2</sup>	22.9kV-Y CN/CV 22kV CV-U 250mm <sup>2</sup>	22.9kV-Y CN/CV 22kV CV-U 325mm <sup>2</sup>
1000이하	92 이하	93 ~ 142	143 ~ 196	197 ~ 233	234 ~ 271	272 ~ 318
1001~2000	46 이하	47 ~ 71	72 ~ 97	98 ~ 116	117 ~ 135	136 ~ 159
2001~3000	30 이하	31 ~ 47	48 ~ 65	66 ~ 77	78 ~ 90	91 ~ 106
3001~4000	23 이하	24 ~ 35	36 ~ 48	49 ~ 58	59 ~ 67	68 ~ 79
4001~5000	18 이하	19 ~ 28	29 ~ 39	40 ~ 46	47 ~ 54	55 ~ 64
5001~6000		23 이하	24 ~ 32	33 ~ 39	40 ~ 45	46 ~ 53
6001~7000		20 이하	21 ~ 28	29 ~ 33	34 ~ 38	39 ~ 45
7001~8000			24 이하	25 ~ 29	30 ~ 34	35 ~ 39
8001~9000			21 이하	22 ~ 26	27 ~ 30	31 ~ 35
9001~10000			19 이하	20 ~ 23	24 ~ 27	28 ~ 32

#### 4. 주요 수변전기기 선정 집계표

구 분	명 칭	정 격 압	규 격	내 용
인 입	인입 케이블	24kV	CN/CV-W 1C/60mm <sup>2</sup>	* 전기공급규정 별표5에 의거 선정
				* 수전용량 : 1750 kVA
HV-1	L.B.S	24kV	LBS 3P 630A (12.5kA)	* 최소규격적용(메이커 최소 규격적용)
				* 정격전류:1750kVA / (1.732x22.9kV)=44.12A 따라서630A로선정
				* 전동기조작(DC 110V)
	L.A	18kV	LA x3EA 2.5kA	* 내선규정 720-2
HV-2	P.F	25.8kV	P.F x 3EA 200AF(100A) 40kA(한류형)	* 1.5~2in(안전율)
				* 정격전류:1750kVA / (1.732x22.9kV)=44.12A
				* 따라서 44.12 x2배=88.24A 따라서 100A로선정
	M.O.F	22.9kV -Y	PTx3EA 13.2kV/110V CT:50/5A (75In)	* 한전기준 적용
				* 정격전류 : (1750kVA x 5A)/180kVA=48.61A 따라서 50A로선정
				* 과전류강도 75In(전기안전공사기준적용)
HV -3	P.F	25.8kV	P.F x 3EA 200AF(1A) 12.5kA(비한류형)	* 최소규격적용
	특고압 P.T	25.8kV	PTx3EA 13.2kV/110V	
HV -4	VCB	24kV	VCB 3P 630A (12.5kA)	* 최소규격적용(메이커 최소 규격적용)
				* 정격전류:1750kVA / (1.732x22.9kV)=44.12A 따라서630A로선정
	특고압 C.T	25.8kV	C.Tx3EA 60/5A(12.5kA)	*수변전설비의 설계와 계획(1.5in 안전율)
				* 정격전류:1750kVA / (1.732x22.9kV)=44.12A
				* 따라서 44.12 x1.5배=66.18A 따라서 60A로선정
				* 과전류강도:12.5kA
	S.A	18kV	LA x3EA 5kA	* 내선규정 730-3

구분	명칭	정격전압	규격	내용
TR-1	P.F	25.8kV	P.F x 3EA 200AF(50A) 12.5kA(비한류형)	* 1.5~2in(안전율)
				* 정격전류 : 31.52A x1.5배=47.27A 따라서 40A로선정
	변압기	22.9kV/ 380/220V	3상 1250kVA	* 몰드 변압기(변압기용량 계산서 참조)
				* 몰드형(임피던스 6%이하)
LV-A	A.C.B	600V	ACB 4P 2500A (42kA)	* 1.1in~1.25in(안전율)
				* 정격전류:1250kVA / (1.732x0.38kV)=1899.23A
				* 따라서 1899.23A x1.1배=2089.16A 따라서 2500A로선정
				* 정격차단전류 42kA
	저압 C.T	380V	C.Tx3EA 2500/5A	*수변전설비의 설계와 계획(1.25in~1.5in 안전율)
				* 정격전류:1250kVA / (1.732x0.38kV)=1899.23A
				* 따라서 1899.23A x1.25배=2374.04A 따라서 2500A로선정
				* 과전류강도 40In
	콘덴서	380V	50kVA	* 변압기 용량의 4%적용(변압기용량 500KVA초과시 4%적용)
				* 용량:1250kVA x 0.04 = 50kVA
				* 대용량일경우 방전코일 및 직렬리액터 설치
TR-2	P.F	25.8kV	P.F x 3EA 200AF(30A) 12.5kA(비한류형)	* 1.5~2in(안전율)
				* 정격전류 : 12.61A x1.5배=18.91A 따라서 15A로선정
	변압기	22.9kV/ 380/220V	3상 500kVA	*몰드 변압기(변압기용량 계산서 참조)
				* 몰드형(임피던스 6%이하)
LV-B	A.C.B	600V	ACB 4P 1000A (42kA)	*1.1in~1.25in(안전율)
				* 정격전류:500kVA / (1.732x0.38kV)=759.69A
				* 따라서 759.69A x1.1배=835.66A 따라서 1000A로선정
				* 정격차단전류 42kA

구분	명칭	정격압	규격	내용
LV-B	저압 C.T	380V	C.Tx3EA 1000/5A	*수변전설비의 설계와 계획(1.25in~1.5in 안전율)
				* 정격전류:500kVA / (1.732x0.38kV)=759.69A
				* 따라서 759.69A x1.25배=949.62A 따라서 1000A로선정
				* 과전류강도 40In
	콘덴서	380V	25kVA	*변압기 용량의 5%적용(변압기용량 500KVA까지 5%적용)
				* 용량:500kVA x 0.05 = 25kVA
				* 대용량일경우 방전코일 및 직렬리액터 설치
LV-B	A.T.S	600V	ATS 4P 1000A	*1.1in~1.25in(안전율)
				* 정격전류:563kVA / (1.732x0.38kV)=855.42A
				* 따라서 855.42A x1.1배=940.96A 따라서 1000A로선정
G-1	발전기	380/220V	3상 563kVA	* 디젤 엔진 발전기(발전기용량 계산서 참조)
				* 경유탱크 별치형 또는 내장형
	A.C.B	600V	ACB 4P 1000A (45kA)	* 1.1in~1.25in(안전율)
				* 정격전류:563kVA / (1.732x0.38kV)=855.42A
				* 따라서 855.42A x1.1배=940.96A 따라서 1000A로선정
				* 정격차단전류 45kA
	저압 C.T	380V	C.Tx3EA 3000/5A	*수변전설비의 설계와 계획(1.25in~1.5in 안전율)
				* 정격전류:563kVA / (1.732x0.38kV)=855.42A
				* 따라서 855.42A x1.25배=1069.27A 따라서 1000A로선정
				* 과전류강도 40In