

건축전기설비기술사
문 제 해 설

[제 127회]

2022. 04. 16(토) 시행

【제1교시】

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각10점)

1. 조명 설계 시 고려되는 균제도에 대하여 설명하시오.
2. 수용가의 전력설비 계획 시 수용률, 부등률 및 부하율을 구하는 계산식을 쓰고, 변압기의 용량을 결정하기 위한 과정을 설명하시오.
3. 비상용 승강기가 가져야 할 안전장치에 대하여 설명하시오.
4. 변전설비 설계에서 변압기 2차 측의 이중모선 방식에 대하여 설명하시오.
5. 분산형 전원설비를 저압계통에 연계할 때 직류유출방지에 대한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 직류유출방지를 위하여 설치하는 전기기기 및 설치방법
 - 2) 직류유출방지를 위한 전기기기 설치 예외 기준
 - 3) KEC, IEC 및 IEEE에서 제시하는 직류전류 유출의 제한 값 비교
6. 정격용량 1000kVA, 1차 전압 22.9kV, 2차 전압 3.3kV인 몰드변압기의 부하손실이 8.0kW, 임피던스 전압이 1100V인 경우 부하의 역률 0.8, 부하율 100%일 때 변압기의 전압변동률을 계산하시오.
7. 전기설비의 지진대책에 적용되는 내진, 면진 및 제진에 대하여 설명하시오.
8. 태양광발전시스템에서 계통연계형 인버터 회로구성 방식의 종류와 장·단점에 대하여 설명하시오.
9. 예비전원이나 비상전원으로 사용되는 축전지의 충전방식에 대하여 설명하시오.
10. 대형 공장의 구내 배전계통을 설계하고자 한다. 수전변전소로부터 4km 떨어진 지점에서 3상 단락고장이 발생하였을 때 3상 단락전류(I_{3S})를 구하시오.

(단, 한전 측 계통 %임피던스는 11%(100MVA 기준), 30MVA 유입변압기의 %임피던스는 9.5%(자기용량 기준), 배전선로의 km당 %임피던스는 j8.41%(100MVA 기준), 3상 단락 시 고장점 저항은 무시한다.)

11. 신재생에너지 도입을 위한 설비를 기획하고자 한다. 경제성 검토시 사용하는 다음의 용어에 대하여 설명하시오.
 - 1) 계통한계가격(SMP)
 - 2) 손익분기점
 - 3) 내부수익률(IRR)

12. 배전설비 중 전자화 배전반에 대한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 전자화 배전반의 구성, 기능, 특징
 - 2) 전자화 배전반과 기존 배전반의 비교

13. 전동기의 사양 중 서비스 팩터(Service Factor)의 의미를 설명하고, 서비스 팩터가 1.0과 1.15일 때의 차이점을 설명하시오.

【제2교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

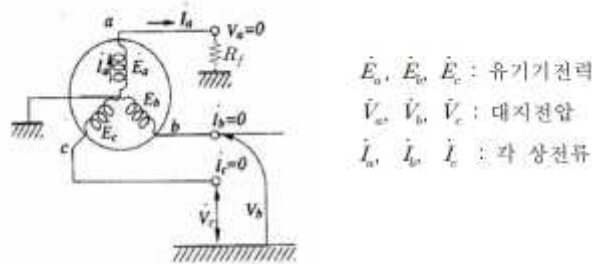
1. 조명설계 시 눈부심 현상을 억제하기 위한 대책을 설명하시오.
2. 유도전동기의 전압특성을 설명하고, 단자전압이 정격전압보다 낮은 경우에 발생하는 현상과 대책에 대하여 설명하시오.
3. 배전설비에서 전선의 단면적 산정과 관련된 다음 사항을 한국전기설비규정 (KEC)의 기준에 맞게 설명하시오.
 - 1) 설계전류(), 과전류보호장치의 정격전류를 고려한 단면적 계산방법
 - 2) 전선 단면적과 차단기 정격과의 보호협조 검토
4. 배전설비에서 Flicker에 대한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) Flicker 발생원인 및 장애현상
 - 2) Flicker 발생에 따른 대책 및 시공 시 고려사항
5. 단독접지에 비해 공통접지의 장점과 특성에 대하여 설명하시오.
6. 수변전설비에서 피뢰기(LA) 선정 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하시오.

【제3교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 수전설비의 설치계획에서 특고압 또는 고압으로 수전하는 소방시설용 비상전원 수전설비에 대한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 비상용 수전설비의 방화구획형, 옥외개방형, 큐비클(Cubicle)형
 - 2) 전용의 전력용 변압기에서 소방부하에 전원을 공급하는 경우
 - 3) 공용의 전력용 변압기에서 소방부하에 전원을 공급하는 경우
 - 4) 전용과 공용의 각 회로도에 대한 의미를 설명

2. 그림에서 나타낸 바와 같이 무부하 상태에 있는 발전기의 a상 1단자가 지락되었을 때 접지 저항이 R_f 이었다. 이 때 a상의 고장전류와 개방단자인 b, c상의 단자전압을 구하시오.



3. 단락전류 계산방법과 단락전류를 억제하기 위한 대책을 설명하시오.
4. 전기저장장치(Energy Storage System)는 전력계통 및 신재생에너지 발전원으로부터 전기 에너지를 저장하였다가 전력이 필요할 때 공급하는 시스템이다. 전기저장장치에 대한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 전기저장장치의 시설장소에 대한 고려사항
 - 2) 전기저장장치 설비의 안전 요구사항
 - 3) 전기저장장치의 시설 시 전기배선, 단자와 접속 등 고려사항
 - 4) 전기저장장치의 제어 및 보호장치 등 고려사항
5. 지중에 매설된 금속배관의 부식방지를 위한 전기방식(電氣防蝕)에 대한 다음을 설명하시오.
 - 1) 부식의 종류

- 2) 희생양극법
- 3) 외부전원법
- 4) 배류법

6. 데이터 센터에서 전력품질 문제와 전력설비 관리 방안에 대하여 설명하시오.

【제4교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 인텔리전트 빌딩에서의 조명설계 시 고려사항에 대하여 설명하시오.
2. 중성점 비접지식 전로의 지락보호 방법에 대하여 설명하시오.
3. 수변전설비 계획 시 전력회사에서 공급하는 수전전압에 대해 사전 협의 및 조정할 사항을 설명하고, 회선수에 따른 수전방식을 분류하여 설명하시오.
4. 수변전설비의 내진 설계 시 검토 사항과 내진 검사 방법에 대하여 설명하시오.
5. 전기자동차의 충전 방식과 충전 알고리즘에 대하여 설명하시오.
6. 태양광 발전 시설의 방재설비에 대해서 설명하시오.

【제1교시】

1-1. 조명 설계 시 고려되는 균제도에 대하여 설명하시오.

해설

1. 균제도란

- 1) 조명에서 조도의 균일한 정도를 의미하는 것으로
- 2) 균제도의 표현

$$\text{균제도 } U1 = \frac{\text{최대조도}}{\text{평균조도}} \text{ 또는 } U2 = \frac{\text{최소조도}}{\text{최대조도}} \text{ 로 나타냄}$$

2. 균제도 특징

- 1) 조명에서 균제도는 1에 가까운 값일수록 좋다.
- 2) 고르지 않은 휘도가 시야 내에 있을 때 순응의 평형이 깨지면 눈부심이 발생하므로 명시조명 설계에서 밝음의 분포는 균제도가 1/3 이상이 되도록 하는 것이 바람직함.
- 3) 인간의 시선은 계속해서 한 곳만을 응시하는 것이 아니기 때문에 한 곳에서 다른 곳으로의 주위 전반에 걸쳐서 균제도가 균일한 것이 바람직함.

3. 조명설계 시 적용

- 1) 일반건축물 설계시 조명기준

건축물 분류	균제도	
	U1	U2
사무실 전반조명	0.6이상	
교실의 흑판조명	1 /3이상	
미술관 조명		1 /3이상
경기장 조명		1 /3이상

- 2) 도로조명설계에서의 운전자에대한 조명기준

도로 분류	종합 균제도	차선축 균제도
고속도로	0.4	0.7
주간선도로	0.4	0.7
보조간선도로	0.4	0.5
집산 및 국지도로	0.4	0.5

1-2. 수용가의 전력설비 계획 시 수용률, 부등률 및 부하율을 구하는 계산식을 쓰고, 변압기의 용량을 결정하기 위한 과정을 설명하시오.

해설

☞교재 상권 1장 수변전계획및설계 18쪽 참고

1. 수용률(Demand factor)

- 1) 정의 : 모든 전력소비를 동시에 사용하는 정도
- 2) 일반식 : $\text{수용률} = \frac{\text{최대 수용전력}}{\text{총 설비용량}} \times 100(\%)$

2. 부하율(Load factor)

- 1) 정의 : 어느 일정기간 중 부하변동의 정도를 나타냄
- 2) 일반식 : $\text{부하율} = \frac{\text{부하의 평균 전력(1시간평균)}}{\text{최대 수용전력(1시간평균)}} \times 100(\%)$

3. 부등률(Diversity factor)

1) 정의

최대 수용전력의 발생시각 or 발생시기의 분포를 나타내는 지표로 Peak 전력이 동시에 걸리지 않는 정도를 나타냄

2) 적용목적

한 계통내의 단위부하 예를 들면 한 배전 변압기에 접속되는 각 수용가의 부하는 각각의 특성에 따라 변동하며 최대 수용전력이 생기는 시간이 다르므로 부등률(Diversity factor)을 적용하여 변압기 용량을 적정용량으로 낮

추는 효과를 가져옴

3) 일반식

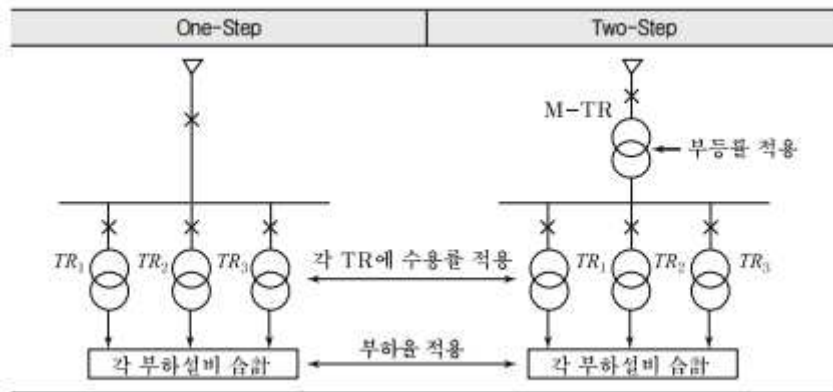
$$\text{부등률(不等率)} = \frac{\text{각각의 최대 수용전력의 합}}{\text{합성 최대 수용전력}}$$

4. 주변압기 용량 산정

$$\text{총설비용량} \times \frac{\text{수용률}}{\text{부등률}} \times \alpha (\text{여유율}) > \text{최대부하}$$

→ 직근 상위의 표준 변압기 채용

5. 변압기 Factor 적용 예



1-3. 비상용 승강기가 가져야 할 안전장치에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 하권15장 반송설비 198쪽 참고

1-4. 변전설비 설계에서 변압기 2차 측의 이중모선 방식에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권1장 수변전계획및설계 30쪽 참고

1-5. 분산형 전원설비를 저압계통에 연계할 때 직류유출방지에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 직류유출방지를 위하여 설치하는 전기기기 및 설치방법
- 2) 직류유출방지를 위한 전기기기 설치 예외 기준
- 3) KEC, IEC 및 IEEE에서 제시하는 직류전류 유출의 제한 값 비교

해설

1. 직류유출방지를 위하여 설치하는 전기기기 및 설치방법

- 1) 상용주파수 변압기(단권변압기를 제외한다) 시설
- 2) 설치방법

저압계통 연계 시 직류유출방지 변압기의 시설(KEC503.2.2)

분산형전원설비를 인버터를 이용하여 전기판매사업자의 저압 전력계통에 연계하는 경우 인버터로부터 직류가 계통으로 유출되는 것을 방지하기 위하여 접속점(접속설비와 분산형전원설비 설치자 측 전기설비의 접속점을 말한다)과 인버터 사이에 시설

2. 직류유출방지를 위한 전기기기 설치 예외 기준

- 1) 인버터의 직류 측 회로가 비접지인 경우 또는 고주파 변압기를 사용하는 경우
- 2) 인버터의 교류출력 측에 직류 검출기를 구비하고, 직류 검출 시에 교류출력을 정지하는 기능을 갖춘 경우

3. KEC, IEC 및 IEEE에서 제시하는 직류전류 유출의 제한 값 비교

관련규정	직류 검출기준	최대 차단시간
IEEE 1547	정격전류 실효값의 0.5% 이상	-
IEC 61727	정격전류 실효값의 1.0% 이상	-
VDE 0126-1-1	1.0 A 이상	0.2초
JESC E0019	정격전류 실효값의 1.0% 초과	0.5초
IEC 62786	제조사 임계값 이상	-

1-6. 정격용량 1000kVA, 1차 전압 22.9kV, 2차 전압 3.3kV인 몰드변압기의 부하손실이 8.0kW, 임피던스 전압이 1100V인 경우 부하의 역률 0.8, 부하율 100%일 때 변압기의 전압변동률을 계산하시오.

해설

1. 계산 전제조건

- 정격용량 $P=1000$ kVA
- 1차 전압 $V_{1n} = 22.9$ kV
- 2차 전압 $V_{2n}=3.3$ kV
- 부하손실= 8.0kW
- 임피던스 전압 $V_{1s}=1100$ V
- $\cos\theta=0.8$
- 부하율=100%

2. 전압변동률 계산

- $I_{2n} = \frac{P}{V_{2n}} = \frac{1000}{3.3} \approx 303.03$ (A)
- $I_{2n}^2 R = 8$ kW 이므로 $R = \frac{8 \times 10^3}{303.03^2} = 0.087 \Omega$
- %저항강하 $p = \frac{I_{2n} R}{V_{2n}} \times 100 = \frac{303.03 \times 0.087}{3.3 \times 10^3} \times 100 = 0.8(\%)$
- %임피던스 $z = \sqrt{p^2 + q^2} = \frac{V_s}{V_{1n}} \times 100 = \frac{1100}{22.9 \times 10^3} \approx 4.8(\%)$
- ∴ %리액턴스강하 $q = \sqrt{\%z^2 - p^2} = \sqrt{4.8^2 - 0.8^2} \approx 4.733(\%)$

따라서 전압변동률을 계산하면

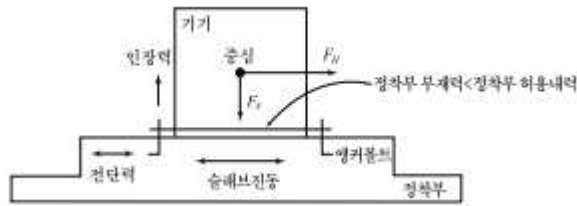
$$\varepsilon = p \cos\theta + q \sin\theta = 0.8 \times 0.8 + 4.733 \times \sqrt{1 - 0.8^2} = 3.48 (\%)$$

1-7. 전기설비의 지진대책에 적용되는 내진, 면진 및 제진에 대하여 설명하시오.

해설

1. 내진설계 개념

1) 기본개념도



2) 설계하중 계산

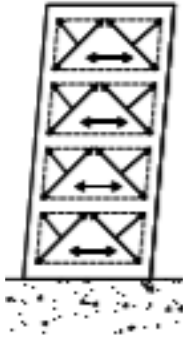
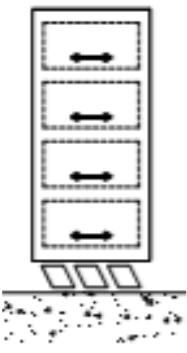
(1) 수평설계 지진력 $F_H = F_p$ (단, $F_p = \text{가속도 계수} \times \text{기기중량}$)

(2) 수직설계 지진력 $F_V = \frac{1}{2} F_H$

(3) 가속도 계수 $\alpha = \frac{F_H}{W_p(\text{기기중량})}$

2. 내진, 면진 및 제진에 대하여

구분	형태	내용
내진 (耐震)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 내진구조는 건축물 내부에 철근 콘크리트의 내진벽과 같은 부재를 설치해서 지진시 강한 흔들림에도 붕괴되지 않도록 하는 가장 기본적인 구조로 건물 본체가 진동에너지 흡수 ○ 건축물의 완전붕괴는 방지할 수 있으나 내부의 설비들까지 보호하지는 못함 ○ 제진이나 면진에 비해서는 비용이 적게 소요되나 100m를 넘는 고층빌딩에 이 방식을 적용하면 지나치게 많은 양의 철과 콘크리트가 사용됨
제진 (制震)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 지진이 날 때 그 진동에 맞춰 건물을 적당히 흔들리게 해서 에너지를 분산, 흡수하는 방법

		<ul style="list-style-type: none"> ○ 제진 댐퍼(damper)라 불리는 기둥이 진동에너지를 먼저 흡수 ○ 빌딩이 붕괴되지는 않지만, 건물이 크게 흔들려 이에따른 피해가 발생함 ○ 설치비용은 통상 내진과 면진의 중간비용 수준 <ul style="list-style-type: none"> ※ 댐퍼(damper): 진동을 감쇠시키거나 공진 부근의 진동 레벨을 낮추거나 하기 위해서 감쇠력을 발생 하는 장치
<p>면진 (免震)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 진동이 가진원(加振源)에서 방진하고 싶은 대상으로 전파하는 것을 방지하기 위해서, 전파경로의 도중에 탄성재(彈性材) 등을 삽입하는 방진대책 ○ 고무처럼 모양이 쉽게 바뀌는 건축자재로 만들어진 장치 위에 건물을 세워 지진으로 발생하는 에너지가 건물에 쉽게 전달되지 않도록 한 설계 방식 ○ 건물의 기초부분에 부착된 면진 장치가 진동에너지를 흡수 ○ 비용은 가장 많이 소요됨

1-8. 태양광발전시스템에서 계통연계형 인버터 회로구성 방식의 종류와 장·단점에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 12장 신재생 706쪽 참고

1-9. 예비전원이나 비상전원으로 사용되는 축전지의 충전방식에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 11장 예비전원 633쪽 참고

1-10. 대형 공장의 구내 배전계통을 설계하고자 한다. 수전변전소로부터 4km 떨어진 지점에서 3상 단락고장이 발생하였을 때 3상 단락전류(I_{3s})를 구하시오.

(단, 한전 측 계통 %임피던스는 11%(100MVA 기준), 30MVA 유입변압기의 %임피던스는 9.5%(자기용량 기준), 배전선로의 km당 %임피던스는 $j8.41\%$ (100MVA 기준), 3상 단락 시 고장점 저항은 무시한다.)

해설

1. 임피던스 환산

- $\%Z_s = 11\%$
- $\%Z_t = 9.5 \times \frac{100}{30} = 31.67\%$
- $\%Z_l = 8.41 \times 4 = 33.64\%$

2. 임피던스 합성

- $\%Z = \%Z_s + \%Z_t + \%Z_l = 11 + 31.67 + 33.64 = 76.31\%$

3. 단락전류 계산

구내배전선로의 정격전압을 22.9kV로 가정하면

$$I_s = \frac{100}{\%Z} \times I_n = \frac{100}{76.31} \times \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 22.9} = 3.3kA$$

1-11. 신재생에너지 도입을 위한 설비를 기획하고자 한다. 경제성 검토시 사용하는 다음의 용어에 대하여 설명하시오.

- 1) 계통한계가격(SMP)
- 2) 손익분기점
- 3) 내부수익률(IRR)

해설

1.계통한계가격(SMP)

1) SMP(System Marginal Price)란 계통한계가격으로 한국전력과 전력거래소 등을 통해 전기를 판매하는 모든 발전 사업자들의 공통적인 수익 원임.

즉,전력수요를 맞추기 위해 구입한 전력의 대가임.

2) SMP가격은 각 시간대 별 발전을 하는 발전기 별 발전 단가 중 가장 높은 발전 단가를 뜻하며 한전이 전력거래소에서 시간대별 전력 수요에 맞춰 각 발전소로부터 전력을 구입할 때 주는 가격으로 모든 발전기는 동일한 가격으로 적용 받게 됨.

3) SMP가격에 영향을 미치는 3가지 요소

- (1) 전력수요
- (2) 발전단가
- (3) 에너지 MIX

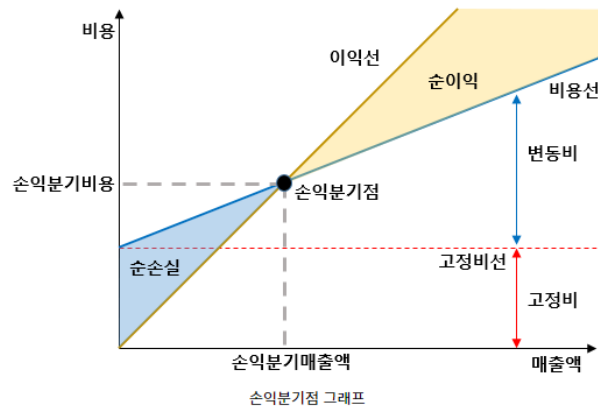


2. 손익분기점(損益分岐點, break-even point, BEP)

경제학, 사업, 특히 원가회계 분야에서 총 비용과 총 소득이 동등한 지점을 의미한다.

기회비용이 지불되고 리스크 조정된 기대수익이 발생했지만 절대적 손실이나 순이익이 없는 것을 의미한다.

$$\text{손익분기점} = \frac{\text{고정비}}{1 - \frac{\text{변동비}}{\text{매출액}}}$$



3. 내부수익률(内部利益率法, internal rate of return, 줄여서 IRR)

1) 어떤 사업에 대해 사업기간 동안의 현금수익 흐름을 현재가치로 환산하여 합한 값이 투자지출과 같아지도록 할인하는 이자율을 말한다.

핵심요약

- 내부수익률(IRR)은 투자로부터 발생하는 연평균 수익률을 계산한 수익지표임
- IRR은 NPV=0이 되도록 만드는 할인율이며, 각 투자의 수익성을 비교분석하는데 사용됨
- IRR은 높을수록 좋으나, IRR이 높은 투자대상이 최고가 아닐 수 있음
- NPV와 상호보완적으로 사용되며, 투자자 또는 경영진의 투자판단에 사용됨

내부수익률(IRR, Internal Rate of Return)의 계산법

$$0 = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1 + IRR)^t} - C_0$$

내부수익률(IRR)은 투자로부터 발생하는 순현금흐름의 현재가치와 초기 투자 총비용(C0)이 같도록 만들어주는 수치(할인율)입니다.

- Ct = t 기간 동안의 순현금흐름 (현금유입-현금유출)
- C0: 초기 투자 총비용
- T: 총 투자 기간

1-12. 배전설비 중 전자화 배전반에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 전자화 배전반의 구성, 기능, 특징
- 2) 전자화 배전반과 기존 배전반의 비교

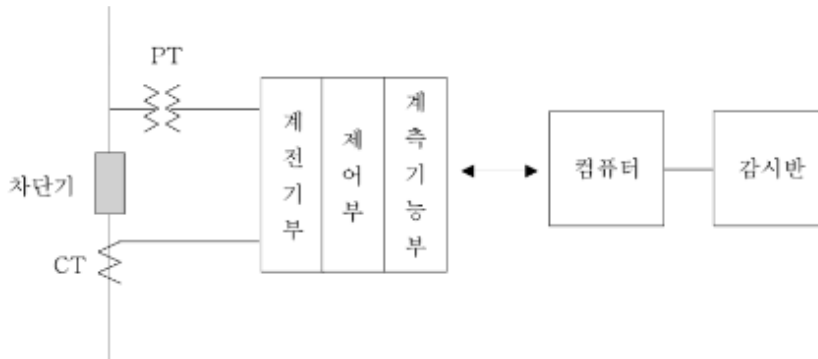
해설

1. 개요

전자화 배전반은 보호, 계측, 제어, 표시, 통신 기능이 일체화된 digital형 집중표시 감시제어장치를 사용, 주회로를 제외한 모든 부분이 전자화 됨으로써 설비의 간소화 및 통합감시 제어시스템의 신뢰성을 대폭 향상시킨 배전반

2. 구성

- 1) 계전기부: 과전류계전기, 과전압계전기 및 부족전압계전기 등
- 2) 제어부 : 차단기의 투입, 개방
- 3) 계측기능부 : 전압, 전류, 역률, 전력 등
- 4) 감시반 : 실시간 감시 및 양방향 통신기능



<전자화 배전반의 구성>

3. 기능

- 1) 계측기능
- 2) 통신기능
- 3) 보호기능
- 4) 자기진단기능
- 5) 분석기능
- 6) 제어기능
- 7) 표시기능

4. 특징

1) 설비의 간소화

- (1) 기존의 배전반의 각종 Panel Meter, 보호계전기류, 조작 및 절환스위치 상태 및 고장표시 Lamp등을 1대의 장치에 집중화
- (2) 기존배전반의 각 기기간 외부 배선이 필요없이 유지보수

2) 다양한 표시기능

- (1) 전기계측(V, A, W, VAR, WH, VARH, PF, F)의 표시
- (2) LED 또는 LCD를 사용, TRIP 요인의 상세표시
- (3) 차단기의 ON/OFF 횟수, 운전시간 등의 표시

3) 유연성

계통전원의 상수와 선식, CT비, PT비의 자체 설정이 가능하여 모든 전원계통에 적용 가능

4) DATA 통신 기능

전자화 배전반에 사용되는 digital형 집중표시 감시제어장치에 표시되는 모든 data와 내부 설정 data를 별도의 통신장치없이 전송 가능하며 경제적으로 고기능, 고신뢰성의 감시제어시스템 구성 가능

5. 전자화 배전반과 기존 배전반의 비교

분류	전자화 배전반	기존 배전반
기본구성	Digital 계전기	Analog 계전기
입력	Digital	Analog
표시	컴퓨터 생성화상	각종 계기
유지보수	간단, 반영구	복잡 하다
Data통신	별도의 장치가 불필요	T/D 등 변환장치필요
System설계	배선이 간단	복잡하다
Surge	대책필요	대책 불필요
안전성	전동에 강하다	전동에 취약
신뢰성	높다	낮다
유연성	Dip switch 조작	불편
경제성	변전실이 많으면 유리하다.	변전실이 많으면 불리하다

1-13. 전동기의 사양 중 서비스 팩터(Service Factor)의 의미를 설명하고, 서비스 팩터가 1.0과 1.15일 때의 차이점을 설명하시오.

해설

☞교재 하권 16장 에너지절약 236쪽 참고

【제2교시】

2-1. 조명설계 시 눈부심 현상을 억제하기 위한 대책을 설명하시오.

해설

☞교재 하권 17장 조명설비 324쪽 참고

2-2. 유도전동기의 전압특성을 설명하고, 단자전압이 정격전압보다 낮은 경우에 발생하는 현상과 대책에 대하여 설명하시오.

해설

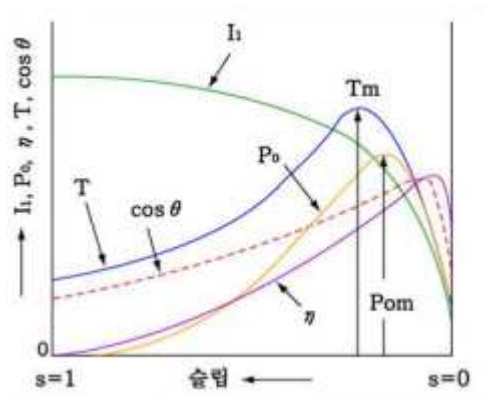
1. 유도전동기의 전압특성

1) 전압 허용변동범위

유도전동기의 전압, 주파수의 허용변동범위는 전압, 주파수가 동시에 변화하는 경우에는 전압 $\pm 10\%$, 주파수 $\pm 5\%$ 이내에서, 그 양변화 %의 절대값의 합이 10% 이하

2) 유도전동기 전압특성

- ① 유도전동기의 토크는 공급전압의 제곱에 비례한다.
- ② 공급전압이 감소하면 슬립이 증가하여 회전자 저항손이 증가하고 효율이 저하한다.
- ③ 공급전압이 감소하면 속도가 감소하여 온도가 상승한다.



2. 정격전압과 허용전압 변동의 특성

구분	정격전압	전압 90[%]	전압 110[%]	전압 120[%]	
기동토크, 최대토크[%]	V^2	-19	+21	+44	
슬립[%]	$1/V^2$	+23	-17	-30	
효율	전부하	-	-2	+0.5~1	조금증가
	3/4부하	-	거의 변화없음	거의 변화없음	-0.5~2
역률	전부하	-	+1	-3	-5~15
	3/4부하	-	+2~3	-4	-10~30
전부하전류[%]	-	+11	-7	-11	
기동전류[%]	-	-10~12	+10~12	+25	
온도상승[%]	-	+6~7	-3~4	-5~6	
최대부하용량 [%]	V^2	-19	+21	+44	
자기소음[%]	-	약간 감소	약간 증가	매우 증가	

3. 단자전압이 정격전압 이하시 현상

1) 장시간 지속시

- ① 기동시 : 슬립의 증가로 회전자 및 고정자 권선의 과열
- ② 운전시 : 정상전류 보다 큰전류가 흘러 회전자 및 고정자 권선의 과열

2) 순간 전압강하시

- ① 5~15 사이클 이내는 영향이 없다.
- ② 모션절환 및 전원 재투입 시간의 무전압 동안 동작하지 않도록 정정
- ③ 단락이나 계통 외란이 되는 2~3초의 시간이 필요하다.
- ④ UVR의 정정은 순시전압강하를 고려하여 정정한다.

2-3. 배전설비에서 전선의 단면적 선정과 관련된 다음 사항을 한국전기설비규정 (KEC)의 기준에 맞게 설명하시오.

- 1) 설계전류(I_B), 과전류보호장치의 정격전류를 고려한 단면적 계산방법
- 2) 전선 단면적과 차단기 정격과의 보호협조 검토

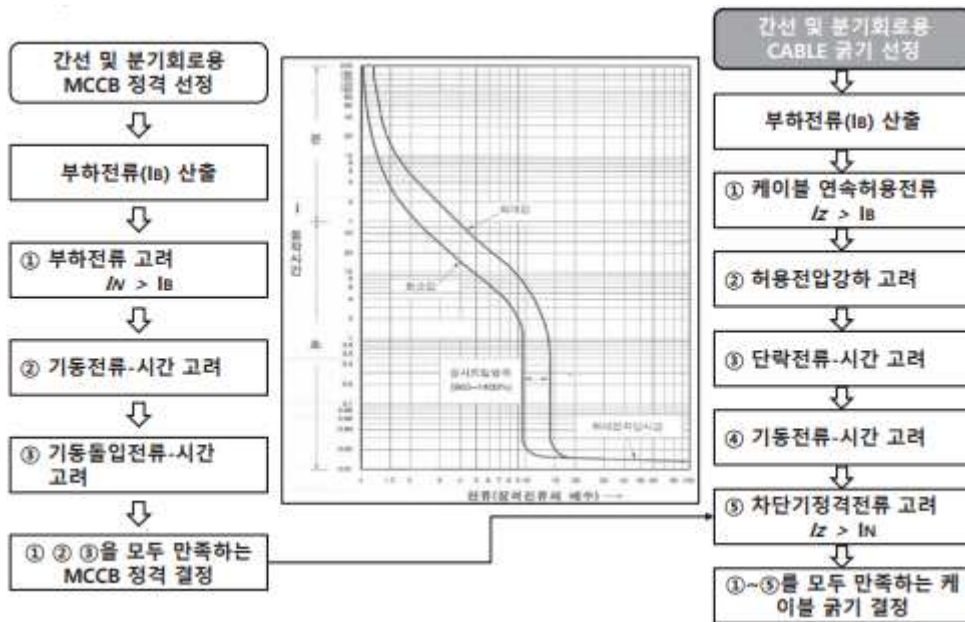
해설

1. 개요

- 1) 전선의 단면적 선정은 설계전류와 과부하보호장치의 차단특성을 고려
- 2) 회로의 과부하전류 발생시 전선의 온도상승에 의한 절연열화를 일으키므로 연속허용온도에 견딜수있도록 선정되어야 함

2. 설계전류(I_B), 과전류보호장치의 정격전류를 고려한 단면적 계산방법

- 1) 전선의 단면적 계산은 설계전류,정격전류,연속허용전류를 고려한 과전류 차단기의 정격전류를 산출후 이를 견딜수 있는 크기이어야 함
- 2) KEC기준 차단기 및 간선계산 FLOW



3. 전선 단면적과 차단기 정격과의 보호협조 검토

- 1) 과부하에 대해 케이블(전선)을 보호하는 장치의 동작특성은 다음의 조건을 충족해야 한다.

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \dots\dots\dots (1)$$

$$I_2 \leq 1.45 \times I_Z \dots\dots\dots (2)$$

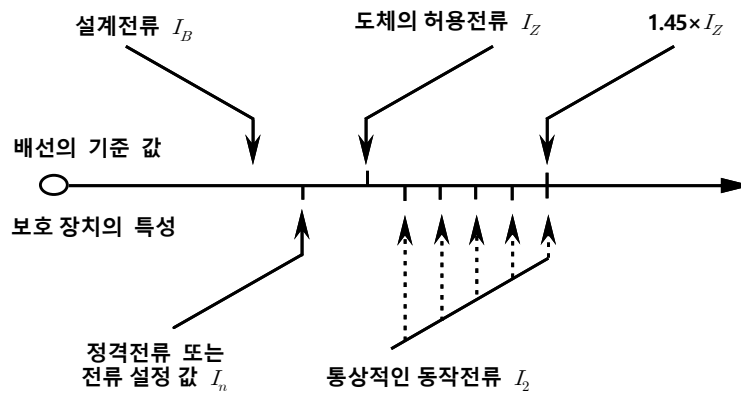
I_B : 회로의 설계전류

I_Z : 케이블의 허용전류

I_n : 보호장치의 정격전류

I_2 : 보호장치가 규약시간 이내에 유효하게 동작하는 것을 보장하는 전류

- 2) 식 (2)에 따른 보호는 조건에 따라서는 보호가 불확실한 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우에는 식 (2)에 따라 선정된 케이블 보다 단면적이 큰 케이블을 선정하여야 한다.
- 3) I_B 는 선도체를 흐르는 설계전류이거나, 함유율이 높은 영상분 고조파(특히 제 3고조파)가 지속적으로 흐르는 경우 중성선에 흐르는 전류이다.



(과부하 보호 설계 조건도)

2-4. 배전설비에서 Flicker에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- 1) Flicker 발생원인 및 장애현상
- 2) Flicker 발생에 따른 대책 및 시공 시 고려사항

해설

☞교재 하권 18장 전력품질 433쪽 참고

1. 플리커(Flicker)란

- (1) 부하의 특성에 기인하는 전압동요(지상 전류에 의한 무효전력의 급변)에 의해서 조명이 깜박인다거나 TV영상이 일그러지는 등의 현상
- (2) 관계식 : $\Delta V = X \cdot \Delta Q$ (ΔQ : 무효전력 변동분)
- (3) Flicker 허용 기준치(전기 공급규정 41조 및 시행지침22)

구 분	허용기준치	비 고
예측 계산치	2.5% 이하	최대전압 강하율로 표시
실측치	0.45% 이하	ΔV_{10} 으로 표시(1시간평균치)

2. 플리커의 원인 및 장애현상

원 인	구체적 예	주요 장애 현상
아크로, 방전기기의 운전, 정지의 반복 등 부하변동이 클때	용접기 아크로 아크시험기	조명의 깜박거림 전동기의 회전수 변화, 이상음(맥놀이음 : 소리가 커졌다 작아졌다하는 이상음)
뇌해에 의한 뇌서지 침입 및 유도서지	직격뢰 유도뢰	수변전설비, 지락계전기 오동작, 기기의 소손 중앙감시반 및 전화기 등 반도체회로사용기기의 입출력회로 소손
전동기 등 부하설비 차단기의 개폐동작	반송기계 대형프레스	전동기 과열
고장시의 대전류 및 고장전류 차단	단락 지락	차단기 트립동작에 의한 변압기의 서지 전압인가
높은 돌입전류 발생기기 투입	변압기 여자돌입전류 콘덴서 돌입전류	변압기 보호용 퓨즈 용단
개폐시간이 극도로 짧고, $\frac{dv}{dt}$ 변화량이 급준한 기기 사용	인버터	인버터2차측 전동기의 절연열화, 과열, 이상음(맥놀이음)

3. Flicker 발생에 따른 대책

- 1) 전원계통의 리액턴스를 보상하는 방법
 - ① 전원계통 변경에 의한 방법
 - ② 직렬 캐패시터에 의한 방법
 - ③ 3권선 보상변압기에 의한 방법
- 2) 전압강하를 보상하는 방법
 - ① 부스터에 의한 방법
 - ② 상호 보상 리액터에 의한 방법
- 3) 부하의 무효전력 변동분을 흡수하는 방법
 - ① 동기 조상기와 완충리액터에 의한 방법
 - ② 병렬 포화리액터에 의한 방법
 - ③ 사이리스터용 캐패시터 개폐에 의한 방법
 - ④ 사이리스터용 리액터 제어에 의한 방법
- 4) 아크로 전류의 변동분을 억제하는 방법

- ① 노용 직렬리액터에 의한 방법
- ② 가포화 리액터에 의한 방법

4. 시공시 고려사항

1) 전압변동

(1) 전압변동이란 부하전류가 변화함에 따라 전압이 상승 또는 강하하는 것으로 그 크기나 성질은 부하의 종류에 따라 달라진다.

(2) 전압변동의 종류

전압변동은 주기에 의해 크게 다음의 세가지로 분류되며, 주요 전압변동의 종류와 형태를 나타낸다.

- ① 장주기로 변화하는 전압변동 (수분~수시간 주기)
- ② 단주기 또한 불규칙한 전압변동(수 싸이클 및 수분 주기)
- ③ 순시적 변화나 스텝의 전압변동(순시~수 싸이클)

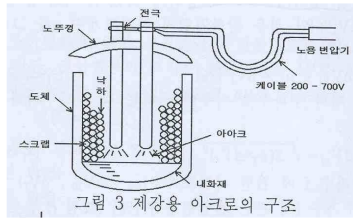
종 류	변동원인	일반적인 변동주기	일반적인 변동형태
(1) 장주기	계통전압의 동요	수분 ~ 수시간	0
(2) 단주기	① 아크로	수싸이클 ~ 수십싸이클	0
	② 용접기	수싸이클 ~ 수십초	0
	③ 압연기 교류전기차등	수초 ~ 수분	0
(3) 순 시	계통사고시 전력기기 투입시등	순시 ~ 수싸이클	0

이외에도 고조파에 의한 파형(전압)왜곡은 광의로 해석하면 일종의 전압변동이라고 할 수 있으나, 위 ①~③의 전압변동과는 다르므로 여기서는 생략한다.

2) 플리커 발생원

(1) 아크로

노내에 투입된 스크래프(용재, 쇠조각)를 흑연 전극에 교류전압을 인가하여, 상용주파 대전류 아크를 발생시켜 아크열로 스크래프를 용해시키는 것으로 용해시 전극을 단락시키거나 아크길이 빈번한 변동으로 불규칙한 전압변동 초래



(2) 압연기

압연기는 소비전력이 큰 대형밀(Mill)의 경우, 다듬질공정에서 70MW 정도에 이르므로 전압변동 문제를 야기할 수 있다.

(3) 용접기

아크용접기나 저항 용접기 같은 용접기는 입력용량이 크고, 단시간 통전(수싸이클~수초)과 불통전기간(수초~수분)이 반복되는 특성을 갖는 부하이며, 단상부하가 대부분이므로 전압 플리커가 문제된다.

2-5. 단독접지에 비해 공통접지의 장점과 특성에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

- 1) 접지시스템은 계통접지, 보호접지, 피뢰시스템 접지 등으로 구분
- 2) 접지시스템의 시설 종류에는 단독접지, 공통접지, 통합접지가 있다.

2. 단독/공통접지(KEC)

1) 단독접지

고압·특고압 계통의 접지극과 저압 계통의 접지극이 독립적으로 설치된 접지방식

2) 공통접지

공통접지란 등전위가 형성되도록 고압·특고압 접지계통과 저압접지계통을 공통으로 접지하는 방식.

3) 단독접지와 공통접지의 비교

구분	단독접지	공통접지
추세	감소 추세	증가 추세
신뢰도	신뢰도가 낮다.	신뢰도가 높다.
전위상승	전위상승(GPR)이 높다.	전위상승(GPR)이 낮다.
타기기에 미치는 영향	인접기기에 영향이 없다. (저항구역에 포함시 크다.)	인접기기에 영향이 작다.
설치비용	비용이 작다. (접지 종류가 많을 경우 크다.)	비용이 많다. (그러나, 접지 종류가 많을 경우 전체적 비용을 낮출 수 있다)
접지저항 확보	접지저항 확보가 어렵다.	접지저항 확보가 쉽다.

3. 공통접지의 장점 및 특징

- 1) 각 접지전극이 병렬로 접속되므로 접지저항이 낮다
- 2) 접지전극 하나가 불량이 되어도 다른 접지극으로 보완이 가능하여 접지 신뢰도 향상
- 3) 건축물을 이용한 구조체 접지를 하면 접지저항을 매우 낮출수 있음
- 4) 접지전극 수량을 경감시킬수 있으므로 경제적임
- 5) 지락사고시 큰 지락전류를 흘려 지락보호계전기의 동작이 확실
- 6) 인체에 위험전압을 낮출수 있어 안정성이 높다

4.결론

- 1) 국내의 경우 전기사업자로부터 고압 이상의 전압을 수전 받는 수용가는 단독 접지 및 공통접지 모두를 적용할 수 있다.
다만, 단독접지는 타 접지계통의 영향을 받지 않도록 접지극간에 충분한 이격거리를 유지해야 하나 여건상 타 접지계통에 영향을 받지 않는 이격거리를 유지하기가 어려운 경우가 많다.
- 2) 이러한 이유로 해외의 경우 고압·특고압 접지계통과 저압접지계통을 공통으로 접지하는 공통접지 방식을 추천하고 있다.

2-6. 수변전설비에서 피뢰기(LA) 선정 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하십시오.

해설

☞교재 상권 4장 피뢰설비 246쪽 참고

【제3교시】

3-1. 수전설비의 설치계획에서 특고압 또는 고압으로 수전하는 소방시설용 비상전원 수전설비에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 비상용 수전설비의 방화구획형, 옥외개방형, 큐비클(Cubicle)형
- 2) 전용의 전력용 변압기에서 소방부하에 전원을 공급하는 경우
- 3) 공용의 전력용 변압기에서 소방부하에 전원을 공급하는 경우
- 4) 전용과 공용의 각 회로도에 대한 의미를 설명

해설

1. 비상용 수전설비의 방화구획형, 옥외개방형, 큐비클(Cubicle)형

1) 방화구획형 :

수전설비를 다른 부분과 건축법상 방화구획을 하여 화재시 이를 보호하도록 조치하여야 한다.

2) 옥외개방형 :

건물의 옥외나 또는 건물의 옥상에 울타리를 설치하고 그 내부에 수전설비를 설치하는 방식으로 이는 건물 내부와 이격되어 있으므로 건물화재시 방화구획된 것과 동등이상으로 간주하는 것이다.

3) 큐비클형 :

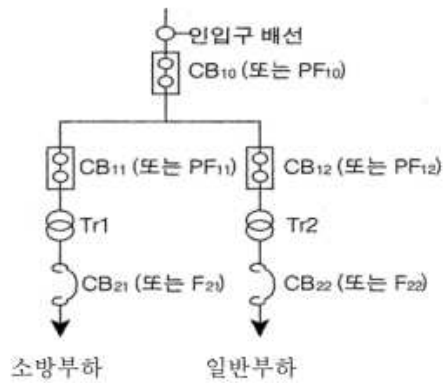
수전설비를 전기실 내에 노출로 개방시켜 설치하는 것이 아니라 큐비클내에 수납하여 설치하는 것을 말하며, 일반적인 전기실의 경우는 수전설비를 주로 큐비클에 설치하고 있으며 이는 일종의 방화조치가 된 것으로 간주하는 것이다.

2. 전용의 전력용변압기에서 소방부하에 전원을 공급하는 경우 :

소방부하와 일반부하를 분리하여 전용의 변압기를 사용하는 경우는 다음과 같이 회로구성을 한다.

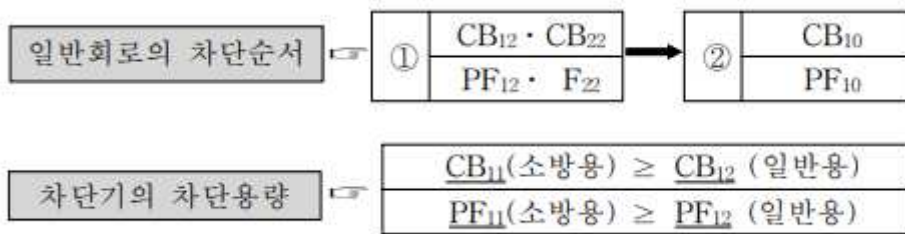
1) 회로 구성 :

이 경우 CB는 전력용 차단기(Circuit breaker), PF는 전력용 퓨즈(Power fuse)로 고압이상에 사용하는 퓨즈이며 F는 일반퓨즈로 저압에 사용하는 것이다. 또 Tr은 변압기(Transformer)를 말한다.



2) 사고시 차단기의 차단순서

- (1) 일반회로의 과부하 또는 단락사고시에 CB10(또는 PF10)이 CB12 (또는PF12) 및 CB22(또는 F22)보다 먼저 차단되어서는 아니 된다.
- (2) CB11(또는 PF11)은 CB12(또는 PF12)와 동등 이상의 차단용량일 것.

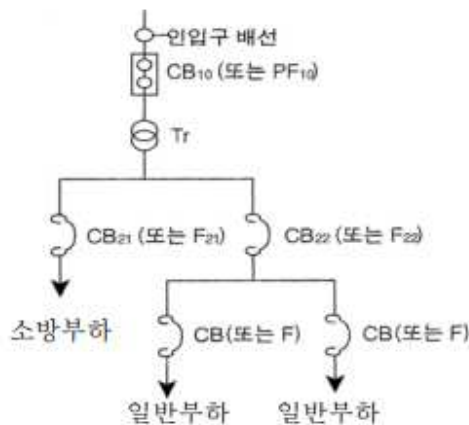


3. 공용의 전력용변압기에서 소방부하에 전원을 공급하는 경우 :

하나의 변압기에 대해 소방부하와 일반부하를 겸용하여 사용하는 경우는 다음과 같이 회로구성을 한다.

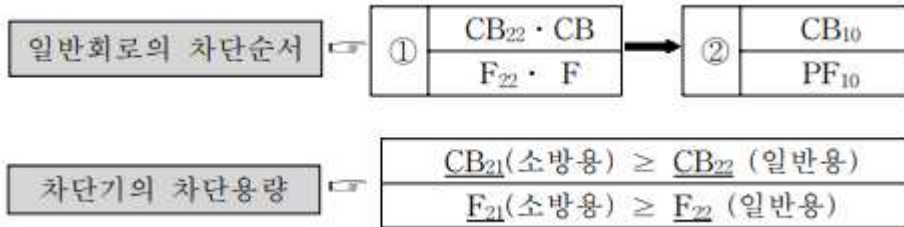
1) 회로 구성 :

이 경우 CB는 전력용 차단기(Circuit breaker), PF는 전력용 퓨즈 (Power fuse)로 고압이상에 사용하는 퓨즈이며 F는 일반퓨즈로 저압에 사용하는 것이다. 또 Tr은 변압기(Transformer)를 말한다.



2) 사고시 차단기의 차단순서

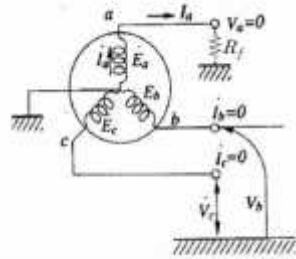
- (1) 일반회로의 과부하 또는 단락사고시에 CB10(또는 PF10)이 CB22(또는 F22) 및 CB(또는 F)보다 먼저 차단되어서는 아니 된다.
- (2) CB21(또는 F21)은 CB22(또는 F22)와 동등 이상의 차단용량일 것.



4. 전용과 공용의 각 회로도에 대한 의미

- 1) 별표 1의 그림은 고압(특별고압)에서 소방부하나 일반부하가 사고시 차단기의 차단용량 및 차단순서에 관한 사항으로, 일반부하가 과부하(過負荷)나 지락(地絡), 단락(短絡)과 같은 사고시에도 소방회로가 먼저 차단되지 않도록 하라는 것과 주차단기가 분기차단기보다 먼저 차단되지 않도록 하라는 것이 기본적인 의미이다.
- 2) CB란 차단기(Circuit breaker)로서 고압의 회로에서 정상상태에서는 회로를 수동 개폐하는 역할 외에 이상상태에서는 자동으로 회로를 차단시켜 기기를 보호하는 전기기구이다. 회로에 단락사고등 사고가 발생할 경우 차단기가 단락전류를 차단할 수 있는 능력이 있어야 하며 차단능력이 없다면 중대사고로 이어지게 된다.
- 3) PF란 전력퓨즈(Power fuse)로서 고압의 회로 및 계기의 단락보호용 퓨즈로서 차단기에 비해 소형 경량이지만 큰 차단용량을 가지고 있으며, 고속으로 차단이 가능하고 보수가 용이한 기기이다. 보통 소용량 변압기나 고압 모터용 차단기에 사용한다.

3-2. 그림에서 나타낸 바와 같이 무부하 상태에 있는 발전기의 a상 1단자가 지락되었을 때 접지 저항이 R_f 이었다. 이 때 a상의 고장전류와 개방단자인 b, c상의 단자전압을 구하시오.



$\dot{E}_a, \dot{E}_b, \dot{E}_c$: 유기기전력
 $\dot{V}_a, \dot{V}_b, \dot{V}_c$: 대지전압
 $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$: 각 상전류

해설

1. 고장조건

- 1) a상 저항지락
- 2) 기지값 : $\dot{V}_a = 0, \dot{I}_b = \dot{I}_c = 0$
- 3) 미지값 : $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$

2. 대칭분 변환

고장조건(기지값) $\dot{I}_b = \dot{I}_c = 0$ 로부터

$$\dot{I}_0 + a^2 \dot{I}_1 + a \dot{I}_2 = \dot{I}_0 + a \dot{I}_1 + a^2 \dot{I}_2 = 0$$

$$\therefore \dot{I}_1 = \dot{I}_2 = \dot{I}_0$$

3. 발전기 기본식과 연립 \rightarrow 대칭분 계산

- 1) $\dot{V}_a = \dot{V}_0' + \dot{V}_1 + \dot{V}_2 = 0$ 로부터

$$-(\dot{Z}_0 + 3R_f)\dot{I}_0 + \dot{E}_a - \dot{Z}_1\dot{I}_1 - \dot{Z}_2\dot{I}_2$$

$$= -(\dot{Z}_0 + 3R_f)\dot{I}_0 + \dot{E}_a - \dot{Z}_1\dot{I}_0 - \dot{Z}_2\dot{I}_0 = 0$$

$$\therefore \dot{I}_0 = \frac{\dot{E}_a}{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + 3R_f} = \dot{I}_1 = \dot{I}_2$$
- 2) $\dot{V}_0' = -\dot{Z}_0'\dot{I}_0 = -\frac{\dot{Z}_0 + 3R_f}{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + 3R_f}\dot{E}_a$

$$\dot{V}_1 = \dot{E}_a - \dot{Z}_1\dot{I}_0 = \frac{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_2 + 3R_f}{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + 3R_f}\dot{E}_a$$

$$\dot{V}_2 = -\dot{Z}_2\dot{I}_0 = \frac{-\dot{Z}_2}{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + 3R_f}\dot{E}_a$$

4. 고장전류, 전압 계산

$$\begin{aligned}
 1. \quad \dot{I}_a = \dot{I}_g = 3\dot{I}_0 &= \frac{3\dot{E}_a}{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + 3R_f} \\
 2. \quad \dot{V}_b = \dot{V}_0' + a^2\dot{V}_1 + a\dot{V}_2 &= \frac{-\dot{Z}_0 - 3R_f + a^2(\dot{Z}_0 + \dot{Z}_2 + 3R_f) - a\dot{Z}_2}{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + 3R_f} \dot{E}_a \\
 &= \frac{(a^2 - 1)\dot{Z}_0 + (a^2 - a)\dot{Z}_2 + 3(a^2 - 1)R_f}{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + 3R_f} \dot{E}_a \\
 3. \quad \dot{V}_c &= \frac{(a - 1)\dot{Z}_0 + (a - a^2)\dot{Z}_2 + 3(a - 1)R_f}{\dot{Z}_0 + \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + 3R_f} \dot{E}_a
 \end{aligned}$$

3-3. 단락전류 계산방법과 단락전류를 억제하기 위한 대책을 설명하시오.

해설

☞교재 상권 7장 고장전류계산 363쪽, 400쪽 참고

3-4. 전기저장장치(Energy Storage System)는 전력계통 및 신재생에너지 발전원으로부터 전기 에너지를 저장하였다가 전력이 필요할 때 공급하는 시스템이다. 전기저장장치에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 전기저장장치의 시설장소에 대한 고려사항
- 2) 전기저장장치 설비의 안전 요구사항
- 3) 전기저장장치의 시설 시 전기배선, 단자와 접속 등 고려사항
- 4) 전기저장장치의 제어 및 보호장치 등 고려사항

해설

1. 개요

- 1) 전기저장장치(Energy Storage System)는 전력계통 및 신재생에너지 발전원으로부터 전기 에너지를 저장하였다가 전력이 필요할 때 공급하는 시스템

2) 관련 요구사항 및 시설기준은 KEC-511,512에 따름

2. 시설장소의 요구사항

- 1) 전기저장장치의 이차전지, 제어반, 배전반의 시설은 기기 등을 조작 또는 보수·점검할 수 있는 충분한 공간을 확보하고 조명설비를 설치하여야 한다.
- 2) 전기저장장치를 시설하는 장소는 폭발성 가스의 축적을 방지하기 위한 환기시설을 갖추고 제조사가 권장하는 온도·습도·수분·분진 등 적정운영환경을 상시 유지하여야 한다.
- 3) 침수의 우려가 없도록 시설하여야 한다.
- 4) 전기저장장치 시설장소에는 외벽 등 확인하기 쉬운 위치에 “전기저장장치 시설장소” 표지를 하고, 일반인의 출입을 통제하기 위한 잠금장치 등을 설치하여야 한다.

3. 설비의 안전 요구사항

- 1) 충전부분은 노출되지 않도록 시설하여야 한다.
- 2) 고장이나 외부 환경요인으로 인하여 비상상황 발생 또는 출력에 문제가 있을 경우 전기저장장치의 비상정지 스위치 등 안전하게 작동하기 위한 안전시스템이 있어야 한다.
- 3) 모든 부품은 충분한 내열성을 확보하여야 한다.

4. 시설 시 고려사항

1) 전기배선

- (1) 전선은 공칭단면적 2.5 mm² 이상의 연동선 또는 이와 동등 이상의 세기 및 굽기의 것일 것.
- (2) 배선설비 공사는 KEC 232의 규정에 준하여 시설할 것.

2) 단자와 접속

- (1) 단자의 접속은 기계적, 전기적 안전성을 확보하도록 하여야 한다.
- (2) 단자를 체결 또는 잠글 때 너트나 나사는 풀림방지 기능이 있는 것을 사용하여야 한다.
- (3) 외부터미널과 접속하기 위해 필요한 접점의 압력이 사용기간 동안

유지되어야 한다.

- (4) 단자는 도체에 손상을 주지 않고 금속표면과 안전하게 체결되어야 한다

5. 제어 및 보호장치

- 1) 전기저장장치를 계통에 연계하는 경우 KEC503.2.4의 1 및 2에 따라 시설하여야 한다.
- 2) 전기저장장치가 비상용 예비전원 용도를 겸하는 경우에는 다음에 따라 시설하여야 한다.
 - (1) 상용전원이 정전되었을 때 비상용 부하에 전기를 안정적으로 공급할 수 있는 시설을 갖추는 것
 - (2) 관련 법령에서 정하는 전원유지시간 동안 비상용 부하에 전기를 공급할 수 있는 충전용량을 상시 보존하도록 시설할 것
- 3) 전기저장장치의 접속점에는 쉽게 개폐할 수 있는 곳에 개방상태를 육안으로 확인할 수 있는 전용의 개폐기를 시설하여야 한다.
- 4) 전기저장장치의 이차전지는 다음에 따라 자동으로 전로로부터 차단하는 장치를 시설하여야 한다.
 - (1) 과전압 또는 과전류가 발생한 경우
 - (2) 제어장치에 이상이 발생한 경우
 - (3) 이차전지 모듈의 내부 온도가 급격히 상승할 경우
- 5) 직류 전로에 과전류차단기를 설치하는 경우 직류 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 하고 “직류용” 표시를 하여야 한다.
- 6) 전기저장장치의 직류 전로에는 지락이 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 한다.
- 7) 발전소 또는 변전소 혹은 이에 준하는 장소에 전기저장장치를 시설하는 경우 전로가 차단되었을 때에 경보하는 장치를 시설하여야 한다.

3-5. 지중에 매설된 금속배관의 부식방지를 위한 전기방식(電氣防蝕)에 대한 다음을 설명하시오.

- 1) 부식의 종류
- 2) 희생양극법
- 3) 외부전원법
- 4) 배류법

해설

☞교재 하권 20장 방재 520쪽 참고

3-6. 데이터 센터에서 전력품질 문제와 전력설비 관리 방안에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

데이터센터는 정보시스템의 안정적인 운영을 보장하기 위한 접근통제 등 보안과 설비의 가용성 확보를 중요시 되고있다.

그러나 데이터센터의 전기사용량 증가, 전기에너지 비용 상승으로 인한 비용압박, 그리고 저탄소에 대한 관심이 증가하면서 기존에 데이터센터에서 중시하던 안정성과 가용성과 함께 전력효율화가 관리의 주요관점이 되었다.

2.전력품질문제에 대한 대책

구분	요구기능	주요대책
정전	기기의 신뢰도 향상 시스템 이중화 예비전원 확보 예방보전 시스템	비상발전기 도입 무정전전원장치 채용 수배전방식의 이중화 밀폐기기채용 열화진단,자동점검
순시전압강하	무정전 전원공급 시스템 이중화	자동정지,재시동제어 축전지 백업확보 무정전전원장치 채용
전압변동	일정전압 및 주파수유지	기기의 임피던스 저감

		변압기 탭절환 조정 무효전력 조정 (SC,SVC채용)
이상전압	사고예방 및 부하의 악영향방지	LA,SA,SPD채용 절연내량 강화
고조파	고조파발생 및 장애대책	고조파 발생억제기기 채용 고내량 고조파기기 채용 고조파 필터도입
전자파 장애	전자파환경 개선 및 장애대책	기기의 전자파내량 강화 전자파 차폐기기 채용

3.전력설비 관리방안

1) 수배전 및 변전 시스템

- (1) 최대수요 전력관리 장치 사용
- (2) 고효율 수배전반 사용
- (3) 고효율 변압기 사용(레이저코아 또는 아몰퍼스코아 변압기)
- (4) 효율이 높은 K-Factor-7 이하 변압기를 사용
- (5) Tuned & De-tuned filter(고조파 개선 및 역률 개선) 사용
- (6) 부하감시 및 예측이 가능하도록 변압기별 전력량계를 설치
- (7) 최대수요전력 제어설비를 채택

2) 비상 발전 시스템

- (1) 엔진방식은 데이터센터의 위치, 발전기 실 면적, 냉각방식 선정 등과 같은 요소에 의하여 디젤이나 가스터빈을 선정할수 있다
- (2) 현장 여건에 맞는 냉각방식을 선정해야 발전기의 효율과 안정성을 유지할 수 있다.
냉각방식을 수랭식으로 할 경우에는 냉각수를 재활용할 수 있는 설비를 검토한다.

3) UPS/배터리 시스템

- (1) UPS의 방식은 Off-line, Line-interactive 및 On-line 방식으로 구분되며, 운전방식으로 Static과 Dynamic(Flywheel 방식은 Dynamic으로 구분함),Conversion 방식에 따라 Double conversion 및 Delta conversion으로 구분된다.
제품의 구성상은 Line-interactive 및 Delta conversion 방식이 에너지 효율이 높다.

- (2) 또한 배터리의 방식은 연축전지, 니켈-수소, 리튬 등으로 구분되며, 배터리의 Backup Time은 현장상황에 따라 15분에서 20분 정도로 설계하는 것이 바람직하다.
- (3) 이중화 구성으로 가용성과 안정성을 높여야 하며 증설 계획에 의한 적절한 용량 선정이 필요하다.
- (4) 발전기의 구성 방식(용량의 여유량 등) 및 발전기 기동의 안정성 여부에 의하여 Flywheel 방식의 UPS를 검토할 수 있다. 이 경우에 배터리의 설치가 불필요하다.

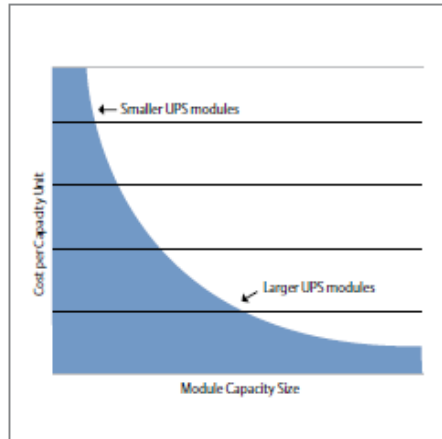
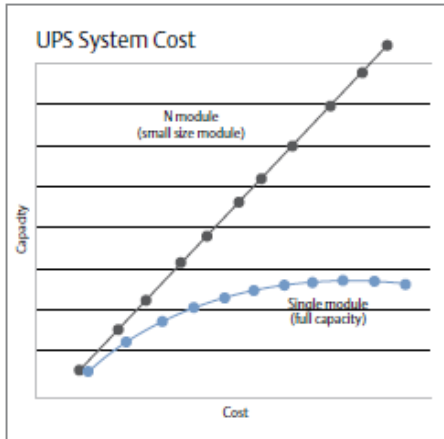
(5) UPS 구성 방안

구분	설명	버스 연결
SMS	단일 모듈 UPS 구성. 예비 없음.	단일
1+1	병렬로 2개 UPS 모듈 운전	단일
1+N	1개 UPS에 추가로 N(예비 위한 UPS 모듈 숫자). 각 모듈이 따로 내부 바이패스를 가짐	단일
N+1	N(필요한 UPS 모듈 숫자)에 추가로 한 개의 예비 모듈. 상당히 높은 가용성을 가지며, N은 보통 3 이하임. N + 1 시스템은 전체 구성의 바이패스를 가짐	단일
이중버스 또는 2N or 2(N+1)	2개 UPS 시스템이 2개의 독립적인 배전을 함. UPS 출력 버스는 동기가 맞아야 함. 각각의 버스는 구성에 예비 모듈이 있으며 2(N+1) 구성이라고 함.	이중

가용성 및 신뢰성 측면의 고려에 더해서, UPS 구성에 소요되는 비용도 또한 선정하기 위한 중요한 사항이기도 하다. UPS 구성에서, 모듈이 커질수록 kW(용량)에 대한 비용은 적어진다. 예를 들어서 100kW 용량의 UPS를 한 대 구매하는 것 보다 10kW 용량의 UPS 모듈을 10개로 구성하는 것이 더 비싸다. 다음의 그림은 모듈의 크기에 따른 kW당 비용의 변동을 나타낸다.

4) 자동제어 시스템

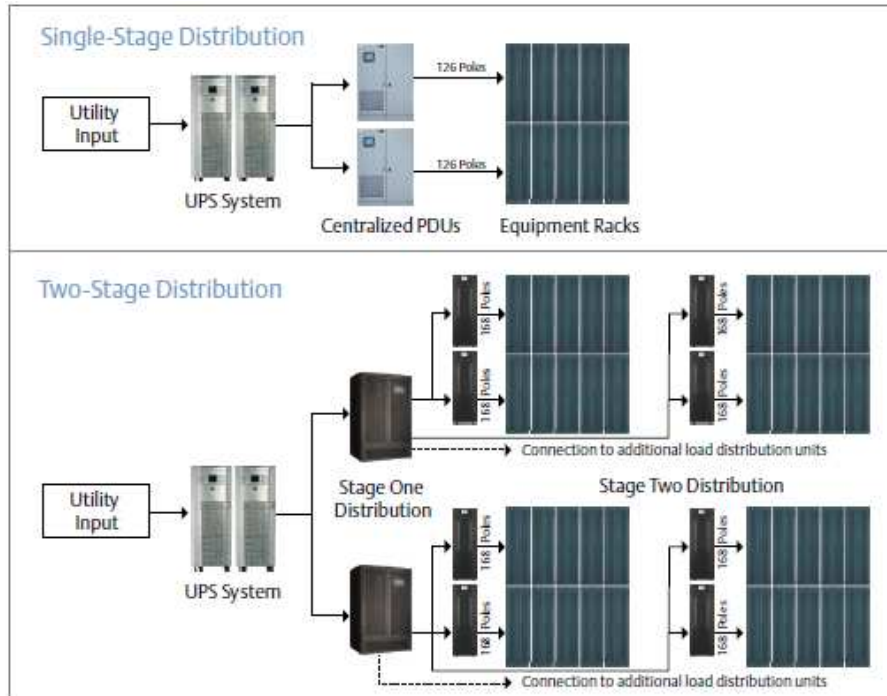
- (1) 전력제어 : 전력 Demand 제어. 월간/연간 에너지 사용 조사 및 분석
- (2) 조명제어 : 창측 점멸 제어, 주광제어 센서, 조광(Dimming)제어, 스케줄 제어 및 존(Zone) 제어
- (3) 설비감시시스템(FMS):
자동제어와 달리 감시(모니터링)가 주된 기능이다.



FMS를 이용하여 sub-분전반의 차단기 단위까지 전력 사용량을 감시하여, 서버 랙의 전력량을 감시하고 제한할 수 있다.

5) 분전반

- (1) 4kW 이상일 경우에는 계량이 가능한 랙 타입 분전반(metered PDU)에 삼상 전원을 직접 공급하는 것이 보다 효율적임
- (2) Two-Stage 분전반은 Single-Stage 분전반에 비해 요건에 의한 분기회로 적용을 쉽게 만드는 반면에 서버 랙에 더 많은 수의 분기회로를 제공한다.



- (3) 서버 랙의 옆에 랙 형식으로 분전반을 설치하여, 서버에 전원공급을 보다 쉽게 할 수 있으며 항온항습기의 냉기를 보다 원활하게 공급하도록 하는 이점도 있다. 전산장비의 증가에 의한 기반설비의 확장성을 쉽게 할 수 있는

장점이 있으며, 모듈방식의 데이터센터 설계에 적용할 수 있는 개념이다.
분전반에서 각각의 서버 랙에 전원을 공급하는 방식보다 전원 선을 줄일 수 있어서 이중마루 하단의 풍량을 높일 수 있다.
로드 밸런스를 유지하여 고조파를 줄이고 중성선 발열을 줄일 수 있다.

(4) 분전반의 설치위치는, 일반적인 벽부형의 경우에는 향온흡습기와 가급적 멀리 배치하고, 랙 타입의 경우에는 향온흡습기와 가장 가깝게 배치한다.

6) 기타

(1) 기본적인 트레이 배치 및 상부 트레이 배치방법을 개선하여

전자파 장애를 방지하고 관리의 효율성을 높이기 위해 전력선과 기타 선로들을 분리하여 시공함으로써 공조 효율을 높일 수 있다.

- 배선방식 : 전용 Tray를 통해 UTP 및 광케이블을 상부에 포설
- 장점 : 전자파 간섭이 없고, 광케이블 등 손상되기 쉬운 케이블의 보호가 용이. 또한 선로의 파악과 관리가 용이

4. 결론

최근의 데이터센터는 전기 에너지를 과도하게 사용하고 있기 때문에 전력 소모량을 줄일 수 있는 방법이 많이 나오고 있다. 따라서 전산 장비를 최적의 환경에서 안정적으로 운영하면서도 운영비용을 절감할 수 있는 방법은 상대적으로 효율이 높은 장비를 선정하고 운영할 수 있도록 전기시설을 구축하는 방안이 요구된다

【제4교시】

4-1. 인텔리전트 빌딩에서의 조명설계 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

인텔리전트 빌딩에서의 시환경의 경우,수평 책상면에서의 작업이 주로 이루어지던 과거와 달리 변화되어 일반적인 사무작업 공간에서도 VDT(Visual Display Terminal) 작업이 주종을 이루어 가고 있다. 따라서 최근의 사무실 조명설계는 VDT를 고려한 사무실의 조명환경을 작업자에게 쾌적하고 시작업을 용이하게 하여 작업능율을 향상 시키면서 피로를 감소시키는 조명이 요구된다.

2. 인텔리전트빌딩의 조명설계시 고려사항

1) 시인성의 확보(충분한 조도)

(1) 500~1,000lx 정도이나조도기준을 참고 한다.

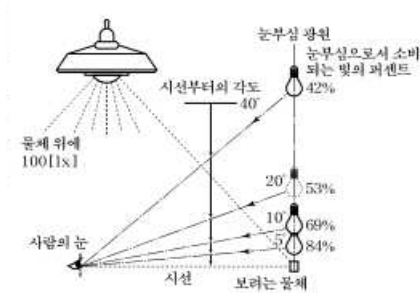
(2) 북미 조명공학회(IESNA)의 권장조도

작업종류	권장조도
일반작업	40세 이하 : 500~1000 (lx)
	40세 이상: 800~1600 (lx)
VDT작업	50~100(lx)
청소작업	150~300(lx)

2) 눈부심이 없을 것.

(1) 작업능률의 향상에 있으며, 이를 위해 작업조도의 확보와 눈부심의 제거가 대단히 중요하다.

(Glare에 의한 빛의 손실)



(2) 글레어 존

- 시선을 중심으로 한 상(上) 방향의 30°범위에서는 눈부심을 느끼기 쉬우므로 조명기구 선정시 주의.
- 광원은 휘도가 높을수록, 눈에 들어오는 글레어 상이 클수록 영향이 크다. 따라서휘도가 높은 광원에 의한 글레어는 절대로 피해야 한다.

(3) 글레어 대책

- 조명기구를 가급적 높게 설치한다.
- 천장면을 밝게하는 조명방식을 채택하여 휘도를 줄인다.

(실내반사율 권장치)

표면	반사율 권장치
천장	80%
벽	50%
책상,작업대	35%
바닥	30%

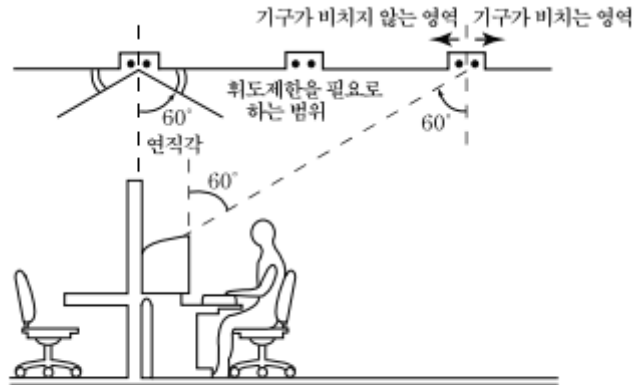
3) 쾌적하고 균일한 휘도분포

(작업면과 주변의 휘도비 최대치)

작업내용	휘도비의 최대치
작업면과 그 주위 (책과 책상면)	3 : 1
작업면과 떨어진 면	10 : 1
조명기구와 그 주위	20 : 1
통로부분	40 : 1

4) VDT(Visual Display Terminal)작업을 고려한 조명설계

- (1) 키보드 및 입력 원고는 필요한 조도를 준다.
- (2) VDT의 수직면 조도를 제한한다.
- (3) 조명기구의 휘도를 제한한다.(VDT상의 조명기구 불빛의 반사 방지)
- (4) 작업면과 주변의 휘도차를 제한 한다.(시선의 이동에 따른 시 대상물예의 눈의 순응상태가 크게 변화하지 않도록 하기 위함)
- (5) 눈부심 제어용(Glareless형) 조명기구 채용
 - Glareless형 조명기구란 OA화에 따른 사무실의 VDT기기가 도입 되면서 CRT 화면으로부터 광막반사에 의한 Glare 발생을 억제 하기 위해 Glare Zone 내 차광각을 제어하도록 설계된 조명기구
 - 차광각 제한 필요성
 차광각을 30°로 하는 것은 일반적 VDT 시작업에서 머리 뒤 조명기구로부터 연직각 60° 위쪽으로 빛이 VDT에 반사되기 때문



VDT 화면에 비치는 기구의 위치

5) 조명방식

조명방식	특 징
루버(반간접) 방식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일방향, 이방향, 메쉬의 크기가 다른 것 등 ○ 디스플레이 면에 수평배치 방법이 영향이 적다.
간접조명방식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 광원의 빛을 반사체에 맞추어 간접적으로 비추는 방식으로 효율이 좋지 않다.
Task and Ambient 방식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전반조도를 최소한으로 하고 국부조명(Task)으로 작업면에서의 조명을 확보하여 VDT면의 반사를

	해결하는 방식. ○ 낮은 칸막이 등으로 배치된 작업공간 등의 조명방식에 사용.
직접조명방식	○ 광원을 노출시킨 효율적인 방법이지만 VDT작업을 수반하는 사무실에서는 VDT상의 반사의 영향이 예상되므로 바람직하지 못하다.
RLG (Reflection Light Guide) 방식	○ VDT 면에 부착되는 필터를 이용하여 눈부심을 방지하는 방법으로 필터로서 VDT 상의 눈부심을 거의 방지할 수 있다.

6) 광원 및 조명기구

- (1) 고조도를 경제적으로 얻기 위해 고효율 램프나 기구효율이 좋은 조명기구 사용
- (2) 신광원 채용 시 고효율, 장수명, 광색우수, 저휘도 확산성, 냉광, 내진성으로 조명비가 매우 경제적이다. 또한, 점등시간,주파수변동, 주위습도의 영향, 플리커, 저역율 등의 문제도 해결되고 있다.

4-2. 중성점 비접지식 전로의 지락보호 방법에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 6장 지락,감전보호 316쪽 참고

4-3. 수변전설비 계획 시 전력회사에서 공급하는 수전전압에 대해 사전 협의 및 조정할 사항을 설명하고, 회선수에 따른 수전방식을 분류하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 1장 수변전설비계획 3쪽 참고

1. 개요

- 1) 수전설비설계시 사전조사에 의해 수전용량을 산출후 수전전압과 수전방식을 결정해야 한다
- 2) 수전방식 선정시 건물의 용도 및 부하의 중요도,예비전원 설비유무,전원의 공급신뢰도, 경제성 등을 고려해야 한다

2. 수전전압에 대해 사전 협의 및 조정할 사항

- 1) 수용장소의 지리적 여건,장래 수용전력의 증설여부등에 따라 전력회사와 사전협의
- 2) 수전전압은 계약전력과 전력회사의 전기공급약관에 의하여 결정

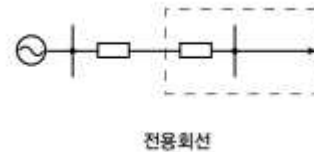
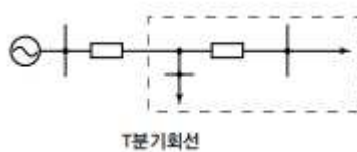
※ 공급전압에 따른 분류(한전 공급약관 제23조)

방식	공급전압	계약용량
저압수전	220V, 380V	1,000kW 미만 (150kW 미만은 가공, 150~500kW 미만은 지중)
특고압수전	22.9kV	1,000kW 이상 10MW 이하
	154kV	10MW 초과 400MW 이하
	345kV	400MW 초과

3. 회선구성에 따른 수전방식

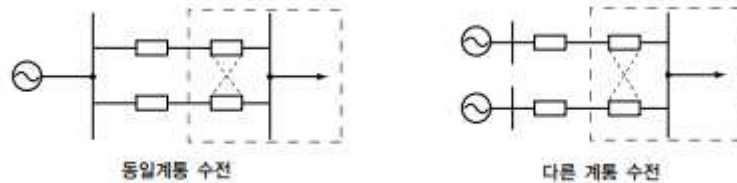
1) 1회선 수전

- (1) 변전소로부터 1회선 수전, 전용수전과 분기수전방식이 있음
- (2) 중소규모와 저압수용가에 적용



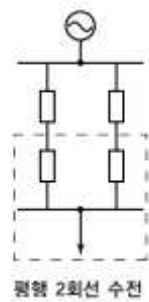
2) 예비선 수전(본선 + 예비회선)

- (1) 변전소로부터 2회선을 공급받아 상시 1회선 사용, 정전사고 시에는 다른 회선으로 전력을 공급받는 방식(실질적으로 1회선 수전방식)
- (2) 동일계통 변전소 수전과 다른 계통 변전소 수전방식이 있음



3) 평행 2회선 수전

동일 변전소에서 상시 2회선 수전, 사고시 다른 1회선으로 전력 공급

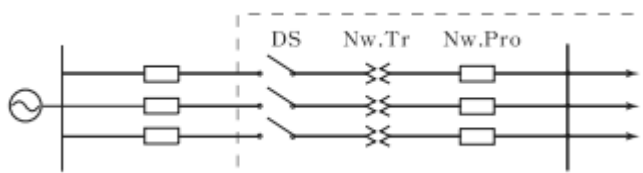


4) Loop 수전

동일 변전소로부터 수전 받아 루프형식으로 전력 공급

5) Spot Network 수전

- 1) 2회선 이상(보통 3회선) 수전방식으로 고장 구간이 네트워크 프로텍터에 의해 자동 분리되며, 무정전 전력 공급이 가능
- 2) 신뢰도가 가장 높으며, 부하밀도가 높은 지역이나 중요 부하시설에 채용



4. 수전방식 특징 비교

수전방식	장 점	단 점
1회선 수전	가장 간단하고 경제적임	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰도가 가장 낮음 (설비사고시 정전시간 길어짐) 분기수전인 경우 계통운영상 자유도 저하
2회선 수전	본선 + 예비선	<ul style="list-style-type: none"> 송전선 사고시 일단 정전 불가피 (최근 무순단 절체로 무정전 공급가능) 예비선 절환용 차단기 필요(ALTS) 1회선 분에 대한 시설비 증가
	평행 2회선	<ul style="list-style-type: none"> 어느 한쪽의 수전선 사고에 대해 무정전 공급 1회선에 비해 공급 신뢰도 향상 보호계전 복잡(수전선 보호장치와 2회선 평행 수전장치 필요) 1회선 분에 대한 시설비 추가
	Loop 수전	<ul style="list-style-type: none"> 수전방식, 보호방식이 복잡하며 전력회사의 공급지령에 따름 Loop에 걸리는 용량은 전계통에 대한 부하를 고려해야 함 각 수용가는 2개의 차단기 추가 필요(초기투자비 증가)
Spot Network 수전	<ul style="list-style-type: none"> 무정전 공급, 배전선 이용률 향상 전압변동, 전력손실감소 예비율 높고, 부하 증가에 따른 적응성 크다. 전등, 전력의 일원화 비상발전기 설치 면제 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 적용여건 미흡(전력회사 협조 필요) 시설투자비 과다(보호장치 전량 수입)

4-4. 수변전설비의 내진 설계 시 검토 사항과 내진 검사 방법에 대하여 설명하시오.

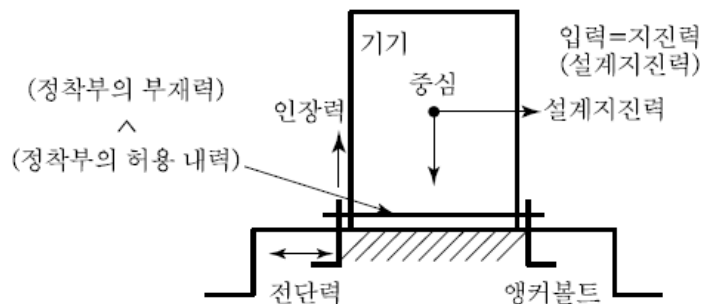
해설

1. 개요

- 1) 건축전기설비의 내진대책은 지진으로 인하여 전기기기 및 배관등이 파손되거나 기능을 상실하는 것을 방지하는 것으로서,
- 2) 인명의 안전을 도모하고, 재산보호, 지진후 필요한 활동을 가능케 함이다.

2. 내진 설계 시 검토 사항

- 1) 적용대상은 강구조, 콘크리트 강합성 구조 및 철근콘크리트 구조인 70m 이상의 건물.
- 2) 70m를 초과하는 건물에 설치된 건축전기설비는 동적해석법을 적용하여 건물의 총지진력을 계산하고, 설비의 동적증폭을 고려하여 기기의 중심에 작용하는 설계 지진력을 결정한다.



건축전기설비의 내진설계 개념도

3) 내진등급

(1) 내진등급의 구분

지진발생 이후에도 어떠한 기능을 필요로 하는 시설이 포함된 건축물 또는 설비는 내진설계의 중요성을 부각시킬 필요성이 있다.

- ① 보통의 경우에는 기기의 내진등급 B로 결정한다.
- ② 방진장치를 부착한 기기(방진장치, 변압기 등)은 내진등급 A로 정한다.

- ③ 특별히 내진성에 관한 요구가 있는 경우 특정시설에 의한 내진등급으로 정한다.

(2) 내진등급의 적용

- ① 건축전기설비의 내진등급을 구분하는 경우에 기기에 작용하는 설계지진력은 다음 표)의 활중 계수를 곱하여 결정한다.

건축전기설비 기기의 내진등급에 따른 설계지진력의 활중계수

기기설치층	기기의 내진등급			적용단층의 구분
	내진등급 S	내진등급 A	내진등급 B	
최상층, 옥상 및 옥탑	2.0	1.5	1.0	
중간층	2.0	1.5	1.0	
지하층 및 1층	2.0	1.5	1.0	

② 내진등급의 적용

설계기기의 응답배율을 고려하여 내진등급을 결정한다.

적용층의 구분에서 기기가 천정에 부착된 경우 즉, 바로 위에 층이 슬래브에 지지된 경우는 그 윗 층을 기기의 설치층으로 한다.

4) 기타 고려사항

- (1) 전기실은 지하층이나 저층에 시설한다.
- (2) 옥외 기기의 기초는 건축구조와 일체구조로 한다.
- (3) 배관이나 리드선에는 가요성을 부여한다.
- (4) 지진시에 변위량이 큰 것에는 내진 스톱퍼를 설치한다.
- (5) 내진 중요도 설정
- (6) 설비계의 지진입력 예측
- (7) 설비의 적정배치
 - ① 중요도가 높은 전력용 기기는 작용 지진력이 적은 건물 저층부에 배치한다.
 - ② 지진입력으로 오동작 할 수 있는 설비는 작용 지진력이 적은 아래쪽에 배치한다.
 - ③ 지진시 다른 설비의 접촉으로 손상을 받지 않는 경로에 배치한다.

④ 점검, 확인 및 보수하기 쉬운 장소에 배치한다.

(8) 사용자재의 강도확보

(9) 공진방지

(10) 기능보전

① 지진중의 운전조건 : 지진 중에 운전 또는 자동 및 수동 정지할 수 있어야 한다.

② 지진후의 운전조건 : 자동 재운전 또는 점검 후 재운전할 수 있어야 한다.

③ 설계시 건축물의 중요도에 따라 건축 내진 설계를 고려하여 적용한다.

3. 내진 검사방법

1) 설계검토

설치장소,지반의종류 및 내진등급,건물높이 및 전기설비 시설위치에 따른 설계지진력 계산(등가정하중에 의한 설계지진력,건축물 동적해석에 의한 설계지진력),정착설계가 설비무게 및 시설위치에따라 설계되었는지를 검토

2) 확인사항

공사계획신고서와 동일 여부,내진시설 상세도 및 내진설계자료,내진설비종류 및 개수확인,공인시험성적서 또는 성능확인서를 확인

3) 외관검사

내진시설 설치위치,앵커볼트 개수,스토퍼,앵커볼트 시설위치 및 굽기,행거로드 및 내진지지대 간격 및 굽기 등

4. 결론

수변전설비의 내진설계는 지진중 운전이 가능하고 점검확인이 용이하며 자동적으로 재운전이 가능하도록 설비기능이 보전되어야 한다.

4-5. 전기자동차의 충전 방식과 충전 알고리즘에 대하여 설명하시오.

해설

1.개요

- 1) 전기차 충전방식은 충전속도에 따라 크게 완속 충전과 급속충전 방식으로 구분되며 국내에서 사용하고 있는 급속충전 방식은 'DC콤보' 방식과 '차데모(CHAdEMO)', 'AC3상' 방식 등 세 가지로 나뉨.
- 2) 우리나라 국가기술표준원은 지난해 12월에 전기차 급속 충전방식을 '콤보1'으로 권장하는 내용의 한국산업규격(KS) 개정을 고시함.

2.전기자동차 충전방식

1) 완속충전방식

- (1) 교류 전원을 이용해 전기차 배터리를 충전하는 방식으로 교류를 배터리의 직류로 변환해야 하므로 완속 충전시간은 4~5시간 정도 소요.
- (2) 미국, 일본, 한국이 공통으로 채택해 전기차 제조사나 사용자 불편이 적은 편

2) 급속충전방식

- (1) 별도 변환을 거치지 않고 직류로 바로 충전하는 방식으로 완속 충전보다 충전속도가 훨씬 빠름. (대략 30분 내외)
- (2) 국가와 전기차 제조사마다 방식이 달라 불편한 상황.

3) 급속충전방식의 분류

(1) DC콤보 방식

- ① 완속 충전용 교류 모듈에 급속충전용 직류 모듈을 동시에 사용할 수 있는 방식으로, BMW i3나 쉐보레 스파크 EV가 채택하고 있는 방식.
- ② 이 방식은 공간 활용도나 커넥터 통합 등의 이점이 있음.

(2) 차데모 방식

- ① 미국과 유럽 진영이 아닌 일본 도쿄전력을 중심으로 닛산, 미쓰비시, 후지 중공업, 도요타를 주축으로 개발된 충전 방식.

- ② 현재 도요타와 닛산, 미쓰비시가 차데모 충전방식을 사용
- ③ 직류 방식만을 이용한 충전 방식으로 급속 충전을 목표로 개발됐기 때문에 교류 충전은 별도의 커넥터 등이 필요하여 공간 활용성이 떨어진다는 단점이 있음.

(3) AC 3상방식

- ① 프랑스 르노가 내세우고 있는 방식.
- ② 장점:
 - 별도의 직류 변환 어댑터가 필요 없다.
 - 낮은 전력을 이용하기 때문에 효율이 높고, 직류 변환 장치가 필요 없어 다른 충전방식에 비해 인프라 구축 비용이 적다
 - DC콤보와 마찬가지로 하나의 케이블로 급속충전과 완속 충전이 가능

3. 전기자동차충전 알고리즘

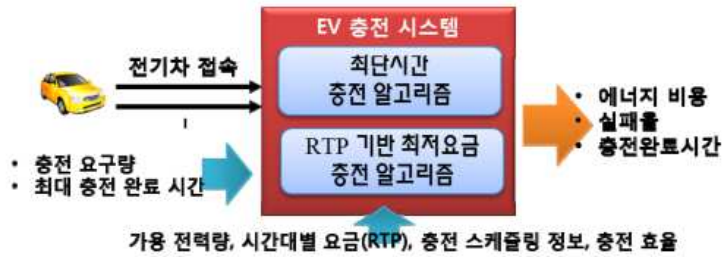
1) 기술개념

본 기술은 전기자동차 충전인프라를 구축에 필요한 충전제어 및 국제표준 기반 통신 하드웨어, EVCC 및 SECC 통신 프로토콜 소프트웨어 및 충전기 관리를 위한 통신 프로토콜(OCPP)을 포함하는 기술임.

2) 기술의 구성도

전기자동차 충전인프라 통신 제어기 개발에 필요한 충전제어 및 통신 프로토콜 기술과 충전기 관리 시스템용 통신 프로토콜 기술





3) 기술의 특징

- (1) 전기자동차 충전 인프라를 구축하기 위한 원천기술로 기존 충전 서비스와 향후 예상되는 다양한 충전 서비스를 지원할 수 있는 기술임.
- (2) ISO/IEC 15118, IEC 61851, OCPP 등의 국제표준 기반의 충전제어 및 통신 기술로, 전기자동차 충전 통신 제어 모듈 및 충전기, 충전 서비스 시스템 개발에 적용됨.
- (3) 전기자동차 EVCC 및 SECC 제품 개발, 이동형 충전기, V2G 전력역전 송 지원 충전기, 충전기 관리 시스템 개발에 적용이 용이함.

4) 기술의 상세 규격

- (1) IEC 61851 기술 기반 전기자동차 충전제어 기술
- (2) ISO/IEC 15118 V2GCI(Communication Interface) 기술
- (3) OCPP 기반 전기자동차 충전 시스템 관리 기술
- (4) 전기자동차 충전, 방전, 전력선통신, 관리, 계량, 보안 기술

5. 결론

전기자동차 시장은 환경문제와 더불어 빠르게 성장하고 있으며, 전기자동차의 보급률이 점차 증가함에 따라 전기자동차 배터리 충전을 위한 충전설비 보급도 확산될 전망이다.

4-6. 태양광 발전 시설의 방재설비에 대해서 설명하시오.

해설

1. 개요

태양광발전시스템에서 방재설비는 그 주목적이 화재나, 발전소와 관련된 설비 및 건축물 등에서 발생될 수 있는 모든 재난을 방지하는 설비를 말한다. 화재관련 설비로는 화재의 조기 발견과 화재의 자동통보설비인 화재자동통보설비, 비상시에 피난을 유도하거나 원격에서 조류나 동물들의 침입을 방지하기 위한 비상스피커설비와 도난 및 불법침입자에 대한 방지설비인 방범설비와 발전설비나 건축물을 뇌해로부터 보호하는 피뢰설비 등이 있다. 그리고 고층 건물에 설치하는 태양광발전설비의 경우 항공장애등으로 항공기의 안전 비행을 위한 표시설비 등도 포함된다.

2. 피뢰설비

1) 뇌격의 종류 및 특성

(1) 직격뢰

태양전지 어레이, 저압배전선, 전기기기 및 배선 등에 직접 낙뢰 및 그 근방에 떨어지는 낙뢰를 말한다. 직격뢰의 경우는 그 전류 파고치가 15~20kA 이하의 것이 대부분 50%를 차지하고 있지만, 200~300kA 범위의 파고치도 종종 관측되고 있다. 이처럼 에너지가 크기 때문에 직격뢰에 대한 대책은 태양광발전설비에 별도의 피뢰침설비를 하여야 한다.

(2) 유도뢰

유도뢰에는 정전유도에 의한 것과 전자유도에 의한 것이 있다. 정전유도에 의한 것은 뇌 구름에 따라, 예를 들면 케이블에 유도된 플러스 전하가 낙뢰에 의한 지표의 전하의 중화에 의해서 뇌서지로 된다. 그리고 전자유도에 의한 것은 케이블의 부근에 낙뢰에 의한 뇌전류에 따라 케이블에 유도되어 뇌서지로 된다.

(3) 여름뢰와 겨울뢰

뇌에는 일반적으로 여름에 발생하는 여름뢰와 겨울에 발생하는 겨울뢰가 있고 이들은 서로 다른 성질을 가지고 있다.

여름 뇌는 대표적인 뇌의 일종이다. 산악지와 평야 혹은 바다와의 경계선, 주위가 산으로 둘러싸인 분지 등에서, 온도, 습도가 불연속으로

발생하기 쉽고, 따라서 상승기류가 발생하기 쉬운 곳에서 발생하는 소나기 구름으로 대표된다. 즉 대류권 가득히 까지 퍼지는 높이에서 발생한다.

겨울되는 동절기에 기온이 격변할 때 발생하기 쉽다. 겨울의 뇌운은 시베리아에서의 강풍 때문에 길게 뻗치도록 발생하고, 또한 여름되에 비해서 파고치는 1,000~수천 A로 적지만, 계속시간이 1,000배정도 길고 대지전류 또한 길고 멀리까지 흐르기 때문에 여름되에 비해서 넓은 범위까지 그 영향을 미친다.

2) 피뢰침 설비

태양광발전시스템에서 피뢰설비는 몇가지 검토해야 할 중요한 사항이 있다.

주택 또는 건물의 옥상이나 높은 건축물에 설치하는 태양광발전설비의 경우는 건축물을 보호하는 것과 태양광발전시스템을 동시에 보호해야 하기 때문에 여러 가지 측면에서 피뢰설비가 중요하게 검토되어야 하며, 산간지방이나 넓은 면적에 설치하는 대용량 발전사업자용 같은 발전소에서 피뢰설비는 쉽지 않는 설비중 하나이다.

(1) 피뢰방식

① 돌침방식(보호각법)

이 방식은 일반적으로 가장 많이 시설하는 방식으로 뇌격은 선단이 뾰족한 금속도체 부분에 잘 떨어지므로, 건축물이나 태양광발전설비 근방에 접근한 뇌격을 흡인하게 하여, 선단과 대지 사이를 접속한 도체를 통해서 뇌격전류를 대지로 안전하게 방류하는 방식이다.

이 돌침방식은 신축된 건축물에 동시 시설하는 태양광발전설비의 경우에 적합하지만, 발전사업자용과 같이 대용량 설비의 경우 지상에 넓은 면적이 필요하고 주변에 높은 건축물 등이 없는 경우, 발전소 전체를 보호해야 하는 넓은 면적을 돌침 방식으로는 보호하지 못할 뿐만 아니라 결국 보호범위에 들지 못하므로 바람직하지 못한 방식이다.

특히 보호범위를 확보하기 위하여 남측에 높은 피뢰설비를 시설할 경우 그 그림자가 태양광발전 모듈에 직접적인 영향을 주기 때문에 모듈이 설치된 전체 어레이 뒤편에 설치할 수밖에 없어 결국 보호 범위를 확보하지 못할 이 방식은 바람직하지 않으므로 설계

시 충분한 검토가 필요하다.

② 수평도체방식

이 방식은 넓은 부지에 설치한 대용량 태양광발전시스템에 가장 적합한 보호 방식으로 보호하고자 하는 태양광발전시스템의 상부에 수평도체를 가설하고, 이에 뇌격을 흡인하게 한 후, 인하도록선을 통해서 뇌격전류를 대지에 방류하는 방식이다.

특히 낙뢰의 발생이 많은 지역으로 판단되는 지상에 넓게 설치된 발전소의 경우 경제적인 부담은 조금 늘겠지만 이 방식이 모듈 등에 그림자도 발생하지 않고 어레이의 설치 각도가 30. 정도로 가정하더라도 모듈의 최대 설치 높이 부분이 20m 이내의 경우, 보호각 55. 범위 내에 들어가기 때문에 완전히 보호할 수 있는 가장 바람직한 방식이다. 다음 그림 1.1은 시설예를 나타내고 있다.

③ 회전구체법

그림 1.3에서와 같이 태양광발전시스템이 시설된 고층건물에 피뢰설비를 하는 방법으로, 2개 이상의 수뢰부에 동시에 접하도록, 또는 1개 이상의 수뢰부와 대지와에 동시에 접할 수 있도록 구체를 회전시킬때 구체표면의 포물선부터 피보호물을 보호범위로 하는 방법으로서 구체의 반경은 표 1.2의 R에 의한다.

회전구체법은 수뢰부의 높이 h 와 이격거리 R 이 보호범위를 결정하는 요인으로 현재의 뇌방전 이론으로서는 최고의 방법으로 즉 보호범위를 산정하는 기본이 되는 것이다. 평행 2조의 수평도체를 수뢰부로 하는 경우, 2조의 수평도체에서 외측의 보호범위는 수평도체 1조의 경우와 같지만, 이 내측의 보호범위는 기본적으로 회전구체법에 의해서 구하는 것이 적절하다. 2조의 수평도체간의 거리가 뇌격거리(구체반경)에 비해서 적으면 그 내측의 보호범위는 크고, 수평도체간의 보호범위는 간이로 구해진다.

④ Mesh법

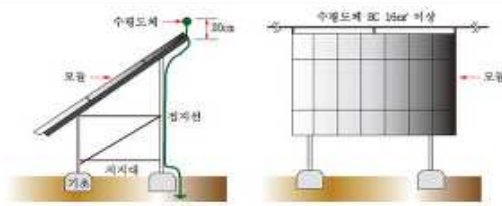
그림 1.3과 같이 건물측면 태양전지 모듈에 Mesh(메쉬)도체로 덮인 내측을 보호범위로 하는 방법으로서, 그 Mesh폭은 표 1.2의 값 이하로 한다. Mesh도체는 수뢰효과, 따라서 설드 효과 및 고주파전류(뇌전류는 일종의 고주파전류임)의 통로를 저임피던스로 해서 전압강하를 저감하는 것을 주목적으로 하는 것이기 때문에 Mesh의 형상은 필히 망상을 구성할 필요는 없고 평행도체를 구성하면 보호 효과는 동등하다.

고층빌딩에서 높이가 보호레벨에 응해서 일정치(표 1.2의 표시)를 초과하는 측벽부분은 보호각법(돌침방식)이 적용되지 않고, 실용적이지 않는 경우가 많기 때문에 실제로는 Mesh법이 적용된다. 따라서 건축물 등의 측면에 Mesh도체를 수직방향으로 표 1.2의 Mesh폭 이하가 되도록 시설하여 수뢰부로 이용한다.

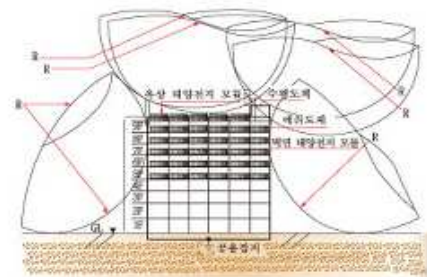
이 경우 될 수 있는 한 벽 구성부재를 수뢰부로서 이용해야 한다.

예를들면 건축물 등의 측면이 커튼월(Curtain Wall)인 경우는 이것이 전부 전기적으로 접속되고, 또한 건축물의 철근 혹은 철골과 전기적으로 접속된 상태이면 이것을 수뢰부로 사용한다. 또한 측벽에 수직으로 연결된 곤도라용 레일이 있으면 이것을 철골 혹은 철근으로 전기적으로 접속하여 수뢰부로 이용한다. 금속제 창틀 등도 같은 방식으로, 철골 혹은 철근을 전기적으로 접속하면 접속하는 금속제 창틀이 조금씩 떨어져 있어도 메쉬로서 수뢰 효과는 동등하다.

고층빌딩 측벽부 재료는 콘크리트, 커튼월 등 제질 형상도 여러가지로 다양하다. 따라서 건물설계시 벽 구성 재료도 포함해서 Mesh도체를 형성할 수 있도록 하지 않으면 안된다. 또한 여러가지 방법을 구성하여도 건물벽의 구성상 피뢰설비에 미치지 못한 경우에는 그 곳에 별도로 새롭게 Mesh도체를 시설하여 수뢰부로 사용하지 않으면 안된다.



<그림 1.1 수평도체 방식>

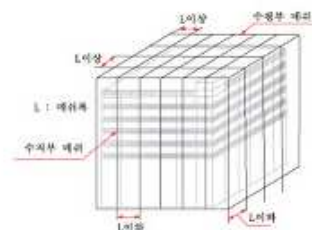


<그림 1.3 회전구체법>

보호레벨	회전구체법 R(m)	보호각법 h(m)					메쉬법 폭 (m)
		20	30	45	60	60초과	
I	20	25	*	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	*	10
III	45	45	35	25	*	*	15
IV	60	55	45	35	25	*	20

* 회전구체법 및 메쉬법만을 적용한 범위
 비고 1) R은 회전구체법의 구체반경
 비고 2) h는 지표면에서 수뢰부의 상단까지의 높이로 한다. 평지층의 부분에서는 h를 평지층에서 수뢰부의 상단까지의 높이로 하는 것이 될 수 있다.

<표 1.2 보호레벨에 응한 수뢰부의 배치>



<그림 1.4 Mesh법>

3. 방법설비

태양광발전시스템은 대도시 건축물이나 도시의 한 복판에 설치될 수도 있지만, 인적이 드문 산간지방이나 넓은 평야에 설치되는 경우도 많다. 우리나라의 경우 그 동안 시설된 태양광발전설비들을 살펴보면 무인 발전소가 그 대부분을 차지하고 있으며, 혹시 관리인 등이 근무한다 하더라도 깊은 밤에는 위험하기 때문에 불법 침입자나 고가의 설비의 도난방지를 위한 방법시스템이 필수적으로 요구된다.

방법설비로는 우선 CCTV를 통한 감시방법도 있겠지만, 정문 및 곳곳에 감지장치를 설치하여 2중 3중으로 감시하는 설비를 갖추고 있다. 특히 태양광발전소 준공시 사설경비업체를 별도로 선정하여 안전과 도난방지를 위한 용역계약을 맺고 있는 발전소가 늘어나고 있다.

4. 항공장애등설비

항공장애등은 야간에 운행하는 항공기에 대하여 항공의 장애가 되는 물건의 존재를 시각으로 인식시키기 위한 등기이며, 장애등의 설치에 있어서는 국토해양부령이 정하는 바에 따라야 한다. 그러나 신축된 고층 건물 옥상위에 설치하는 태양광발전설비의 경우 건축설계시 동시에 고려하면 되겠지만, 이미 준공된 건물 옥상 등에 나중에 태양광발전설비를 시설할 경우 항공장애등의 위치 등에 방해가 되지 않도록 하여야 한다.

그리고 산간지방이나 넓은 평야 등에 시설하는 대용량 대단위 태양광발전소의 경우 특별히 높은 건축물이나 구조물이 없기 때문에 문제 될 것은 없지만, 혹시 돌침방식 등의 피뢰설비를 시설할 경우 항공기에 장애가 될 수 있으니 설계시 사전에 그 지역의 조건을 충분히 검토하여 반영 여부를 결정하여야 한다.