

»모아는 Challenge다«

# 전기분야의 Legend, 모아전기학원

## 제 125회 건축전기설비기술사

[문제풀이집]

교수: 홍성철 기술사

### Legend 모아전기학원의 자랑!

모아전기학원 2012~2021년

전체수강생의 1/7을 합격시킨, 진정한 Legend!

“실제 수강생 대비 합격률 대한민국 1위”

강의만족도 90%, 강의 평균 재수강률 80%

“8년간의 검증” 모방이 불가능한 커리큘럼”

열정적으로 2021년을 시작합니다.

### Legend 모아전기학원의 최강의 강사진!

황모아 원장 “건축전기 기본반과 연구반, 전기안전 특강반”

하용일 교수 “섬세한 발송배전 기본튼튼 강의”

오부영 교수 “최단기 합격비법 전기안전 · 전기응용반 강의”

## » 모아소방전기학원 전기기술사반의 Strength!

### 첫 번째 : 대한민국 최고의 강사진!

- ▷ 최고 전문성을 갖춘 검증된 소방기술사 교수진 5명 강의 중

### 두 번째 : 충분한 공부시간 확보!

- ▷ 정규반/심화반 수업(상/하 총 120~160시간 확보), 별도의 스터디를 통한 학습효과 극대화

### 세 번째 : Class Line-up!

- ▷ 건축전기 2개 Class, 발송배전 2개 Class, 전기안전 1개 Class, 전기응용 1개 Class 운영 중!

### 네 번째 : 동영상 무료제공!

- ▷ 수강 기간 동안 제공되는 복습용 동영상 제공!!

### 다섯 번째 : 스터디룸 무료제공!

- ▷ 토요일/일요일: 정규반, 심화반 오전/오후 별도의 스터디룸 제공

## 모아소방전기학원 / 전기기술사 개강일정

### 건축전기설비기술사 (오부영 교수 / 홍성철 교수)

CLASS	개강일정			교재
건축전기의 중요핵심 "SGN 기본반"	21년 9월 05일 ~ 11월 21일	일요일 09:00~14:30	10강 (55h)	모아 건축전기기술사 1권 + 보충자료
영혼있는 답안작성 "SBR 심화반"	21년 9월 05일 ~ 11월 21일	일요일 15:10~20:40	10강 (55h)	모아 건축전기기술사 2권 + 보충자료

### 전기안전(응용)기술사 (오부영 교수)

CLASS	개강일정			교재
쓸 수 있는 공부 "정규반"	8월 7일 ~ 22년 1월 15일	토요일 9:00~14:00	20강 (100h)	(21 최신판) 모아 전기안전기술사 1권, 2권

### 발송배전기술사 (김영민 교수)

CLASS	개강일정			교재
완벽한 이해 "기초, 심화반"	8월 21일 ~ 22년 1월 15일	토요일 15:00 ~ 20:00	18강 (90h)	345테마 발송배전기술사 (발전, 송전, 변전배전계통공학)
Mind Map 학습법 "합격반"	8월 22일 ~ 22년 1월 16일	일요일 09:30~14:30	18강 (90h)	345테마 발송배전기술사 (발전, 송전, 변전배전계통공학)



## 제 125회 건축전기설비기술사 1차 필기문제 (2021년 7월 31일)

### [제 1 교 시]

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각 10점)

1. 의료시설에서 발생할 수 있는 매크로쇼크(Macro Shock)와 마이크로쇼크(Micro Shock)에 대하여 설명하시오.
2. 전력퓨즈(PF)의 주요특성과 정격 차단용량에 대하여 설명하시오.
3. 특고압수용가에 설치되는 부족전압계전기(UVR)의 적정 설치위치와 동작시간에 대하여 설명하시오.
4. 차단기 명판(Name Plate)에 기준충격절연강도(BIL) 150kV, 정격 차단전류 12.5kA, 차단시간 8사이클 솔레노이드 형이라고 기재되어 있다. 다음 물음에 대하여 설명하시오.
  - (1) BIL의 의미
  - (2) 이 차단기의 정격 전압
  - (3) 이 차단기의 정격 차단용량
5. 건물관리시스템(BEMS)의 도입목적 및 세부사항에 대하여 설명하시오.
6. 무정전전원공급장치(UPS)에 대한 다음 항목에 대하여 설명하시오.
  - (1) 부하용량의 산정 방법
  - (2) 적용 시 고려해야 할 사항
7. 전기화재원인 중 하나인 트래킹(Tracking)의 발생 메커니즘과 방지대책을 설명하시오.
8. 조도계산시 필요한 요소 중 다음 항목에 대하여 설명하시오.
  - (1) 광손실률(LLF: Light Loss Factor)
  - (2) 회복 불가능 요인과 회복 가능 요인
9. 공동주택 단위 세대의 부하산정 방법을 설명하시오.
10. KS C IEC 60364-7-710(특수설비 또는 특수장소에 대한 요구사항-의료장소)에서 규정하고 있는 상용전원 공급이 중단될 경우의 비상전원 공급 방안을 설명하시오.
11. 전력시설물 설계감리에 대하여 다음을 설명하시오
  - (1) 설계감리의 대상
  - (2) 설계감리의 업무범위
  - (3) 설계감리의 설계도서 보관의무
12. 전자기학 관련 되는 맥스웰방정식에 대하여 설명하시오.
13. 전기설비기술기준의 판단기준을 대체하는 한국전기설비규정(KEC) 제·개정 주요사항 중 수전전압별 접지설계 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

**[제 2 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하십시오. (각 25점)

1. 서지보호장치(SPD)의 적용범위, 타 기기와 보호협조, 적용장소에 대하여 설명하십시오.
2. 가교폴리에틸렌(XLPE) 케이블에 대하여 다음을 설명하십시오.
  - (1) 구조와 특징
  - (2) 시스(sheath)전위 저감 대책인 접지방식 2가지(고압케이블 기준)
3. 정류기와 인버터의 리플프리(Ripple Free)직류와 백리플(Back Ripple)의 발생원인과 영향 및 대책에 대하여 설명하십시오.
4. 건축전기설비 설계기준에 따라 전기 샤프트(ES)에 대한 다음 사항을 설명하십시오.
  - (1) 설계 및 시공 시 고려사항
  - (2) 전기 샤프트 면적산정 방법
  - (3) 초고속 정보통신인증 대상 건축물의 정보통신용 샤프트(TPS) 면적 기준
5. 지능형 홈네트워크 설비의 설치방법 및 설치 시 고려사항에 대하여 설명하십시오
6. GIS(가스절연개폐장치)의 예방진단기술에 대하여 다음을 설명하십시오.
  - (1) 온라인형 부분방전 검출장치
  - (2) 온라인형 LA 누설전류 측정장치
  - (3) UHF PD 예방진단시스템

**[제 3 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하십시오. (각 25점)

1. 변전소 내에 메쉬접지 시설시 보폭전압(step voltage), 접촉전압(touch voltage)을 최소화 하여야 한다. 다음 사항에 대하여 설명하십시오.
  - (1) 보폭전압(step voltage)의 개념 및 저감대책
  - (2) 접촉전압(touch voltage)의 개념 및 저감대책
2. 계기용 변류기(Current Transformer)에 대한 다음 사항을 설명하십시오.
  - (1) 과전류강도
  - (2) 정격부담
  - (3) 케이블에 영상변류기(ZCT)를 관통하여 설치 할 경우 실드(shild) 접지선의 관통여부(그림 포함)
3. 역률개선을 위한 전력용 콘덴서의 사고 형태에 따른 보호방식과 콘덴서 내부소자 사고에 대한 보호방식에 대하여 설명하십시오.
4. 교량경관조명 계획 시 고려사항과 교량의 형식에 따른 분류에 대하여 설명하십시오.
5. 방폭장소 및 클리룸에 설치하는 조명기구에 대하여 설명하십시오.
6. 태양광발전 시스템의 설계 조건 및 검토 사항에 대하여 설명하십시오.

**[제 4 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 근거리 통신망(Local Area Network)으로 사용하는 Twisted Pair Cable의 다음 사항에 대하여 설명하시오.
  - (1) 전자파 차단원리
  - (2) 차폐종류에 따라 비교
  - (3) 배선공사시 고려사항
2. 분산형전원 설비 중 태양광발전설비의 직류차단장치의 시설방법에 대하여 설명하시오.
3. 건축화조명 방식에 대하여 설명하시오.
4. 엘리베이터의 다음 사항에 대하여 설명하시오.
  - (1) 안전장치의 종류
  - (2) 설계 및 시공시 고려사항
5. 연료전지의 발전원리와 재료 및 구성에 대하여 설명하시오.
6. 한 상에 여러 가닥의 케이블을 병렬로 배선 시 이상 현상과 동상 케이블에 흐르는 전류 불평형 방지 대책에 대하여 설명하시오.

# 제 1 교 시 문제풀이

1-1. 의료시설에서 발생할 수 있는 매크로쇼크(Macro Shock)와 마이크로쇼크(Micro Shock)에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.68, 기타자료

## 1. 매크로쇼크(Macro Shock)

- (1) 피부 한지점에서 다른 지점으로 흐르는 전류의 효과로 인체 외부로부터 전류가 유입되어 발생하는 쇼크
- (2) 심장에서 떨어진 곳의 감전이고, 100마이크로 암페어를 한계전류로 채택

## 2. 마이크로쇼크(Micro Shock)

- (1) 환자가 의료기기에 연결된 상태에서 전기전도성이 있는 카테터(Catherter)가 환자심장에 삽입되어 누설전류가 심장근육에 직접적으로 영향을 끼쳐 발생하는 쇼크
- (2) 일반적으로 병원의 안전기준은 안전계수를 적용, 10마이크로 암페어를 적용
- (3) 환자의 의식 여부에 따라 그 이하에서도 leakage current에 의해 감전사고가 발생할 수 있다.

## 3. 비교

구분	Macro Shock	Micro Shock
개념	심장에서 먼 곳 감전	심장에서 가까운 곳 감전
한계전류	한계전류 : 100 $\mu$ A	한계전류 : 10 $\mu$ A
대책	보호 접지	등전위 접지

## 1-2. 전력퓨즈(PF)의 주요특성과 정격 차단용량에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.371

### 1. 전력퓨즈(PF)의 주요특성

- (1) 고압 또는 특별 고압의 회로 및 기기의 단락 보호로서 차단기 대신에 사용되는 퓨즈로, 정격은 1A에서 400A가 표준으로 되어 있다. 한류(限流) 특성을 가지는 단락 전류 값을 억제하여 회로를 차단한다.

#### (2) 전력퓨즈 주요특성

구분	내용	적용
단시간 허용특성	열화가 생기지 않은 I, t 관계	정격전류 선정
용단특성	전류가 흘러 용단되는 I, t 관계	-
전차단특성	단락, 용단, 아크소멸까지 I, t 관계	보호협조 검토
한류특성	단락전류를 얼마나 빨리 억제 가능한가를 나타냄	PF : $\frac{1}{2}$ Cycle VCB : 3~8 Cycle
I <sup>2</sup> t특성	전류 순시치 2승 적분값	후비보호

### 2. 전력퓨즈(PF)의 정격 차단용량

- (1) 퓨즈가 차단 가능한 단락전류 실효치
- (2) 교류만의 대칭 실효치로 나타내므로 역률이 나쁠 경우 비대칭계수 1.6을 적용한다.
- (3) 정격차단용량 예

정격전압[kV]	정격차단전류[kA]				
7.2[kV]	8	12.5	20	31.5	40
25.8[kV]	12.5[kA] 이상의 것				

### 1-3. 특고압수용가에 설치되는 부족전압계전기(UVR)의 적정 설치위치와 동작시간에 대하여 설명하시오.

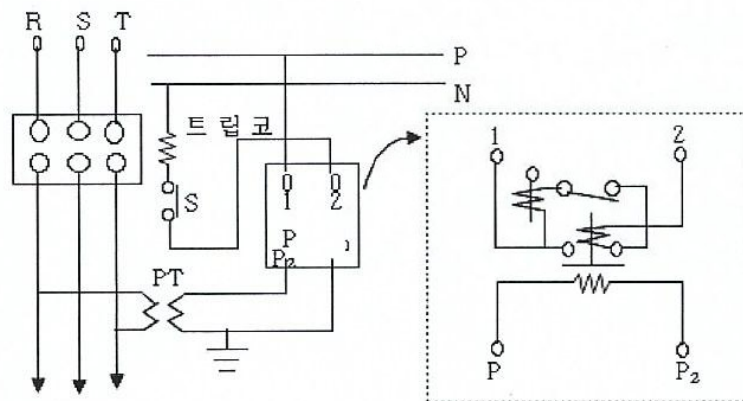
답)

출처 : 기타자료

#### 1. 특고압수용가에 설치되는 부족전압계전기(UVR)의 적정 설치위치

- (1) 각 회로에 설치된 계기용변압기(PT) 2차측 단자에 접속되어 사용되며 계기용변압기의 2차 전압은 110V의 것이 사용된다. 계기용변압기의 2차 전압은 정상 시에는 110V가 되지만 정전 또는 지락, 단락사고가 발생했을 때는 계기용변압기의 전압이 강하하여 정정치 이하로 떨어지면 그것을 검출 동작하는 계전기
- (2) 정전이 발생하였다가 전원 회복이 되었을 때에 다수의 전동차 또는 모터류가 동시에 기동하게 되면 기동전류에 의해 계통에 큰 혼란이 초래되므로 부족전압에 대해서는 반드시 회로를 전원에서 차단하고 보호해야 하며 선로에 정격전압이 통전되기 전에는 차단기를 동작시켜서는 안 된다. 만약 통전 전에 차단기를 동작시켜야 할 경우에는 필히 주접점을 개방시킨 후 동작
- (3) 부족전압 계전기의 동작원리 및 구조는 과전류계전기와 거의 같으며 다른 점은 부족전압 계전기는 입력이 없음을 검출해야 하므로 입력이 있을 때에는 접점이 열려 있다가 입력이 없거나 부족전압이 될 때 접점이 닫히도록 되어 있다.
- (4) 그렇기 때문에 그림에서 보는바와 같이 과전류계전기와는 달리 제어스프링을 거꾸로 달아 무입력일 때는 스프링의 힘으로 주접 점이 닫히고 정상 입력 시에는 스프링의 힘을 이겨 접점을 열고 있다.

부족전압계전기의 결선



## 2. 특고압수용가에 설치되는 부족전압계전기(UVR)의 적정 동작시간

- (1) 부족 전압계전기는 선로의 전압감시에 사용되며 전압이 정정치 이하로 떨어지면 일정 시간 후 동작하는 계전기이다
- (2) 부족전압 계전기는 정격전압(PT 2차 전압)의 70%에서 정정하며 한국전력공사 규격에서는 PT 2차 전압을 110V로 보고 계전기의 전압탭은 AC60~80V 범위내의 전압을 조정할 수 있는 전압탭 하나는 구비하도록 하고 있고 이 범위 밖의 전압조정탭은 몇 개 있어도 관계없도록 하고 있다.
- (3) 일반적으로 PT 2차 전압이 110V인 경우 정정 범위가 AC60~ 80V이고 220V인 경우는 정정 범위가 AC120~160V이다.
- (4) 부족전압계전기(UVR) 정정
  - 1) 동장정정 : 정격전압의 70%
  - 2) 시간정정 : 정정치 70%에서 2초

1-4. 차단기 명판(Name Plate)에 기준충격절연강도(BIL) 150kV, 정격 차단전류 12.5kA, 차단시간 8사이클 솔레노이드 형이라고 기재되어 있다. 다음 물음에 대하여 설명하시오.

- (1) BIL의 의미
- (2) 이 차단기의 정격 전압
- (3) 이 차단기의 정격 차단용량

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.267

## 1. BIL(Basic Impulse Insulation Level)의 의미

- (1) 송배전에서 변압기의 충격전압에 대한 절연협조의 기준이 되는 기준충격절연강도
- (2) 기기, 설비가 충격전압에 견디는 정도
- (3) 절연강도 : 뇌임펄스 내전압과 상용주파 내전압으로 구분

계통전압[kV]	뇌임펄스 내전압[kV]	상용주파 내전압[kV]
3.3	40	10
6.6	60	20
22.9	125(150)	50
154	650	275

- (4) 22.9kV BIL계산

- 1) 유입BIL =  $5E+50 = 150\text{kV}$
- 2) 몰드BIL = 상용주파내전압  $\times \sqrt{2} \times 1.25 = 95\text{kV}$
- 3) 전동기BIL = 정격전압  $\times 2 + 1000\text{V}$

- (5) 영향요소

- 1) LA, SA, SPD 설치여부
- 2) LA 이격거리
- 3) 접지계통 : 유효, 비유효
- 4) 계통최고전압, 정격전압

## 2. 이 차단기의 정격 전압

- (1) 정격전류, 정격주파수에서 허용온도 초과하지 않고 연속사용 가능한 전압
- (2) 계통최고전압

$$(3) \text{정격전압} = \text{공칭전압} \times \frac{1.2}{1.1} = 22.9 \times \frac{1.2}{1.1} = 25.8[\text{kV}]$$



### 3. 이 차단기의 정격 차단용량

(1) 차단기 2차 3상 단락 시 차단할 수 있는 용량

(2) 정격차단용량 Q[MVA]

$$Q[\text{MVA}] = \sqrt{3} \times \text{정격전압} \times \text{정격차단전류} = \sqrt{3} \times 25.8\text{kV} \times 12.5\text{kA} = 520[\text{MVA}]$$

### 1-5. 건물관리시스템(BEMS)의 도입목적 및 세부사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.427

#### 1. 건물관리시스템(BEMS)의 도입목적

- (1) BEMS를 통해 건물의 에너지 소비현황을 파악 및 분석하고 에너지 절감요소를 도출하며, 건물에너지 관리에 필요한 제어 알고리즘의 도입으로 이용 최적화
- (2) 건물운영의 에너지 효율화 목적
  - 1) 에너지 절약과 수요관리
  - 2) 온실가스 배출량 감축 및 에너지 절감
  - 3) 합리적인 에너지 이용 및 에너지 성능 최적화

#### 2. 건물관리시스템(BEMS)의 세부사항

- (1) 데이터 수집 및 표시
  - 1) 획득, 수집한 건물 에너지 소비 및 데이터를 컴퓨터 화면에 표시
  - 2) 단위는 국제표준 단위계 적용
- (2) 정보 감시
  - 1) 에너지 소비 기준값 및 사용설비 운전방식 입력
  - 2) 기준값 이탈시 입력값과 운영결과 비교
  - 3) 운영자에게 경보발령
- (3) 데이터 및 정보 조회
  - 1) 일정기간 정보조회 기능
  - 2) 기간별 정보조회 기능
  - 3) 2개 이상 기간별 동시조회 기능
- (4) 건축물에너지 소비현황 분석
  - 1) 에너지원별 소비량
  - 2) 에너지 소비 원단위
  - 3) 석유환산톤 환산량 1차에너지 소비량
  - 4) 최대전력수요
  - 5) 용도별 수요처별 수요량
  - 6) 건물에너지 효율 수준
  - 7) 이산화탄소 배출량
  - 8) 에너지소비 절감량, 절감율
- (5) 설비의 성능 및 효율 분석
 

설비의 성능 및 효율을 운영자가 쉽게 파악

- (6) 실내외 환경정보 제공
  - 1) 외기의 온습도
  - 2) 실내공기 온습도
  - 3) 실내공기 CO<sub>2</sub>농도
  - 4) 실내조도
- (7) 에너지 소비량 예측
  - 누적데이터에 따른 월별, 년별 예측량 제공
- (8) 에너지 비용 분석
  - 1) 에너지 비용 체계 선택
  - 2) 에너지 비용 단가 수정
  - 3) 기간별 에너지 비용 조회
  - 4) 예상에너지 비용조회
- (9) 제어시스템 연동
  - 1) 자체 제어기능 수행
  - 2) 기타 BAS(건물자동화 시스템)와 연동, 자동제어

### 1-6. 무정전전원공급장치(UPS)에 대한 다음 항목에 대하여 설명하시오.

- (1) 부하용량의 산정 방법
- (2) 적용 시 고려해야 할 사항

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.485

#### 1. 부하용량의 산정 방법

- (1) 정상부하에 의한 산정 P1
  - 1)  $P_1 \geq K_1 \sum P_{N1}$
  - 2)  $P_{N1}$  : 1단계 투입 시 정상부하 [kVA],  $K_1$  : 여유율(1~1.3)
- (2) 기동용량에 의한 산정 P2
  - 1)  $P_2 \geq K_1 \sum P_{N1} + P_{PN}$
  - 2)  $P_{PN}$  : 마지막 돌입부하전력 [kVA]
- (3) 전압변동에 의한 산정 P3
  - 1)  $P_3 \geq \frac{P_{P1}}{L}$
  - 2)  $P_{P1}$  : 1단계 투입 시 종합전력 [kVA],  $L$  : 전압변동 10% 이내 허용계수(0.2~0.5)

#### 2. 적용 시 고려해야 할 사항

- (1) 부하용량 충분히 만족
  - 1) 부하 수용율 고려
  - 2) 고조파 부하를 고려
  - 3) 부하불평형을 20%이하
- (2) 부하기동 시 UPS 출력 한계 값 이내
- (3) 고조파 부하 많은 경우 : 용량 여유(10~20%)
- (4) 장래부하 증설 고려하여 제작사의 표준용량으로 선정
- (5) 순차 기동 시 나중에 투입된 부하가 과부하 내량 허용값 이내
- (6) 대용량 UPS
  - 1) 대용량 1대 → 중, 소용량 다수 분리
  - 2) 20[kVA] 이상 → 3상
  - 3) 내, 외부서지 고려
  - 4) 입력ATS 절환시험 : 단락, 지락 고장시 절환시간 고려

(7) 발전기+UPS조합



### 1-7. 전기화재원인 중 하나인 트래킹(Tracking)의 발생 메커니즘과 방지대책을 설명하시오.

답)

출처 : 기타자료

#### 1. 트래킹(Tracking)의 발생 메커니즘

- (1) 전압이 인가된 이극 도체간의 고체 절연물 표면에 도전성 오염물질이 부착하면 오염된 곳의 표면을 따라 전류가 흐르고 전류 흐름에 의한 줄열에 의해 표면이 국부적으로 건조해지고 부착물간에 미소발광 방전이 일어난다.
- (2) 이것이 지속적으로 반복되면 절연물 표면의 일부가 분해되어 탄화 및 침식됨에 도전성 물질이 생성된다.
- (3) 도전성 물질이 생성되면 미세 불꽃 방전의 원인이 되어 전해질이 소멸되어도 방전은 지속되고 다른 극의 전극 간에는 도전성의 통로(Track)가 형성된다. 이것을 트래킹 현상이라 한다.
- (4) 트래킹 발생장소  
전압이 인가된 이극 도체(전선, 코드, 케이블, 배선기구 등의 전기제품)간의 고체 절연물
- (5) 트래킹 발생의 원인 물질
  - 1) 수분을 많이 함유한 먼지 등의 전해질의 이물질
  - 2) 금속가루 등 조체성분의 이물질

#### 2. 트래킹(Tracking)의 방지대책

- (1) 수분이 침투하지 않도록 케이블 단말처리 철저
- (2) 지중인입케이블을 TR CN/CV-W 수밀형의 트리억제형 케이블 적용
- (3) 케이블 포설시 기계적인 스트레스 및 손상에 주의
- (4) 전기기기는 먼지와 수분이 침투하지 않도록 한다
- (5) 열화진단을 주기적으로 실시하여 예방진단

**1-8. 조도계산시 필요한 요소 중 다음 항목에 대하여 설명하시오.**

- (1) 광손실률(LLF : Light Loss Factor)
- (2) 회복 불가능 요인과 회복 가능 요인

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.69, 기타자료

**1. 광손실률(LLF : Light Loss Factor)**

- (1) 광손실률은 광원으로부터 이동할 때 빛이 감소하는 크기를 측정
- (2) 조명 설비를 켜는 경우 빛은 광원(램프 또는 안정) 및 조명 설비(예 : 램프 음영 또는 렌즈 트로퍼)를 지나 빛이 필요한 작업 기준면에 도달합니다. 그 동안 광원, 조명 설비 및 기타 환경 요소가 빛을 가려, 전송되는 빛의 양이 줄어든다.
- (3) 광손실을 LLF : 회복가능요인×회복불가능요인

**2. 회복 불가능 요인과 회복 가능 요인**

- (1) 회복 가능 요인 : 램프수명, 램프출력 등기구오염, 실내오염
  - 1) 램프 경사 손실률 : 메탈할라이드 램프의 경우 램프의 위치로 인해 손실되는 빛의 양을 측정한다. 램프의 각도로 인해 전구의 냉점이 변경되는 경우 빛의 양이 감소합니다. 1.0보다 작은 값은 빛의 손실을 나타냅니다.
  - 2) 표면 감광보상률 : 조명 설비가 오래되고 표면 상태가 저하되어 손실되는 빛의 크기를 측정한다. 예를 들어 차폐 재료가 오염되거나 탈색되면 발산되는 빛의 양이 달라집니다. 1.0보다 작은 값은 빛의 손실을 나타냅니다.
  - 3) 램프 루멘 감쇄 : 램프가 오래되면 예측 가능한 커브에서 빛의 양이 감소하게 됩니다. 일반적인 전략은 수명의 40%에서 평균 램프 루멘 감쇄(LLD) 값을 사용하는 것입니다. 유효한 값은 0(영)에서 1 사이입니다. 예를 들어 컴팩트 형광은 LLD 비율이 0.85입니다. 즉, 평균 출력이 초기 루멘의 85%이며 램프가 오래되어 수명이 끝날 때까지 평균 15%의 빛이 손실됩니다.
  - 4) 발광체 먼지 감쇄 : 조명 설비에 갇힌 환경 먼지로 인해 손실되는 빛의 양을 측정한다. 유효한 값은 0(영)에서 1 사이입니다. 예를 들어 값 0.9는 설비에서 초기 루멘의 90%를 생성하며 갇힌 먼지로 인해 10%가 손실됨을 나타냅니다.
- (2) 회복 불가능 요인 : 등기구 전압, 등기구 주위온도, 등기구 표면온도, 안정기Factor
  - 1) 온도 손실/이득률 : 형광 광원의 경우 이상적인 작동 온도의 위 또는 아래 편차로 인해 빛이 손실되거나 증가하는 양을 측정한다. 유효한 값은 0(영)에서 2 사이입니다. 값 1.0은 온도 변화로 인한 빛의 손실이나 증가가 없음을 나타냅니다. 1.0보다 큰 값은 빛의 증가를 나타냅니다. 1.0보다 작은 값은 빛의 손실을 나타냅니다.
  - 2) 전압 손실/이득률 : 광원으로 전달되는 전압의 변동으로 인해 빛이 손실되거나 증가하는 양을 측정한다. 유효한 값은 0(영)에서 2 사이입니다. 값 1.0은 전압 변화로 인한 빛의 손실이나 증가가 없음을 나타냅니다. 1.0보다 큰 값은 빛의 증가를 나타냅니다. 1.0보다 작은 값은 빛의 손실을 나타냅니다.

- 3) 안정 손실률 : 램프 및 안정이 한 시스템으로서 함께 작동할 경우 손실이 발생합니다. 안정 손실률은 지정된 안정에서 생성되는 램프의 초기 정격 루멘 비율입니다. 유효한 값은 0(영)에서 1 사이입니다. 예를 들어 값 0.95는 안정에서 초기 루멘 값의 95%를 생성하고 5%가 손실됨을 나타냅니다.



### 1-9. 공동주택 단위 세대의 부하산정 방법을 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.544, 기타자료

#### 1. 공동주택 단위 세대의 부하산정 방법

- (1) 설비용량=면적×표준부하+가산부하
- (2) 표준부하 적용시 세대당 가산부하

부하명		가산부하
주택, 아파트 (1세대당)	전용면적 40m <sup>2</sup> 이하	1,200 VA
	전용면적 40m <sup>2</sup> 초과	1,000 VA

- (3) 부하의 산정

부하의 산정은 내선규정 205-1에 의거 산출하며, 실부하와 표준부하 중에 큰 것을 적용한다.

- (4) 적용 부하는 아래의 용량 이상을 적용한다.

규모	용량	비고
40m <sup>2</sup> 이하인 규모	세대당 2,000VA	
40m <sup>2</sup> 초과인 규모	세대당 2,400VA	
60m <sup>2</sup> 이상인 규모	기본 3kW에 60m <sup>2</sup> 을 초과하는 10m <sup>2</sup> 당 0.3kW를 더한 값 이상	주택건설 기숙기준 등에 관한 규정 제40조

**1-10. KS C IEC 60364-7-710(특수설비 또는 특수장소에 대한 요구사항-의료장소)에서 규정하고 있는 상용전원 공급이 중단될 경우의 비상전원 공급 방안을 설명하시오.**

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.558, KS C IEC 60364-7-710

**1. KS C IEC 60364-7-710(특수설비 또는 특수장소에 대한 요구사항-의료장소)에서 규정하고 있는 상용전원 공급이 중단될 경우의 비상전원 공급 방안**

(1) 비상전원 분류

등급	내용
0 등급(차단 없음)	차단 없이 공급 가능한 자동전원
0.15등급(극소시간 차단)	0.15초 이내에 공급 가능한 자동전원
0.5등급(순간 차단)	0.5초 이내에 공급 가능한 자동전원
15등급(중간 차단)	15초 이내에 공급 가능한 자동전원
등급 > 15(장시간 차단)	15초 이상에서 공급 가능한 자동전원

주 1) 일반적으로 의료전기기기를 위해 차단 없는 전원을 제공할 필요는 없다. 다만, 특정 마이크로프로세서 - 제어식 기기는 그러한 전원을 필요로 할 수도 있다.

2) 서로 다른 등급이 있는 장소에 제공되는 비상전원은 차단시간이 짧은 등급을 기준으로 공급되어야 한다.

(2) 세부요구사항

1) 절환주기가 0.5초 이하인 전원

배전반에서 하나 또는 그 이상의 상도체에서 전압 결함이 발생할 경우, 특별 비상전원은 수술 대의 조명과 그 밖의 필수 조명(내시경 등)을 위하여 최소한 3시간 동안 유지하여야 하고, 0.5초를 넘지 않는 절환주기 내에 전원을 복원하여야 한다.

① 0.5초 이내에 전력공급이 필요한 생명유지 장치

② 그룹 2 또는 그룹 1의 의료장소의 수술 등, 내시경, 수술실 테이블, 기타 필수 조명

2) 절환주기가 15초 이하인 전원

710.556.7.5와 710.556.8에 따른 기기는 비상전원용 주배전반에서 하나 또는 그 이상의 상도체의 전압이 전원전압 공칭 값의 10% 이상 감소하였을 때 최소 24시간 동안 기기를 유지할 수 있는 비상전원에 15초 안에 접속하여야 한다.

3) 절환주기가 15초 이상인 전원

병원서비스의 유지를 위해 요구되는 기기는 자동으로 또는 수동으로 최소 24시간 동안 유지 가능한 비상전원에 접속할 수 있다. 예를 들면 다음과 같은 기기들이 포함된다.

**1-11. 전력시설물 설계감리에 대하여 다음을 설명하시오**

- (1) 설계감리의 대상
- (2) 설계감리의 업무범위
- (3) 설계감리의 설계도서 보관의무

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.605, 608

**1. 설계감리의 대상**

- (1) 용량 80만[kW]이상의 발전설비
- (2) 전압 30만[V]이상의 송전 및 변전설비
- (3) 전압 10만[V]이상의 수전설비, 구내배전설비, 전력사용설비
- (4) 전기철도의 수전설비, 철도신호설비, 구내배전설비, 전차선설비, 전력사용설비
- (5) 국제공항의 수전설비, 구내배전설비, 전력사용설비
- (6) 21층 이상 또는 연면적 5만[m<sup>2</sup>]이상인 건축물의 전력시설물(주택법 제2조 제2호에 따른 공동주택의 전력시설물 제외)
- (7) 그 밖에 산업통상자원부령으로 정하는 전력시설물

**2. 설계감리의 업무범위**

- (1) 설계감리의 업무범위
  - 1) 전력시설물 공사의 관련법령, 기술기준, 설계기준 및 시공기준에의 적합성 검토
  - 2) 사용자재의 적정성 검토
  - 3) 설계의 경제성 검토
  - 4) 설계공정의 관리에 관한 검토
  - 5) 설계내용의 시공 가능성에 대한 사전검토
  - 6) 공사기간 및 공사비의 적정성 검토
  - 7) 설계도면 및 설계설명서 작성의 적정성 검토
- (2) 설계감리원의 업무 수행능력
  - 1) 주요 설계용역 업무에 대한 기술자문
  - 2) 사업계획 및 타당성조사 등 전 단계의 용역수행내용 검토
  - 3) 시공성 및 유지관리 용이성 검토
  - 4) 설계도서의 누락, 오류, 불명확한 부분에 대한 추가 및 정정지시, 확인
  - 5) 설계업무공정 및 기성관리의 검토, 확인
  - 6) 설계감리 결과보고서 작성
  - 7) 그 밖에 계약문서에 명시된 사항

### 3. 설계감리의 설계도서 보관의무

법 제11조제7항에 따라 전력시설물의 설계도서는 다음 각 호의 기준에 따라 보관하여야 한다. 다만, 「전기사업법」 제2조제2호에 따른 전기사업자의 보관기준은 지식경제부장관이 따로 정한다.

- (1) 전력시설물의 소유자 및 관리주체는 전력시설물에 대한 실시설계도서 및 준공설계 도서를 시설물이 폐지될 때까지 보관할 것
- (2) 설계업자는 그가 작성하거나 제공한 실시 설계도서를 해당 전력시설물이 준공된 후 5년간 보관할 것
- (3) 법 제12조제1항에 따른 감리업자(이하 “감리업자”라 한다)는 그가 공사감리한 준공설계도서를 하자담보책임기간이 끝날 때까지 보관할 것

## 1-12. 전자기학 관련 되는 맥스웰방정식에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.181

### 1. 맥스웰 방정식

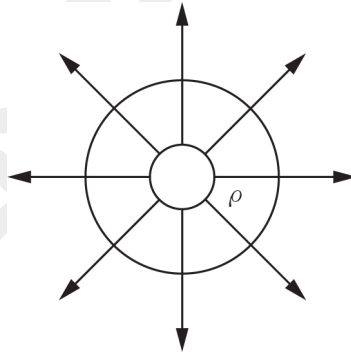
- (1) 전자기 현상의 모든 면을 통일적으로 기술하고 있는 전자기학의 기초가 되는 방정식이다. 이 방정식을 기본으로 하여 맥스웰이 전자기장이론을 확립하였다.
- (2) 가우스 법칙, 자기에 대한 가우스 법칙, 맥스웰이 수정한 암페어 법칙, 패러데이 법칙 이상 4개의 법칙을 맥스웰 방정식이라고 한다. 맥스웰은 전자기 현상이 4개의 방정식을 토대로 완전하게 기술될 수 있음을 보였다. 즉 전자기장과 관련된 어떠한 방정식도 이 방정식으로 부터 정확하게 유도할 수 있다.

### 2. 맥스웰 제1방정식 : 가우스 법칙

- (1) 가우스법칙은 전하에 의한 전기장을 기술하며, 쿨롱의 법칙을 유도하는데 사용할 수 있다.
- (2)  $\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$  : 발산되는 전속밀도는 전하의 양과 같다.

$$\nabla \cdot \epsilon \mathbf{E} = \rho$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon} = \frac{\text{전하의 양}}{\text{유전율}}$$

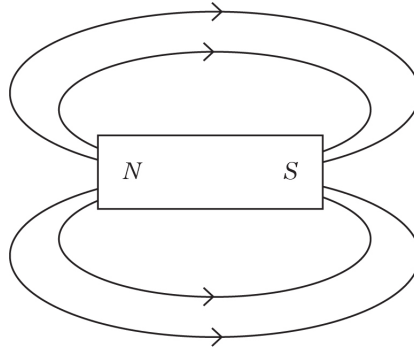


### 2. 맥스웰 제2방정식 : 자기에 대한 가우스 법칙

- (1) 자기에 대한 가우스법칙은 자기력선은 연속이며, 자기 홀극(magnetic monopole)은 존재하지 않는다. 자기 홀극이 없다는 것은 자석을 아주 작게 잘라도 N극과 S극으로 나누어진다는 말이다.

- (2)  $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$  : 발산되는 자속밀도는 0이다.

$$\nabla \cdot \mu \mathbf{H} = 0$$



### 3. 맥스웰 제3방정식 : 암페어의 법칙

- (1) 맥스웰이 수정한 암페어 법칙은 시간에 따라 변하는 전기장은 자기장을 생성할 수 있다는 암페어 법칙에 맥스웰이 다른 항을 하나 더 추가하여 만들었다. 이 부가적인 항을 변위 전류라 하며, 전기 선속의 시간 변화율에 의존한다.

$$(2) \nabla \times \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} = \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} : \text{변위전류}$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} : \text{전도전류}$$

$$(3) \nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

회전하는 자계는 전도전류, 변위전류 생성

- (4) 암페어의 법칙

### 4. 맥스웰 제4방정식 : 패러데이 법칙

- (1) 패러데이 법칙은 시간에 따라 변하는 자기장은 전기장을 생성할 수 있다.

$$(2) \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$$

회전하는 전계는 자계의 시간에 따른 변화량과 반대방향

- (3) 패러데이 법칙

**1-13. 전기설비기술기준의 판단기준을 대체하는 한국전기설비규정(KEC) 제·개정 주요 사항 중 수전전압별 접지설계 시 고려사항에 대하여 설명하시오.**

답)

출처 : 한국전기설비규정(KEC)

**1. 한국전기설비규정(KEC) 제·개정 주요사항 중 수전전압별 접지설계 시 고려사항**

- (1) 저압수전 수용가 접지설계 : 주상변압기를 통해 저압전원을 공급 받는 수용가의 경우 지락전류 계산과 자동 차단조건 등을 고려하여 접지설계
- (2) (특)고압수전 수용가 접지설계 : (특)고압으로 수전 받는 수용가의 경우 접촉·보폭전압과 대지전위상승(EPR), 허용 접촉전압 등을 고려하여 접지설계

접지대상	현행 접지방식		KEC 접지방식
(특)고압설비	1종 : 접지저항 10Ω		• 계통접지 : TN, TT, IT 계통 • 보호접지 : 등전위본딩 등 • 피뢰시스템접지
600V 이하 설비	특3종 : 접지저항 10Ω		
400V 이하 설비	3종 : 접지저항 100Ω		
변압기	2종 : (계산요함)		“변압기 중성점 접지”로 명칭 변경

접지대상	현행 접지도제 최소단면적		KEC 접지방식
(특)고압설비	1종	6.0mm <sup>2</sup> 이상	• 상도체 단면적 S(mm <sup>2</sup> )에 따라 선정 S ≤ 16 : S 16 < S ≤ 35 : 16 35 < S : S/2 • $S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$
600V 이하 설비	특3종	2.5mm <sup>2</sup> 이상	
400V 이하 설비	3종	2.5mm <sup>2</sup> 이상	
변압기	2종	16.0mm <sup>2</sup> 이상	

## 제 2교시 문제풀이

2-1. 서지보호장치(SPD)의 적용범위, 타 기기와 보호협조, 적용장소에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.608

### 1. 개요

SPD는 서지전류 분류하고 서지전압을 제한하기 위한 비선형소자 1개 이상 내장한 장치

### 2. 서지보호장치(SPD)

#### (1) 적용범위

- 1) 건축물에 설치하는 기기에 필요한 정격 충격전압은 기기의 설치장소 및 공칭전압에 따라 <표 4>에 표시한 충격전압 보다 높아야 한다.

<표 4> 기기의 정격 충격 내전압

공칭 전압*		필요한 충격 내전압 (kV)			
3상계통	단상계통	설비의 인입구 기기(내충격 범주 IV)	간선 및 분기회로 기기 (내충격범주 III)	부하기기 (내충격 범주 II)	특별히 보호되는 기기 (내충격 범주 I)
-	120-240	4	2.5	1.5	0.8
230/440 277/480	-	6	4	2.5	1.5
400/690	-	8	6	4	2.5
1000	-	기술자가 지정하는 값			

\* IEC 60038(표준전압)에 따른다.

#### 2) 과전압 카테고리별 설치기기는 다음과 같다.

- ① 과전압범주 IV 기기는 건축전기설비의 인입구 또는 배전반·분전반의 전원측에 사용하기 위한 것이다. 예로서 인입용전선, 전력량계, 전류제한기, 누전차단기 등을 들 수 있다.
- ② 과전압범주 III 기기는 고정전기설비의 일부인 기기 및 기타 기기로 사용등급이보다 높다고 예상되는 기기이다. 예로서, 고정전기설비 내의 분전반, 차단기, 콘센트, 케이블 또는 산업용 기기 고정설비에 상시 접속하는 전동기 등을 들 수 있다.

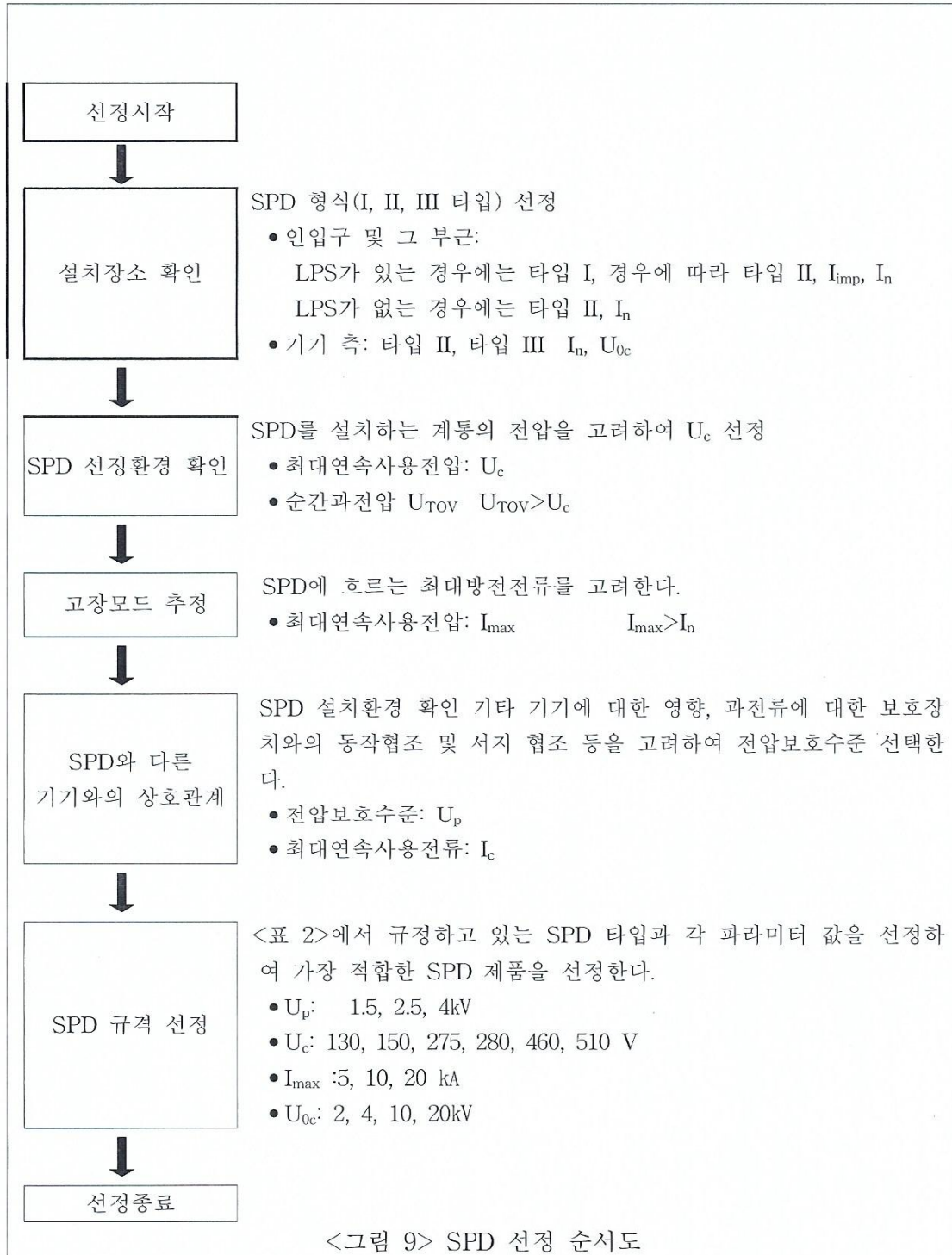


③ 과전압범주 II 기기는 건축물의 고정설비에 접속하는 기기이다. 예로서 가전기기, 이동형기기 등을 들 수 있다.

④ 과전압범주 I 기기는 과도과전압을 일정수준까지 제한하기 위해 기기(고정설비또는 고정설비와 해당기기 사이)의 외부에 설치한다. 예로서, 전자기기, 기기내부 등을 들 수 있다.

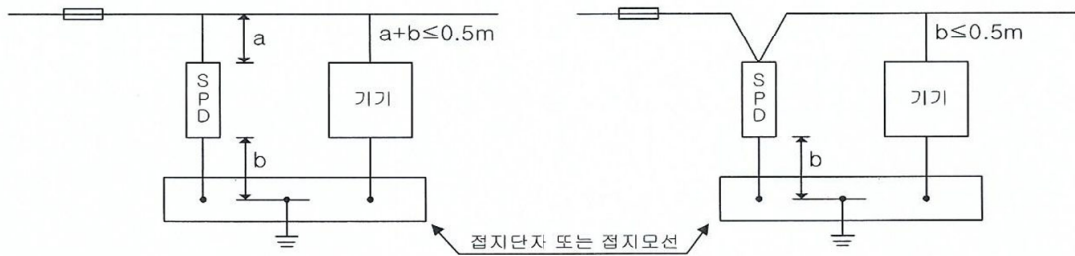
## (2) 타 기기와 보호협조

1) 같은 전력계통에 설치된 SPD가 여럿인 경우에는 SPD 간 필요한 에너지 협조를 고려하여 <그림 9>와 같은 순서대로 설치해야 한다.



## (3) 적용장소

- 1) 설비의 인입구 또는 그 부근에서 중성선이 보호도체(PE)에 연결되어 있거나 중성선이 없는 경우에는 상도체와 주접지단자 사이 또는 상도체와 보호도체 사이
- 2) 설비의 인입구 또는 그 부근에서 중성선과 보호도체가 직접 연결되어 있지 않으면 다음 중 하나를 선택한다.
  - ① 상도체와 주접지단자 또는 보호도체 사이 및 중성선과 주접지단자 사이 또는 보호도체 사이
  - ② SPD를 누전차단기 전원측에 설치하는 경우, SPD를 상도체와 중성선 사이 및 중성선과 주접지단자 또는 보호도체 사이



&lt;그림 2&gt; 설비 인입구나 그 부근에서 SPD 설치 예

- 3) SPD의 연결도체 길이가 길어지면 뇌서지 회로의 임피던스가 증가하여 과전압 보호의 효율성이 떨어지므로 가급적이면 짧게 한다. SPD 연결도체의 길이는 <그림 2>와 같이 0.5m를 초과하지 않게 한다.
- 4) SPD 연결도체는 단면적  $10\text{mm}^2$  이상의 동선과 이와 동등 이상이어야 한다. 단, 건축물에 피뢰설비가 없는 경우는 단면적  $4\text{mm}^2$  이상도 가능하다.
- 5) SPD 추가 보호
  - ① 과전압에 민감한 기기(전자기기, 컴퓨터)가 있는 곳
  - ② 인입구에 설치된 SPD와 보호대상 기기 간의 거리가 상당히 먼 경우
  - ③ 뇌방전과 내부 교란원(Source)에 의해 구조물 내부에 자계가 생성되는 경우

## 2-2. 가교폴리에틸렌(XLPE) 케이블에 대하여 다음을 설명하시오.

### (1) 구조와 특징

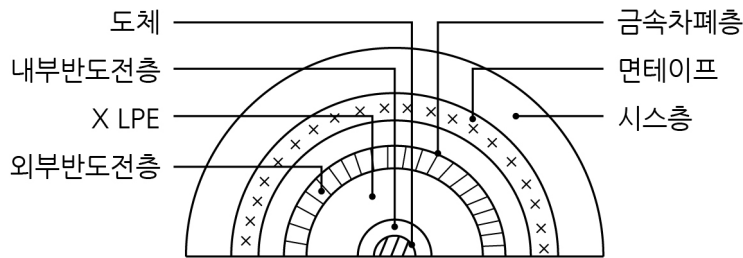
### (2) 시스(sheath)전위 저감 대책인 접지방식 2가지(고압케이블 기준)

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.273, 288

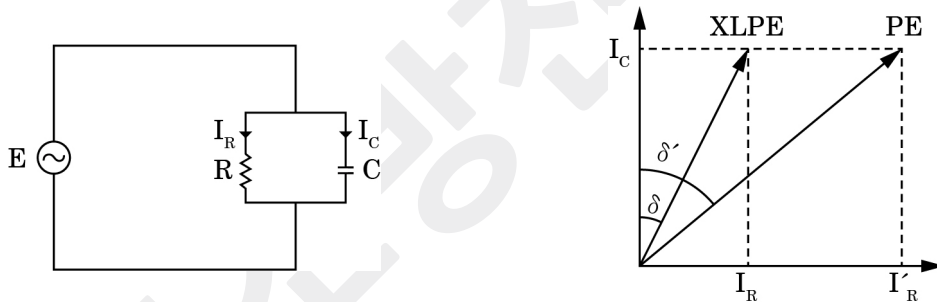
## 1. 구조와 특징

### (1) 구조



### (2) 특징

1) 유전체 손실이 적다.



$$P_1 = EI_R = EI_C \tan \delta = \omega CE^2 \tan \delta \text{ [w/kg]}$$

- 2) 내유성, 내약품성이 우수하다.
- 3) 내열성이 우수하다.
- 4) 가요성 우수하여 굴곡 지역의 통과가 쉽다.
- 5) 보수 및 고장 복구가 용이하다.
- 6) 접속 공사가 간단하다.
- 7) 제조 기술이 필요하다.(Void, 돌기, 이물질)
- 8) Tree가 발생한다.

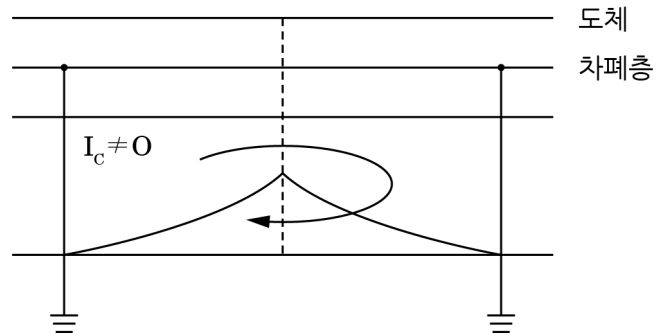
구분	허용온도	단락시 허용온도	단락전류
IV	60	120	$I_s = 96 \frac{A}{\sqrt{t}}$
HIV	75	140	$I_s = 98 \frac{A}{\sqrt{t}}$
CV	90	230	$I_s = 134 \frac{A}{\sqrt{t}}$

## 2. 시스(sheath)전위 저감 대책인 접지방식 2가지(고압케이블 기준)

### (1) 양단접지

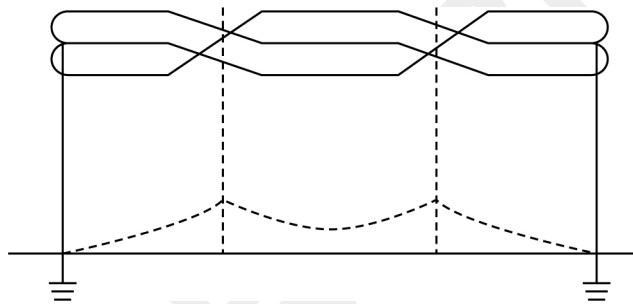
- 1) 차폐층 양단 접지
- 2) 시스 유기전압 감소

- 3) 시스 순환전류 손실 크다.  
4) 적용 : 장거리 선로



(2) 크로스본드 접지

- 1) 본드선으로 3상 연가, 3구간 마다 접지  
2) 차폐층 연가 → 유도전압 벡터합성 = 0 → 시스 유기전압 가장 작다.  
3) 적용 : 공장이 긴 초고압 케이블(22.9kV이하 사용 불가)



### 2-3. 정류기와 인버터의 리플프리(Ripple Free)직류와 백리플(Back Ripple)의 발생원인과 영향 및 대책에 대하여 설명하시오.

답)

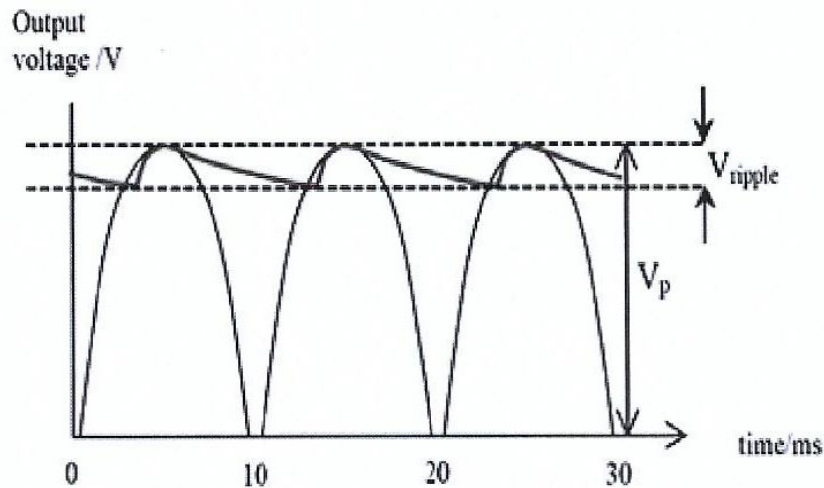
출처 : 기타자료

#### 1. 개요

#### 2. 정류기와 인버터의 리플프리(Ripple Free)직류와 백리플

##### (1) 발생원인, 영향

- 1) 저압 옥내직류 전기설비에 제공되는 직류는 IEC 60364-4-41에서 규정하고 있는 리플프리직류에 대한 정의를 말하며, 리플프리직류는 교류를 직류로 변환할 때 리플 성분(즉, 맥동 성분)을 10%(실효값) 이하로 포함한 직류를 말한다.



[그림 1] 저압 옥내직류 전기설비의 리플프리직류

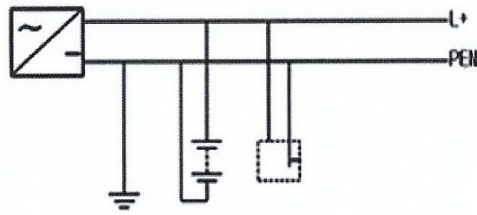
- 2) 그리고, 직류를 공급하는 경우 고조파 전류는 KS C IEC 61000-3-2(입력전류 16A 이하 기기 고조파 방사전류 한계 값) 및 KS C IEC 61000-3-12(입력전류 16A 초과 75A 이하 저압계통에 연결된 기기에서 발생하는 고조파 전류의 한계 값)의 규정 값 이하가 되어야 한다
- 3) 인버터에서 60Hz 만드는 과정에서 DC 전압쪽에 인버터측의 DC커패시터스 측에 60Hz의 리플이 생기게 되고 이것을 백리플이라 한다

##### (2) 대책

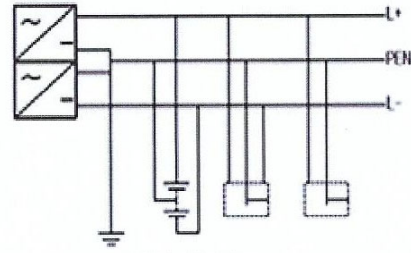
##### 1) 저압 옥내직류 전기설비의 접지

- ① 저압 옥내직류 전기설비는 전로 보호장치의 확실한 동작 확보, 이상전압 및 대지전압의 억제 등을 위하여 직류 2선식의 임의의 한 점 또는 변환장치의 직류 측 중간점, 태양전지의 중간점 등을 접지해야 한다. 다만, 직류 2선식을 다음 각 호에 의하여 시설하는 경우는 그러하지 아니한다.
  - ㉠ 사용전압이 60V 이하인 경우
  - ㉡ 접지점출기를 설치하고 특정구역 내 산업용 기계 기구에만 공급하는 경우

- ㉞ 교류 계통접지를 적용한 교류계통으로부터 공급을 받는 정류기에서 인출되는 직류계통
- ㉟ 최대전류 30mA 이하의 직류화재 경보회로



2선식 직류 계통



3선식 직류 계통

[그림 2] 직류회로와 계통접지 사례

- ② 직류전기설비의 접지시설을 양(+)도체에 접지하는 경우는 감전에 대한 보호를 해야 한다.
  - ③ 직류전기설비의 접지시설을 음(-)도체에 접지하는 경우는 전기부식방지를 해야 한다(직류 전로를 접지하는 경우는 직류 누설전류의 전기부식작용으로 다른 금속체에 의한 손상 위험이 없도록 시설이 필요함)
  - ④ 직류접지계통은 교류접지계통과 같은 방법으로 금속제 외함, 교류접지선 등과 본딩하여야 하며, 교류접지가 피뢰설비, 통신접지 등과 통합접지되어 있는 경우는 판단기준 제18조 제 7항에 따라 시설하여야 한다.
- 2) 저압 직류과전류차단장치의 시설
- ① 제38조에 의하여 직류전로에 과전류차단기를 설치하는 경우 직류 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 하고 '직류용' 표시를 하여야 한다. 왜냐하면, 직류 전로는 차단 시 소호가 용이하지 않고, 큰 아크전압이 발생하기 때문에 단락전류 차단능력을 가져야 한다.
  - ② 다중 전원의 공급전로를 차단하는 과전류차단기의 보호장치 동작은 모든 전원을 차단할 수 있도록 시설하여야 한다.
- 3) 저압 직류지락차단장치의 시설
- ① 직류전로에는 지락이 생겼을 때 자동으로 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 하며, '직류용' 표시를 하여야 한다.

## 2-4. 건축전기설비 설계기준에 따라 전기 샤프트(ES)에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- (1) 설계 및 시공 시 고려사항
- (2) 전기 샤프트 면적산정 방법
- (3) 초고속 정보통신인증 대상 건축물의 정보통신용 샤프트(TPS) 면적 기준

답)

출처 : 건축전기설비 설계기준

### 1. 설계 및 시공 시 고려사항

#### (1) 건축적 고려사항

- 1) 전기샤프트(ES)는 전력용(EPS)과 정보통신용(TPS)과 같이 용도별로 구분하여 설치한다. 다만, 각 용도의 설치 장비 및 배선이 적은 경우는 공용으로 사용한다.
- 2) ES는 각층마다 같은 위치에 설치한다.
- 3) ES는 연면적  $3,000\text{m}^2$  이상 건축물의 경우 1개 층을 기준하여  $800\text{m}^2$  마다 설치한다. (다만, 용도에 따라 면적을 달리할 수 있다)
- 4) ES의 면적은 보, 기둥부분을 제외하고 산정하며, 기기의 배치와 유지보수에 충분한 공간으로 하고, 건축적인 마감을 시행한다.
- 5) ES의 점검구는 유지보수 시 기기의 반입 및 반출이 가능하도록 하여야 하며, 점검구 문의 폭은 90cm 이상으로 한다.

#### (2) 환경적 고려사항

각층 바닥과 ES 점검문짝 하단과는 높이 차(턱)를 두어 만약의 층 침수 시 물이 넘치지 않도록 해야 한다.

#### (3) 전기적 고려사항

- 1) ES는 공급대상 범위의 배선거리, 전압강하, 설치장비의 크기 · 수량 등을 고려하여 가능한 한 공급대상설비 시설 위치의 중심부에 위치해야 한다.
- 2) ES는 공급대상 쪽으로의 범위에 가능한 한 넓게 면하도록 하여 배선의 소통이 원활하고 건축 구조의 부담이 적도록 한다.
- 3) ES는 현재 장비 이외에 장래의 배선 등에 대한 여유성을 고려한 크기로 한다.
- 4) 정보통신 및 약전설비가 상당부분에 설치되는 정보화건축물(U-city, 인텔리전트빌딩 등)의 경우는 정보통신용 ES(TPS)를 별도 설치하고, 위치 선정 시는 전자기적 장애(EMC)에 문제가 없도록 전력 배선과는 병행되지 않도록 위치를 선정한다. 다만, EMC에 대비가 된 경우는 그러하지 않다.

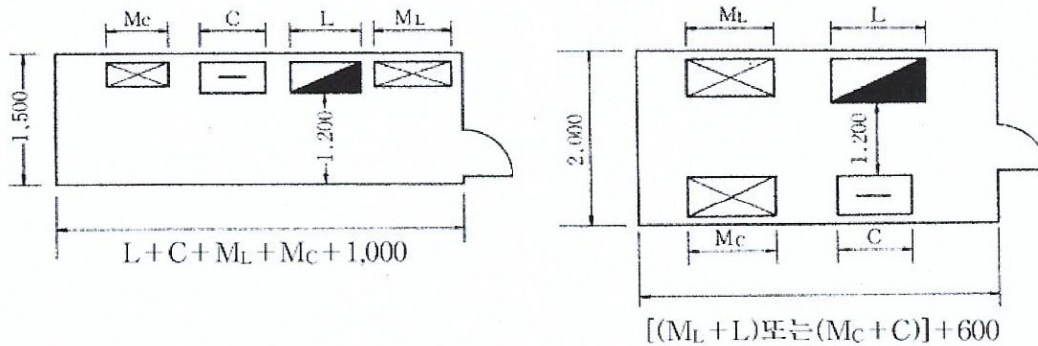
### 2. 전기 샤프트 면적산정 방법

- (1) ES면적은 내부에 설치되는 기기, 케이블 포설 공간 이외에 증설, 유지, 보수를 위한 공간이 필요하다. 다만, ES내 기기 배치가 1열로 되고 맞은편 벽을 기기 크기만큼 열 수 있게 하는 경우에는 유지, 보수를 위한 공간을 줄일 수 있다.



(2) 면적산정

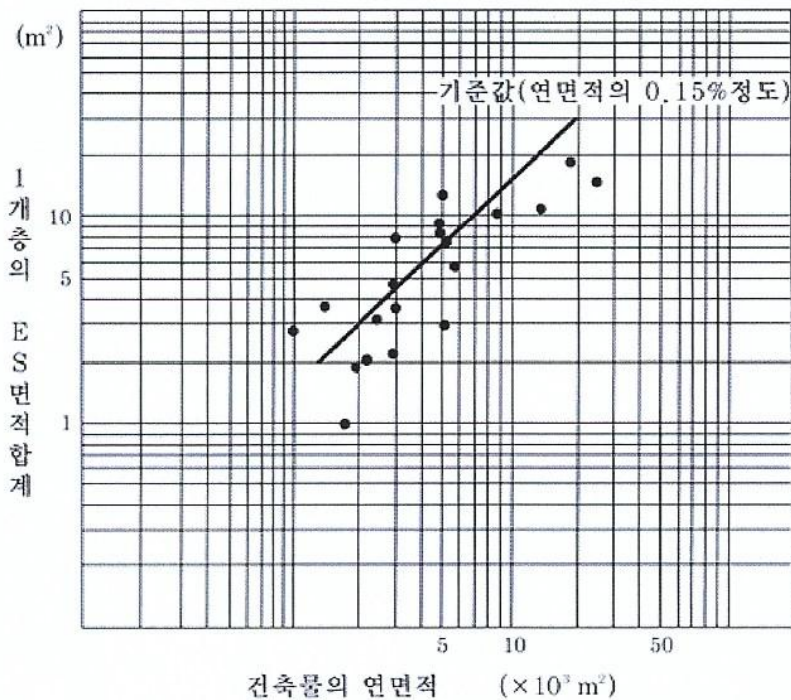
1) 기기의 배치에 의해 다음 그림을 참조한다



주) L : 분전반  
C : 단자반

M<sub>L</sub> : 전력간선 스페이스  
M<sub>C</sub> : 약전, 통신간선 스페이스

2) 연면적에 대비한 ES면적(1개 층)은 다음 그림을 참조한다.



3. 초고속 정보통신인증 대상 건축물의 정보통신용 샤프트(TPS) 면적 기준

- (1) 건축물에서의 정보통신용 ES(TPS)는 초고속정보통신 건축물의 경우에는 업무용건축물인 경우는 다음 표를 참조한다.
- (2) 다만, 공동주택 각 동별 간선을 설치하기위한 정보통신용 공간으로 각층 별로 초고속정보통신건물 인증 특등급일 때는  $1.12\text{m}^2$ (깊이는 0.8m 이상), 1등급 이하일 때는  $0.24\text{m}^2$ (깊이는 0.3m 이상)을 확보하거나, 각 동별로  $5.4\text{m}^2$  이상의 정보통신용 ES(TPS)를 설치한다.



대 상	구 분	면 적 (m <sup>2</sup> )	비 고
6층 이상이고 연면적 5,000 m <sup>2</sup> 이상	1,000 이상	10.2 이상	각 층별 설치, 1개소 이상
	800 이상	8.4 이상	
	500 이상	6.6 이상	
	500 미만	5.4 이상	

주 : 1) 2개층 이상을 1개로 통합하여 설치 가능하다. 다만, 합산 면적이 1,000 m<sup>2</sup> 초과마다 1개씩 추가 한다.

2) 층별로 2개소 이상으로 분리하여 설치코자 하는 경우에는 각 정보통신용 ES(TPS)는 5.4 m<sup>2</sup> 이상이어야 하고 합계 면적은 상기 표 이상으로 한다.

## 2-5. 지능형 홈네트워크 설비의 설치방법 및 설치 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 과학기술정보통신부고시 [지능형 홈네트워크 설비 설치 및 기술기준]

### 1. 개요

홈네트워크 설비 설치 및 기술기준은 「주택법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제13호와 「주택건설기준 등에 관한 규정」(이하 “주택건설기준”이라 한다) 제32조의2에 따른 지능형 홈네트워크(이하 “홈네트워크”라 한다) 설비의 설치 및 기술적 사항에 관하여 위임된 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

### 2. 지능형 홈네트워크 설비의 설치방법

#### (1) 홈네트워크망

홈네트워크망의 배관·배선 등은 「방송통신설비의 기술기준에 관한 규정」 및 「접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준」에 따라 설치하여야 한다.

#### (2) 홈게이트웨이

- 1) 홈게이트웨이는 세대단자함에 설치하거나 세대단말기에 포함하여 설치할 수 있다.
- 2) 홈게이트웨이는 이상전원 발생시 제품을 보호할 수 있는 기능을 내장하여야 하며, 동작 상태와 케이블의 연결 상태를 쉽게 확인할 수 있는 구조로 설치하여야 한다.

#### (3) 세대단말기

세대내의 홈네트워크 사용기기들과 단지서버 간의 상호 연동이 가능한 기능을 갖추어 세대 및 공용부의 다양한 기기를 제어하고 확인할 수 있어야 한다.

#### (4) 단지네트워크장비

- 1) 단지네트워크장비는 집중구내통신실 또는 통신배관실에 설치하여야 한다.
- 2) 단지네트워크장비는 홈게이트웨이와 단지서버 간 통신 및 보안을 수행할 수 있도록 설치하여야 한다.
- 3) 단지네트워크장비는 외부인으로부터 직접적인 접촉이 되지 않도록 별도의 함체나 랙(rack)으로 설치하며, 함체나 랙에는 외부인의 조작을 막기 위한 잠금장치를 하여야 한다.

#### (5) 단지서버

- 1) 단지서버는 집중구내통신실 또는 방재실에 설치할 수 있다. 다만 단지서버가 설치되는 공간에는 보안을 고려하여 영상정보처리기기 등을 설치하되 관리자가 확인할 수 있도록 하여야 한다.
- 2) 단지서버는 외부인의 조작을 막기 위한 잠금장치를 하여야 한다.
- 3) 단지서버는 상온·상습인 곳에 설치하여야 한다.
- 4) 제1항부터 제3항까지의 규정에도 불구하고 국토교통부장관과 사전에 협의하고, 「국가균형발전 특별법」제22조에 따른 지역발전위원회에서 선정한 단지서버 설치 규제특례 지역의 경우에는 「클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률」제2조제3호에 따른 클라우드 컴퓨팅서비스를 이용하는 것으로 할 수 있으며 다음 각 목의 사항이 발생하지 않도록 하여야 한다.

- ① 정보통신 보안 문제
- ②통신망 이상발생에 따른 홈네트워크사용기기 운영 불안정 문제
- (6) 홈네트워크사용기기 : 홈네트워크사용기기를 설치할 경우, 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.
  - 1) 원격제어기기는 전원공급, 통신 등 이상상황에 대비하여 수동으로 조작할 수 있어야 한다.
  - 2) 원격검침시스템은 각 세대별 원격검침장치가 정전 등 운용시스템의 동작 불능 시에도 계량이 가능해야하며 데이터 값을 보존할 수 있도록 구성하여야 한다.
  - 3) 감지기
    - ① 가스감지기는 LNG인 경우에는 천장 쪽에, LPG인 경우에는 바닥 쪽에 설치하여야 한다.
    - ② 동체감지기는 유효감지반경을 고려하여 설치하여야 한다.
    - ③ 감지기에서 수집된 상황정보는 단지서버에 전송하여야 한다.
  - 4) 전자출입시스템
    - ① 지상의 주동 현관 및 지하주차장과 주동을 연결하는 출입구에 설치하여야 한다.
    - ② 화재발생 등 비상시, 소방시스템과 연동되어 주동현관과 지하주차장의 출입문을 수동으로 여닫을 수 있게 하여야 한다.
    - ③ 강우를 고려하여 설계하거나 강우에 대비한 차단설비(날개벽, 차양 등)를 설치하여야 한다.
    - ④ 접지단자는 프레임 내부에 설치하여야 한다.
  - 5) 차량출입시스템
    - ① 차량출입시스템은 단지 주출입구에 설치하되 차량의 진·출입에 지장이 없도록 하여야 한다.
    - ② 관리자와 통화할 수 있도록 영상정보처리기와 인터폰 등을 설치하여야 한다.
  - 6) 무인택배시스템
    - ① 무인택배시스템은 휴대폰·이메일을 통한 문자서비스(SMS) 또는 세대단말기를 통한 알림 서비스를 제공하는 제어부와 무인택배함으로 구성하여야 한다.
    - ② 무인택배함의 설치수량은 소형주택의 경우 세대수의 약 10~15%, 중형주택 이상은 세대수의 15~20%로 정도 설치할 것을 권장한다.
  - 7) 영상정보처리기기
    - ① 영상정보처리기기의 영상은 필요시 거주자에게 제공될 수 있도록 관련 설비를 설치하여야 한다.
    - ② 렌즈를 포함한 영상정보처리기기장비는 결로되거나 빗물이 스며들지 않도록 설치하여야 한다.
- (7) 홈네트워크 설비 설치공간 : 홈네트워크 설비가 다음 공간에 설치 될 경우, 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.
  - 1) 세대단자함
    - ① 「접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준」 제30조에 따라 설치하여야 한다.
    - ② 세대단자함은 별도의 구획된 장소나 노출된 장소로서 침수 및 결로 발생의 우려가 없는 장소에 설치하여야 한다.

③ 세대단자함은 500mm×400mm×80mm(깊이) 크기로 설치할 것을 권장한다.

## 2) 통신배관실

- ① 통신배관실은 유지관리를 용이하게 할 수 있도록 하여야 하며 통신배관을 위한 공간을 확보하여야 한다.
- ② 통신배관실내의 트레이(tray) 또는 배관, 덕트 등의 설치용 개구부는 화재시 층간 확대를 방지하도록 방화처리제를 사용하여야 한다.
- ③ 통신배관실의 출입문은 폭 0.7미터, 높이 1.8미터 이상(문틀의 내측치수)이어야 하며, 잠금장치를 설치하고, 관계자의 출입통제 표시를 부착하여야 한다.
- ④ 통신배관실은 외부의 청소 등에 의한 먼지, 물 등이 들어오지 않도록 50밀리미터 이상의 문턱을 설치하여야 한다. 다만 차수판 또는 차수막을 설치하는 때에는 그러하지 아니하다.

## 3) 집중구내통신실

- ① 집중구내통신실은 「방송통신설비의 기술기준에 관한 규정」 제19조에 따라 설치하되, 단지 네트워크장비 또는 단지서버를 집중구내통신실에 수용하는 경우에는 설치 면적을 추가로 확보하여야 한다.
- ② 집중구내통신실은 독립적인 출입구와 보안을 위한 잠금장치를 설치하여야 한다.
- ③ 집중구내통신실은 적정온도의 유지를 위한 냉방시설 또는 흡배기용 환풍기를 설치하여야 한다.

# 3. 지능형 홈네트워크 설비의 설치 시 고려사항

## (1) 연동 및 호환성 등

- 1) 홈게이트웨이는 단지서버와 상호 연동할 수 있어야 한다.
- 2) 홈네트워크사용기기는 홈게이트웨이와 상호 연동할 수 있어야 하며, 각 기기 간 호환성을 고려하여 설치하여야 한다.
- 3) 홈네트워크 설비는 타 설비와 간섭이 없도록 설치하여야 하며, 유지보수가 용이하도록 설치하여야 한다.

## (2) 기기인증 등

- 1) 홈네트워크사용기기는 산업통상자원부와 과학기술정보통신부의 인증규정에 따른 기기인증을 받은 제품이거나 이와 동등한 성능의 적합성 평가 또는 시험성적서를 받은 제품을 설치하여야 한다.
- 2) 기기인증 관련 기술기준이 없는 기기의 경우 인증 및 시험을 위한 규격은 산업표준화법에 따른 한국산업표준(KS)을 우선 적용하며, 필요에 따라 정보통신단체표준 등과 같은 관련 단체 표준을 따른다.

## (3) 하자담보 등

- 1) 홈네트워크사용기기는 하자담보기간과 내구연한을 표기할 수 있다.
- 2) 홈네트워크사용기기의 예비부품은 5%이상 5년간 확보할 것을 권장하며, 이 경우 제1항의 규정에 따른 내구연한을 고려하여야 한다.

## 2-6. GIS(가스절연개폐장치)의 예방진단기술에 대하여 다음을 설명하시오.

- (1) 온라인형 부분방전 검출장치
- (2) 온라인형 LA 누설전류 측정장치
- (3) UHF PD 예방진단시스템

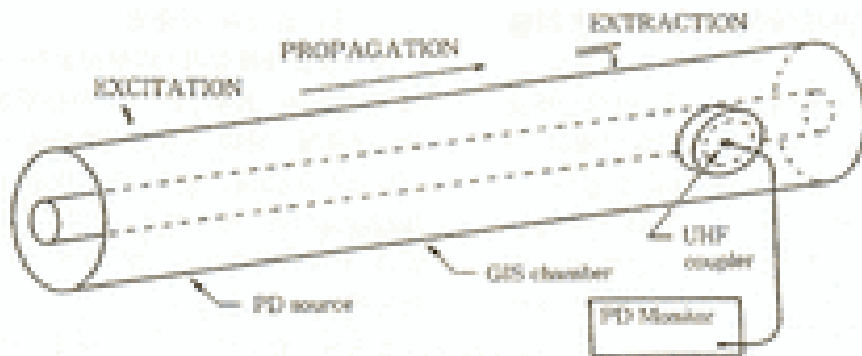
답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.352,기타자료

### 1. 온라인형 부분방전 검출장치

#### (1) 전자파 검출법

- 1) 가스절연개폐장치 내부사고는 절연파괴에 이르기 전에 대부분 부분방전 과정을 거치게 된다. 어떤 결함에 의하여 GIS Enclosure 내에 부분방전(Partial discharge)이 발생하게 되면 고주파 전압과 전류, 음향신호, 빛 분해가스, 전자파 등이 발생하게 된다.
- 2) 전자파 검출법은 운전자가 외부에서 안테나 센서를 이용하여 전자파를 검출함으로써 GIS내부에서 발생하는 부분방전을 검출하는 기술이다.
- 3) 부분방전에 의해 발생하는 전자파는 주파수 대역이 저주파에서 ㎐ 대역에 이르기까지 광범위하게 분포되어 있다. 이중 약300MHz 이상의 전자파를 검출할 수 있도록 측정설비를 구성한다.
- 4) 변전소에서 발생하는 대부분의 전자파 노이즈가 약 300MHz이하이므로 현장에서 노이즈에 대한 문제점을 많이 극복할 수 있다. 적용 센서로는 UHF 내장용 Coupler, Slot Antenna, Corona 센서 등을 이용하고 있으며 <그림3>은 UHF이용기술의 개념도를 보여주는 것이다.
- 5) 현재 이 방법은 선진국의 경우 현장에 적용하여 신뢰도가 확보된 수준까지 기술개발이 되어 있다.

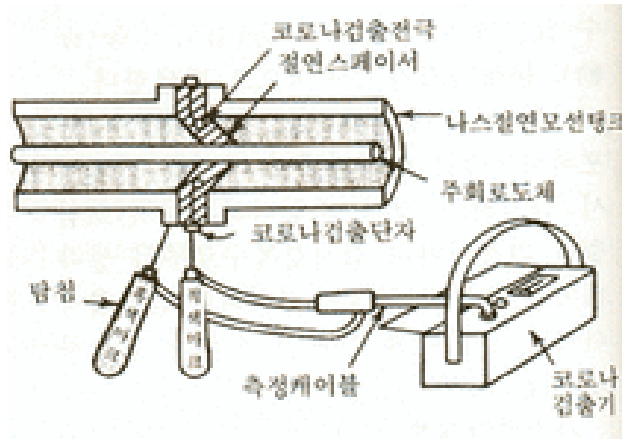


<그림3 UHF 기술 개념도>

#### (2) 절연스페이서법

- 1) GIS 내부도체를 지지하고 있는 Spacer내부 외주측에 도전성Ring을 삽입하여 Spacer를 정전 용량으로 작용하도록 함으로서, 내부전극인 도체부에서 발생하는 부분방전 신호를 외부전극에 연결된 측정회로를 통하여 검출하는 방법이다.
- 2) <그림4>와 같이 GIS의 절연스페이서 내에 내장된 전극과 탱크 플랜지부에 측정용 탐침(探針)을 접촉시켜 부분방전펄스를 검출하고 지시계로 판독하는 방법이 개발되고 있다. 더욱이 오실

로스코프에 의한 정밀펄스 파형 관측에 따라 부분방전 부위의 발생부위의 추정도 가능하다.



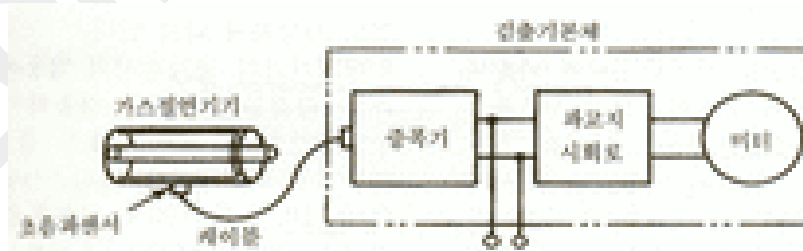
〈그림4 코로나 검출기에 의한 측정〉

### (3) 외피전극법

- 1) GIS내부에서 부분방전 발생 시에 고주파 전류가 탱크에 흐르게 되고 탱크 전위가 과도적으로 상승하게 되는데 이때 탱크와 접지 간에 생기는 미소한 전위차를 고주파 광대역 프로브(탐침)로 검출하고, 잡음제거회로에서 처리하여 외래 노이즈를 줄여 GIS내부의 부분방전만을 추출한다.
- 2) 절연스페이서법, 탱크외압검출법과 함께 측정기는 소형/경량/가반식으로서 운전중이라도 간편하게 적용할 수 있다.

### (4) 진동·음향 검출법

- 1) 기계적 부분방전 검출법으로 GIS내부에서 부분방전에 의한 기계적인 미소진동을 탱크외벽에 부착한 고감도의 진동 가속도계로 검출하는 방법이다. 가속도계로 검출한 신호는 평균화 처리 등에 의해서 노이즈를 제거하고 부분방전에 의한 진동가속도가 식별된다.
- 2) GIS탱크 내에 미소금속 이물질이 있을 경우 이물질은 탱크 내 표면의 전계에 대응한 정전력을 받아 이동하고 탱크 내 표면과 충돌하며 이때, 탱크벽에 발생하는 미약한 초음파를 검출하는 방법이 개발되어 있고 그 원리도는 〈그림5〉와 같다.



〈그림5 초음파 검출기〉

### (5) 화학적 검출법

- 1) GIS내부에서 부분방전이 발생하면 미소한 분해가스와 생성물이 발생한다. 이 분해가스량은 간단히 알 수 있는 방법으로서 정색 반응법을 이용한 분해가스 검출장치(가스Checker)가 개발되어 있는데 분해가스에 의하여 검출소자가 변색되고 이 변색을 유지하는 시간으로서 분해가스의 농도를 알 수가 있다.



- 2) 또 변전소에서의 정밀한 가스분석을 위하여 Gas Chromatography법을 사용하고 있는데 이 경우에는 여러 가지 성분의 혼합시료를 가스분석하여 부분방전 발생여부를 진단하는 방법이다.

(6) 전자 Coupling법

- 1) 부분방전 전류인 고주파 펄스가 접지선에 흐르는 상용주파 전류에 중첩되어 나타나며, 접지선이 관통하도록 설치된 FerriteCore에 코일을 감고 이것에 의해 부분방전 신호를 검출하는 방법이다.
- 2) 부분방전 주파수 대역만을 선택적으로 증폭하는 방식이다.

(7) GPT법

모선도체에 연결된 PT 1차권선의 표유 Capacitance를 매개체로 하여 흐르는 펄스전류를 전자 Probe로 검출하는 방식이다.

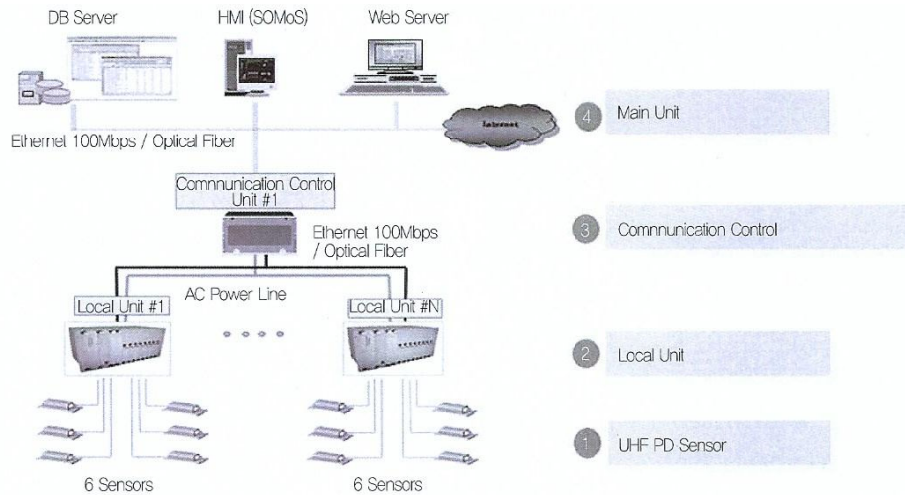
## 2. 온라인형 LA 누설전류 측정장치

- (1) 접지선에 HFCT(고주파) 센서를 부착하여 대지로 누설되는 방전전류를 측정하여 기기 이상 상태를 진단한다
- (2) 가스절연개폐장치내에 금속이물이 존재할 때 이런 재질 및 형상이 다른 금속 이물이 전계내에 충돌시 진동주파수가 서로 다른 원리를 이용하여 검출주파수 대역이 다른 2종의 센서(AE 및 ACC센서)에 의해 충돌 주파수를 검출하고 그 출력비를 이용하여 이물을 식별하여 가스절연개폐장치 내 미소금속이물 유무를 알 수가 있다.
- (3) 센서는 Enclosure내부에 또는 구획별로 이동 취부할 수 있으며 진단장치로부터의 출력은 검출신호 유무 및 금속이물로부터 신호인지, 노이즈인지를 판별하여 진단한다. 적용센서로는 초음파센서 및 가속도센서를 이용한다.

## 3. UHF PD 예방진단시스템

(1) 온라인 진단 시스템 구성

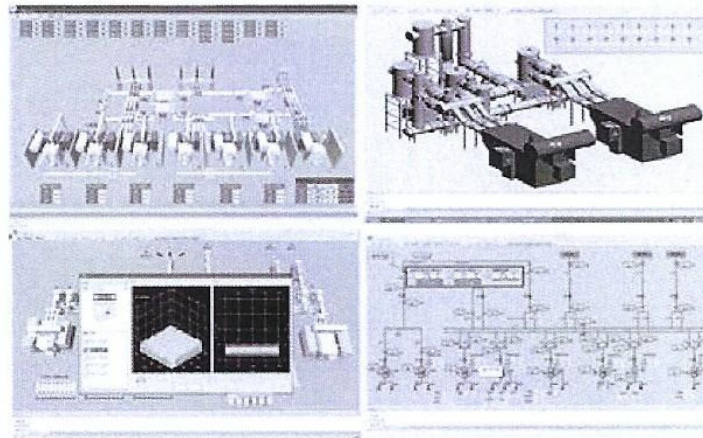
- 1) GIS에 UHF 내장형 또는 외장형 센서를 설치하고, UHF 센서에서 검출된 신호는 동축케이블을 통하여 Local Unit에서 신호 집합한다.
- 2) Local Unit에서 신호 처리하고, 신호처리 결과를 IED(Intelligent Electronic Device)로 보낸다.
- 3) IED에서 모든 제어, 분석을 수행하고, 결과를 서버에 저장하며 상시 모니터링 할 수 있다. 상시모니터링 시스템 구성도는 그림 13 과 같다.



〈그림 13〉 GIS 부분방전 상시 모니터링 진단시스템 구성도

## (2) 분석 프로그램(HMI)

- 1) 원격상시 감시 분석 프로그램은 운영자가 쉽게 분석 할 수 있는 구조이며, 부분방전 발생 위치를 용이하고 탐비하도록 되어 있다.
- 2) 또한 부분방전 발생 여부를 실시간으로 PRPS/PRPD로 분석 가능하며, 분석을 하는 동안에도 서버에 DATA가 저장되도록 되어 있다.
- 3) 그림 14는 HMI 화면 예를 나타낸 것이다. 주요 내용은 GIS 관련 2D, 3D 레이아웃, 센서위치 등이 표기되고, PRPD, PRPS 2D/3D 등을 볼 수 있다.



〈그림 14〉 원격 감시 소프트웨어 구성(예)



## 제 3교시 문제풀이

3-1. 변전소 내에 메쉬접지 시설시 보폭전압(step voltage), 접촉전압(touch voltage)을 최소화 하여야 한다. 다음 사항에 대하여 설명하시오.

- (1) 보폭전압(step voltage)의 개념 및 저감대책
- (2) 접촉전압(touch voltage)의 개념 및 저감대책

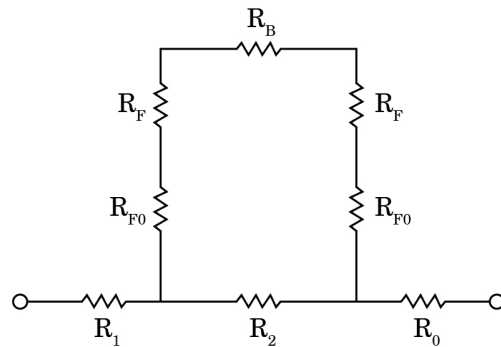
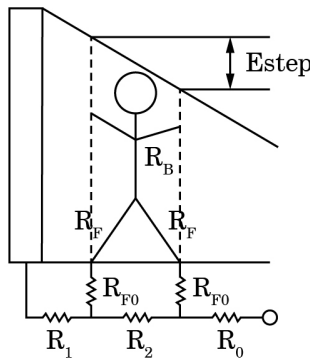
답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.73

### 1. 보폭전압(step voltage)의 개념 및 저감대책

#### (1) 개념

- 1) 접지전극 부근 지표면상에 생기는 전위차로서 사람의 두발사이에 발생되는 전위차 최대치를 말한다.
- 2) 접지전극 부근 대지면 두점간 1m의 전위차
- 3) 계산식



$$\begin{aligned}
 R_T &= R_B + 2R_F \\
 E_{touch} &= I_K \times R_T \\
 &= \frac{116}{\sqrt{t}} \times (R_B + 2R_F)
 \end{aligned}$$

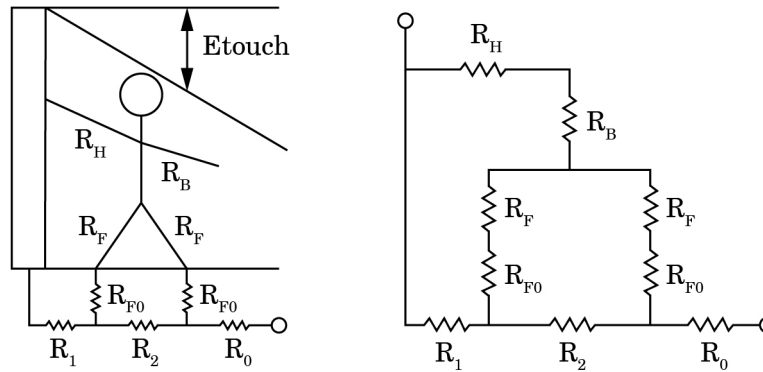
#### (2) 저감대책

- 1) 자갈 깔고 콘크리트 타설 :  $R = \rho \frac{l}{S} \rightarrow$  표면적  $S$  증가,  $R$  증가
- 2) 메시간격 좁게 설치
- 3) 보조접지 : 철구, 가대 주위 1m 부위
- 4) 지표면에 절연체 포설(고무 등)

## 2. 접촉전압(touch voltage)의 개념 및 저감대책

### (1) 개념

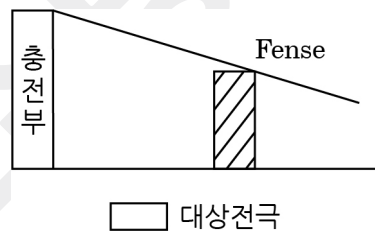
- 1) 사람이 대지위에 서서 대지전위가 상승된 기기 외함에 접촉했을 때 사람의 발과 손 사이에 발생하는 전압
- 2) 노출도전부와 인체중심 길이 1m의 전위차
- 3) 계산식



$$R_T = R_H + R_B + \frac{R_F}{2}$$

$$E_{touch} = I_K \times R_T = \frac{116}{\sqrt{t}} \times \left( R_H + R_B + \frac{R_F}{2} \right)$$

### (2) 저감대책



#### 1) 환상보조접지

- ① 충전부 주위 1m 위치
- ② 주접지선과 접속

#### 2) Fense + 대상전극

### 3-2. 계기용 변류기(Current Transformer)에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- (1) 과전류강도
- (2) 정격부담
- (3) 케이블에 영상변류기(ZCT)를 관통하여 설치 할 경우 실드(shild) 접지선의 관통 여부(그림 포함)

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.404, 409

#### 1. 과전류강도

##### (1) 과전류강도 $S_n$

$$1) S_n = \frac{\text{단락전류}}{\text{정격 1차전류}}$$

2) 회로에 단락사고 발생 시 CT 1차에 고장전류 흐르는데 이 경우 열적, 기계적으로 정격 1차 전류 대비 몇 배의 전류배수까지 CT가 견딜 수 있는가를 나타낸 정도

3) 1초간 흐를 수 있는 과전류강도

(2) 표준과전류강도 :  $40I_n$ ,  $75I_n$ ,  $150I_n$ ,  $300I_n$

##### (3) 열적과전류강도 $S$

$$1) S = \frac{S_n}{\sqrt{t}} = \frac{\text{최고 1차전류}}{\text{정격 1차전류}}$$

2) 전선의 온도상승에 용단되지 않는 내성

3) 일반CT에 적용 (용단 불가)

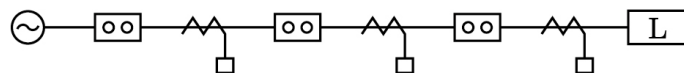
##### (4) 기계적과전류강도

1) 열적과전류강도의 2.5배

2) 단락전자력에 의해 변형되지 않는 내성

3) MOF 내의 CT에 적용 (변형 불가)

##### (5) 한전S/S 거리별 과전류강도



거리가 길어질수록  $MI_1$ (과전류강도) 증가



### 3-3. 역률개선을 위한 전력용 콘덴서의 사고 형태에 따른 보호방식과 콘덴서 내부소자 사고에 대한 보호방식에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.149

#### 1. 개요

전력용 콘덴서는 역률을 개선하기 위한 장치입니다. 전력용 콘덴서는 진상 콘덴서라고도 한다

#### 2. 전력용 콘덴서의 사고 형태에 따른 보호방식

##### (1) 과전압 보호

- 1) 콘덴서 허용과전압 : 정격전압의 110%
- 2) 오동작방지 : 정격전압의 130%, 2초 정정 (돌입전류에 대해 릴레이가 동작하지 않도록 2초 지연)

##### (2) 저전압 보호

- 1) 콘덴서 투입 시 과전압 발생하여 타기기 손상 (정전에서 복전 시 과전압 발생)
- 2) 오동작방지 : 정격전압의 70%, 2초 정정 (상용전압이 정격전압의 70% 도달하여 2초 유지시 콘덴서 개방 → 복전 후 전압확립 후 수동투입)

##### (3) 단락 보호

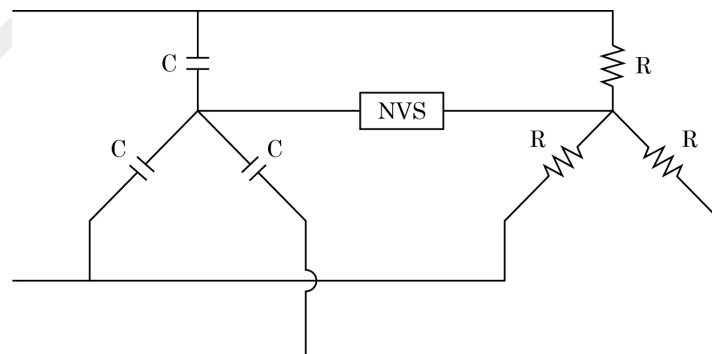
- 1) 단락 시 과전류 발생
- 2) 정격전류의 150%, 5ms정정

##### (4) 지락 보호

계통별 지락전류 다르므로 일괄보호방식 불가하고 선택차단방식 적용

#### 3. 콘덴서 내부소자 사고에 대한 보호방식

##### (1) NVS(Neutral Voltage Sensor) 중성점 전압 검출방식

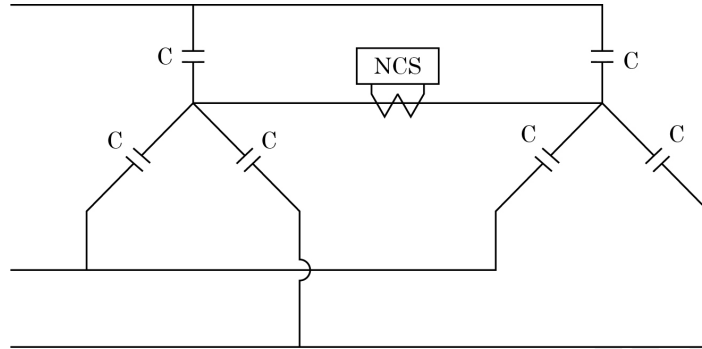


- 1) Y결선 콘덴서에 보조저항 결선
- 2) 콘덴서 고장 시 중성점 불평형 전압 검출하여 차단기 동작
- 3) 1Bank 사용가능

## 4) 중성점 전위상승

$$V_N = \frac{E}{3P(S-1)+1}, \quad E: \text{상전압}, S: \text{콘덴서 직렬소자수}, P: \text{콘덴서 병렬소자수}$$

## (2) NCS(Neutral Current Sensor) 중성점 전류 검출방식

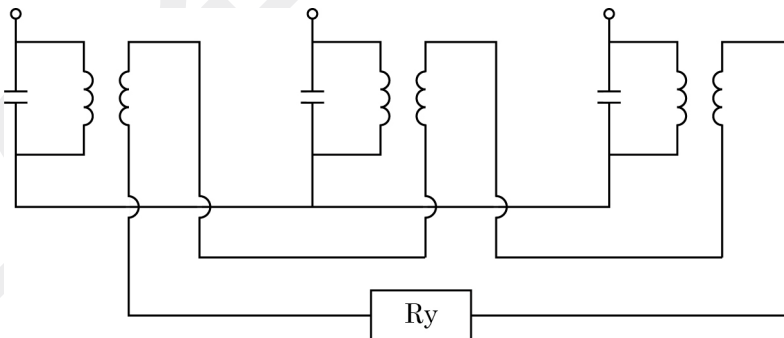


- 1) Y결선 콘덴서에 2조 병렬 결선
- 2) 콘덴서 고장시 고장전류 검출하여 차단기 동작
- 3) 검출속도 빠르고 동작이 확실함
- 4) 2Bank 사용
- 5) 중성점간 고장전류

$$\Delta I = \frac{1.5K}{6-5K} \times I_a, \quad I_a: \text{정격전류}, K: \frac{\text{고장분 리액턴스}}{\text{정상 리액턴스}}$$

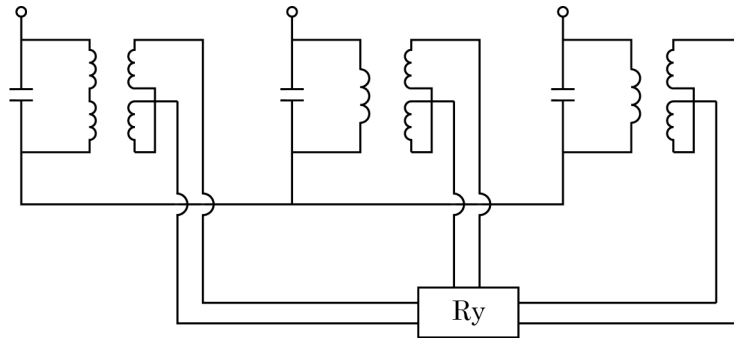
## (3) Open Delta방식

- 1) Y결선 콘덴서에 방전코일 접속
- 2) 정상: C일정, 고장: C변화시 전위차에 의해 전류 흘러 릴레이 동작



## (4) 전압차동방식

- 1) Y결선 콘덴서에 방전코일 차동접속
- 2) C고장시 전위차에 의해 코일에 전류 흘러 각 코일에 차동이 되어 동작



(5) Lead Cut방식

- 1) 콘덴서 절연시 내부압력상승
- 2) 외함 변형되어 차단기 동작

(6) Arm Switch방식

- 1) 콘덴서 고장시 내부압력상승
- 2) 외함 변형을 Arm micro Switch 검출하여 차단기 동작

### 3-4. 교량경관조명 계획 시 고려사항과 교량의 형식에 따른 분류에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 야간경관 디자인 가이드라인

#### 1. 개요

경관조명 전반에 대한 계획 및 설치의 기준설정이 필요함.

#### 2. 교량경관조명 계획 시 고려사항

- (1) 나를 위한 조명에서 우리를 위한 조명으로 : Public
  - 1) 공공성을 중시한다. 「공적조명」>「사적조명」
  - 2) 문화재, 랜드마크 건축물을 우선시하여 조명한다.
  - 3) 무모한 밝기 경쟁을 하지 않는다.
  - 4) 야간경관의 저해요소가 되지 않도록 과도한 광고조명을 자제한다.
  - 5) 도로, 건축물의 맥락에 맞는 디자인을 유도한다.
- (2) 에너지 효율이 높은 친환경 조명도시로 : Ecology
  - 1) 에너지 위기 및 기후변화에 대응하는 녹색경제성장 조명계획을 한다.
  - 2) 필요한 부분에만 빛을 보내는 적정 배광의 기구 및 고효율의 램프를 채택한다.
  - 3) 시간대별로 조도 및 휘도를 제어하여 환경에 변화를 주고 에너지를 절약한다.
  - 4) 빛 공해(간섭광)를 통제하여 동식물에 미치는 영향을 최소화한다.
- (3) 양적 조명에서 질적 조명으로 : Quality
  - 1) 연색성이 좋은 램프를 사용하여 깨끗하고 쾌적한 빛 환경을 조성한다.
  - 2) 광학적인 개념이 있는 고효율 반사판을 적용, 간섭광을 통제한다.
  - 3) 자연스러운 빛을 추구한다.
- (4) 조명 신기술로 안전하고 지능적 조명환경으로 : Intelligent
  - 1) 디밍시스템, 디지털제어를 이용하여 다양한 연출을 시도한다.
  - 2) 시간, 계절, 주변환경 등에 따라 변화는 조명운영 및 인터렉션(Interaction) 연출을 한다.
  - 3) 유지관리가 용이한 조명 방식 및 기구의 도입으로 조명관리체계를 시스템화 한다.
  - 4) 범죄, 각종 사고 등으로부터 안전을 확보하는 조명계획을 한다.
  - 5) 주택가, 보행로, 공원, 자전거도로의 조명을 지능형으로 구축하여 방법에 대비한다
- (5) 시민들이 참여하는 예술적 생활문화 도시로 : Participation
  - 1) 시민이 체험하고 즐기는 빛의 문화공간 및 빛의 거리를 조성한다.
  - 2) 다양한 빛 축제 계획 및 시민의 참여를 통해 지역특화 등 경제 활성화를 도모한다.
  - 3) 서울 빛 오로라를 세계적인 브랜드화하여 관광인프라를 구축한다



### 3. 교량의 형식에 따른 분류

#### (1) 한강교량

- 1) 휘도기준은 '건축물 조명의 용도지역 및 도로 기준별 적용기준'에서「주거지역의 대로」 휘도수치를 기준으로 한다.
- 2) 컬러사용시 원색계열을 지양하며, 조명색상 연출시 마감재의 색상을 고려하여 색상을 선별한다.
- 3) 조명을 위한 별도의 구조물을 부착하는 조명방식을 지양한다.
- 4) 교량을 이용하는 차량 및 보행자에게 시각적 불편을 주지 않도록 후드 및 루버를 설치한다.
- 5) 구조물의 표면에 조명을 할 때에는 대상물을 벗어나 허공에 빛이 조사되지 않도록 한다.

	용도지역	도로기준	건물표면 기준휘도(cd/m <sup>2</sup> )	적용기준
녹지	녹지지역	중로	5이하	E1
		대로		
주거	전용주거지역	중로	10이하	E2
	일반주거지역	대로	15이하	E3
업무상업	준주거지역, 상업지역	중로	20이하	E4
	공업지역	대로	25이하	E5

#### (2) 일반교량

- 1) 휘도기준은 '건축물 조명 : 용도지역 및 도로기준별 적용기준'에서「주거지역의 중로」 휘도수치를 기준으로 한다.
- 2) 지천교량 야간경관시 야간경관 사업에 대한 사업계획서를 서울시에 제출하여 협의(사업타당성 검토)후 진행한다.
- 3) 조명을 위한 별도의 구조물을 부착하는 조명방식을 지양한다.
- 4) 신설, 리모델링 교량은 교량난간을 이용하는 방식 및 교량과 일체화되는 조명방식을 해야 한다.
- 5) 화려한 색상을 배제하고 단일색으로 은은하게 연출해야 한다.

	용도지역	도로기준	건물표면 기준휘도(cd/m <sup>2</sup> )	적용기준
녹지	녹지지역	중로	5이하	E1
		대로		
주거	전용주거지역	중로	10이하	E2
	일반주거지역	대로	15이하	E3
업무상업	준주거지역, 상업지역	중로	20이하	E4
	공업지역	대로	25이하	E5

### 3-5. 방폭장소 및 클리룸에 설치하는 조명기구에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.354

#### 1. 개요

방폭 조명기구는 가연성 가스, 증기, 분진 등의 물질을 외부의 열적 화학반응에 의한 폭발을 방지할 수 있는 조명기구

#### 2. 방폭장소 및 클리룸에 설치하는 조명기구

##### (1) 방폭형 조명기구의 구조

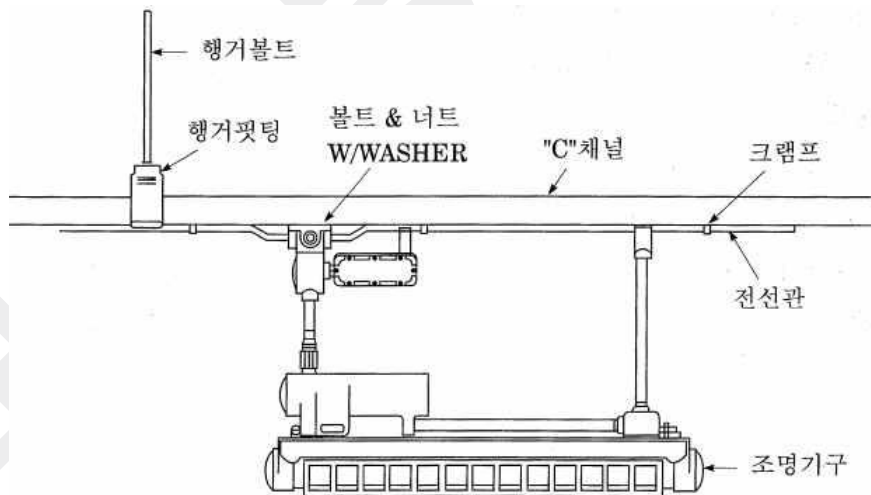
- 1) 가연성 물질과 산소가 항상 존재하는 장소에서 점화원을 제거 또는 보호하는 구조를 갖음
- 2) 안정기 분리여부에 따라 안정기 분리형과 안정기 내장형이 있음

##### ① 안정기 분리형(Separated Ballast Type)

- ㉠ 외관상 램프와 안정기를 상호 격리시킨 형태
- ㉡ 주로 일본에서 개발되었고 국내에도 ks규격품 제조

##### ② 안정기 내장형(Integral Ballast Type)

- ㉠ 동일한 기구 내에 램프와 안정 기부를 단일화시킨 형태
- ㉡ 주로 미국, 유럽등지에서 개발, 국내에서도 사용
- ㉢ 유지보수 용이하고 안정성이 높다.



##### (2) 방폭형 조명기구의 종류

##### 1) 내압방폭형 조명기구

- ① 폭발성 가스·증기가 침입하여 기구 내에서 폭발이 일어나도 그 압력에 견디며, 접합면 개구부 등을 통해 외부의 폭발성 증기에 인화되지 않는 조명기구
- ② 적용 : 1종 장소, 2종 장소

## 2) 안전증 방폭형 조명기구

- ① 실제 사용 시 또는 사고 시 전기적인 불꽃을 발생치 않고 온도상승 또한 폭발 하한치 이하가 되도록 안전을 증가시킨 상태로 특수한 격리장치 없이도 방폭이 되도록 한 조명기구
- ② 적용 : 1종 장소, 2종 장소

## 3) 비점화 방폭형 조명기구

- ① 스파크를 발생시키는 장치가 없는 조명기구로서 최고 표면온도가 당해 물질 발화온도의 80%를 초과하지 않고 고온부분의 낙하방지를 위한 가드가 있는 비방폭형 기기
- ② 적용 : 2종 장소

## (3) 설치전 사양의 확인

## 1) 계획서와의 일치 여부

- ① 사양 확인의 일반사항
    - ㉠ 정격전압, 정격주파수, 상수, 정격전류, 정격출력
    - ㉡ 용기의 보호등급
    - ㉢ 부착방식 및 부착형태
    - ㉣ 주위환경
  - ② 방폭구조와 관계있는 기호의 확인
    - ㉠ 방폭구조의 종류, 폭발등급, 온도등급
    - ㉡ 금속관 배선인입부의 사양 확인
    - ㉢ 인입부의 위치
    - ㉣ 관용 평행나사의 치수
  - ③ 저압 및 고압 케이블 배선의 확인사항
    - ㉠ 인입부의 위치 및 인입방식
    - ㉡ 케이블 관통부에 있는 패킹, 콤파운드 충전부 및 클램프부의 케이블과의 적합성
    - ㉢ 보호관 부착부 및 외장 고정부의 구조 및 치수
  - ④ 이동전기기기의 배선의 확인사항
    - ㉠ 인입부의 위치와 인입방식
    - ㉡ 케이블 관통부에 설치된 패킹 및 클램프부의 캡타이어 케이블과의 적합성
  - ⑤ 냉각과 관련된 사양 확인사항
    - ㉠ 사용할 냉각매체(공기, 불활성가스, 물, 기름 등)의 온도조건, 압력, 유량 등
    - ㉡ 주위의 공기를 냉각매체로서 사용하는 경우에 습기, 부식성가스, 먼지등에 대한 조치
- 2) 내습성, 내식성 등에 대한 특이사항이 있는 경우 계획서에 나타난 내용에 대해 확인한다.

## (4) 설치공사시 고려사항

- 1) 설치방식(바닥설치, 벽부착형 설치, 천장매달기식 설치 등) 및 허용 기울기 등 설치형태가 방폭 전기기기의 사용조건에 적합하여야 한다.
- 2) 설치시 사용되는 볼트, 너트, 금구류 등은 충분한 기계적 강도가 있어야 하며, 설치장소의 특성에 따른 재질 및 표면처리가 확실한 것을 사용하여야 한다.

3) 노출 충전부분이 발생하지 않도록 하여야 한다.

4) 펜던트형 조명기구를 설치할 때에는 다음사항을 고려하여야 한다.

- ① 조명기구는 그 부착부에 적합한 후강전선관이나 또는 이와 동등 이상의 강도가 있는 금속관을 사용하여 매달아야 하며, 매단 관과 조명기구 및 부착박스나 누름나사 등으로 풀림방지 조치를 하거나 또는 이와 동등이상의 신뢰성이 있는 방법으로 고정하여야 한다.
- ② 매단관의 길이는 그 종류 및 사용장소에 따라서 <표 3-6>의 값 이하가 되도록 하여야 한다. (단, 금속관을 사용하는 때에는 하단으로부터 30[cm]이내, 가요전선관을 사용하는 때에는 상부 고정 박스 부착지점으로부터 30[cm]이내에 진동이나 비틀림을 방지하기 위하여 버팀쇄(brace)를 설치하는 경우에는 제외)

전선관의 종류	사 용 장 소	금속관의 허용 길이	
		1본 사용	2본 사용
후강전선관 (나사부의 보강이 없음)	옥 외	30	50
	풍압이 있는 옥내	60	100
	풍압이 없는 옥내	100	150

<표 3-1> 펜던트형 조명기구의 전선관의 허용길이

(5) 조명기구 설비의 방폭화

1) 위험분위기 생성방지

① 가연성 물질 누설 및 방출방지

공기 중의 가연성 물질이 누설되거나 방출되는 것을 방지하기 위해서는 우선가연성 물질의 사용량을 최대한 억제하고 가능한 개방상태에서는 사용하지 않도록 하고, 또한 배관의 이음부분이나 펌프의 회전축 틈새 등에서 누설되지 않도록 하며, 특히 이상반응이나 장치의 열화, 파손 오동작 등의 사고에 따른 누설도 방지할 수 있도록 해야 한다.

② 가연성 물질의 체류방지

가연성물질이 누설되거나 방출되기 쉬운 설비는 옥외에 설치하거나 외벽이 개방된 건물에 설치하고, 환기가 불충분한 장소에서는 강제환기를 하여 체류되는 것을 방지하여야 한다.

2) 전기설비의 점화원 억제

① 전기설비의 점화원

㉠ 현재적 점화원

㉡ 직류 전동기의 정류자, 권선형유도전동기의 슬립링 등

㉢ 고온부로서 전열기, 저항기, 전동기의 고온부 등

㉣ 개폐기 및 차단기류의 접점, 제어기기 및 보호계전기의 전기접점 등

㉤ 잠재적 점화원

전동기의 권선, 변압기의 권선, 마그넷 코일, 전기적 광원, 케이블, 기타 배선 등

② 전기설비의 방폭화의 기본

㉠ 점화원의 방폭적 격리

㉡ 전기설비에서는 점화원으로 되는 부분을 주위의 가연성 물질과 격리시켜 서로 접촉

하지 못하도록 하는 방법과 전기설비 내부에서 발생한 폭발이 설비 주변에 존재하는 가연성물질로 파급되지 않도록 실질적으로 격리하는 방법이 있다.

- ㉔ 전자의 방법을 응용한 것이 압력방폭구조, 유입방폭구조 및 충전방폭구조가 있으며, 자의 방법으로는 내압방폭구조가 있다.

㉕ 전기설비의 안전도 증강

- ㉕ ㉔ 정상상태에서 점화원으로 되는 전기불꽃의 발생부 및 고온부가 존재하지 않는 전기설비에 대하여 특히 안전도를 증가시켜 고장이 발생할 확률을 0에 가깝게 하는 방법으로 이것을 응용한 것에는 안전증 방폭구조가 있다.

㉖ 점화능력의 본질적 억제

약전류회로의 전기설비와 같이 정상 상태뿐만 아니라 사고시에도 발생하는 전기불꽃 고온부가 최소착화에너지 이하의 값으로 되어 가연물에 착화할 위험이 없는 것으로 충분히 확인된 것은 본질적으로 점화능력이 억제된 것으로 볼 수 있다. 이 방법을 이용한 것이 본질안전방폭구조이다.

㉗ 기타

그 외의 방폭구조로 최근에 개발되어 많이 활용되고 있는 비점화형 방폭구조와 몰드 방폭구조 등이 있다.

### 3-6. 태양광발전 시스템의 설계 조건 및 검토 사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 기타 자료

#### 1. 개요

태양전지를 이용하여 태양빛을 직접 전기에너지로 변환시키는 발전방식으로 태양광으로 발전된 직류 전력을 전력 변환장치를 거쳐 교류로 변환하여 안정된 전원을 공급하는 시스템

#### 2. 태양광발전 시스템의 설계 조건 및 검토 사항

##### (1) 부지선정과 음영분석

##### 1) 현장실사와 데이터 기록사항

- ① 태양전지 모듈 유형, 시스템 개념 및 설치 방법에 관한 발주자의 의견 확인
- ② 발주자가 요구하는 태양광발전 전력 또는 발전량 확인
- ③ 지형의 조건 및 방향과 경사각 확인
- ④ 음영에 대한 데이터 분석
- ⑤ 태양광 분전함, 송배전설비 및 인버터를 위한 설치 부지 확인
- ⑥ 계량기함 및 여분의 계량기를 둘 공간 선정
- ⑦ 케이블 길이, 배선 방향 및 배선 방법 선정
- ⑧ 태양광 어레이 설치에 장비가 필요한 경우 장비의 접근 가능 확인
- ⑨ 전기실의 설치 위치 선정
- ⑩ 소전로의 조건(용량 10[MW] 이상은 전용선로 구성) 확인

##### 2) 태양광발전에 유리한 부지선정

- ① 일사량이 좋은 남향 지역
- ② 동일 지역이라도 고지대 위치에 일사량이 좋은 장소
- ③ 바람이 잘 통하는 부지
- ④ 안개 발생이 적은 지역
- ⑤ 발전용량에 맞는 부지 선정
- ⑥ 가격이 저렴한 부지
- ⑦ 토목공사비가 적게 드는 부지

##### 3) 음영 체크리스트

- ① 스케치, 사진, 동영상
- ② 지붕 면적(방향 기록) ③ 태양광발전시스템의 설치 가능 면적(좌표의 원점에 태양광발전시스템의 중심을 둠) ④ 굴뚝, 안테나, 위성방송 수신용 접시 안테나
- ⑤ 인근 건물 등(대략적인 거리와 높이) ⑥ 수목(대략적인 거리와 높이) ⑦ 가공선로
- ⑧ 기타 음영 : 건물 투영



## 5) 부지선정 절차

- ① 방문조사를 통한 전수조사
- ② 시설관리 담당자와 협의를 통한 유지보수 및 관리에 지장이 없는 기초시설물 선정
- ③ 유해가스, 해풍에 의한 부식 피해를 최소화할 수 있는 부지 우선 고려
- ④ 구조물 안전이 의심되는 배수지 및 시설물 제외
- ⑤ 주위 음영 및 어레이 설치 방향 고려
- ⑥ 향후 설비 도입 및 변경 계획이 있는 시설물 제외
- ⑦ 유지보수에 필요한 이동식 크레인 설치 여부
- ⑧ 구조물 설치 시 유지보수 편리성 고려
- ⑨ REC 가중치를 고려한 시설부지 선정

## 6) 현장조사

## ① 조건 등의 조사

지자체의 조례 등이 다르므로 반드시 조사를 해야 한다. 지역에 따라서 시의 조례 등에 따라 건축제한을 받는 곳도 있다. 또한 인가 및 지역 주민과의 일조권 등의 문제가 발생하지 않도록 설치자와 사전협의를 충분히 해야 한다.

## ② 환경조건의 조사

- ㉠ 수광장애의 유무
- ㉡ 염해·공해의 유무
- ㉢ 겨울철 적설·결빙·뇌해 상태
- ㉣ 자연재해
- ㉤ 새 등의 분비물 피해 유무

## (2) 일사량과 일조시간

## 1) 직달일사

태양에서 출발한 광선이 대기 중의 수증기나 작은 먼지 등에 흡수나 산란되지 않고 직접 지표면에 도달하는 태양광선을 말한다. 직달 일사량은 지표의 단위 면적이 단위 시간에 받는 일사열량 나타낸다. 일반적으로 태양광선 중의 60~70%가 직달 일사량이다.

## 2) 확산일사

태양에서 출발한 태양광선은 직달 일사와 같이 직접 지표면에 도달하기도 하지만 구름이나 대기 중의 먼지 등에 의해서 반사된다. 이렇게 반사 되거나 분산된 태양광선 중에서 지표면에 도달하는 태양광선을 확산 일사라고 한다.

## 3) 일사량

일사량은 직달 일사와 확산 일사를 합산한 것이다. 일사량은 일정한 시간 동안 지표면에 도달한 태양 복사에너지의 양을 말한다. 일사량의 측정은 태양광선에 직각으로 놓은 1cm 넓이에 1분 동안의 복사량으로 측정한다. 공기가 없을 경우, 대략 1.94cal로서 이 값을 태양상수라 하는데, 다소 변동된다. 하루 중 태양이 남중 할 때, 1년 중 하지 경에 일사량은 최대가 된다.

## 4) 일조시간과 가조시간

일조시간이란 태양광선이 구름의 방해 없이 지표면을 비춘 시간을 말한다. 가조시간이란 아침에 해가 뜨고 저녁에 해가 질 때까지의 시간을 말한다. 태양광발전에 있어서는 가조시간보다는

일조시간이 더 중요하다. 해는 떴어도 모듈에 비추지 않는다면 발전량을 할 수 없기 때문이다.

### 5) 태양광발전의 일사량과 일조시간

일반적으로 태양광발전은 태양빛만 비추면 전력을 생산하는 것으로 생각한다. 그러나 태양광 발전은 태양이 지표면을 비추는 일조시간 중에서도 발전량의 차이가 납니다. 왜냐하면 태양광 발전이 잘 되기 위해서는 일사량이 강해야 하기 때문이다. 그런데 일조시간 중의 일사량은 하루 중에 큰 폭으로 변하기 때문에 발전량에서도 차이가 발생한다. 특히 해가 이제 막 뜬 새벽 시간에는 일사량이 약하다가 점점 정오가 되어 갈수록 강해진다. 그러다가 태양의 고도가 하루 중에 가장 높을 때인 남중고도가 되었을 때 일사량이 가장 강하고 이때가 태양광 발전량이 가장 높게 나타난다. 태양광 발전량에 가장 큰 영향을 미치는 것은 일조시간보다는 일사량이며, 이러한 일사량의 강도가 세면 셀수록 태양광 발전량은 증가한다. 물론 일조시간이 길면 태양광 발전량도 증가한다. 그러나 일조시간만 길고 일사량이 약하면, 일조시간은 조금 더 짧았지만 일사량이 강할 때보다 더 발전량이 줄어들 수도 있다.

### (3) 태양 고도

#### 1) 태양의 고도

태양 고도(Solar Altitude)는 지평선을 기준으로 하여 태양의 높이를 각도로 나타낸 것이다. 태양 고도각(Solar Altitude Angle)이라고도 한다. 태양의 고도는 해가 뜬 후 점점 높아져 낮 12시에 가장 높고, 낮 12시가 지나면 다시 낮아진다. 태양이 지평선에 있을 때 태양의 고도는 0°이며 머리 위에 있을 때는 90°이다. 일반적으로 하루 중 같은 시각의 태양의 고도는 계절에 따라 달라진다.

#### 2) 태양의 고도 계산

태양의 고도를 계산하는 공식은 다음과 같다.

$$\sin h = (\sin \delta \times \sin \phi) + (\cos \delta \times \cos \phi \times \cos H)$$

- h(태양의 고도각) : -90° ~ +90°  
 - δ(태양의 적위) : -23.5° ~ +23.5°  
 - φ(위도) : -90° ~ +90°(남극 ~ 북극) - H(시각) : -180° ~ +180°

(00시 -180°, 06시 -90°, 12시 0°, 18시 +90°, 24시 +180°) 위의 식에 따라 계산된 태양의 고도가  $h > 0^\circ$ 일 때는 태양이 뜬 상태이고,  $h = 0^\circ$ 일 때는 태양이 지평선(또는 수평선)에 있는 상태 즉, 일출·일몰인 상태이며,  $h < 0^\circ$ 일 때는 태양이 아직 뜨지 않거나 진 상태이다.

#### 3) 최고고도

하루 중 태양의 고도가 가장 높을 때를 최고 고도, 최고 고도각, 또는 최대 고도, 최대 고도각이라고 한다. 최고 고도를 측정할 때는 길이를 측정하는 것이 아니라 일반적으로 태양과 지표면이 이루는 각을 측정한다. 주로 그림자를 이용하여 측정하며, 이 원리를 이용하여 만든 것이 앙부일구이다. 계절에 따라서는 겨울에 최고 고도가 낮으며, 여름에 최고 고도가 높다. 북회귀선과 남회귀선 사이의 모든 지역에서는 특정 시간에 최고 고도가 90도까지 올라갈 수 있다. 적도에서는 춘분과 추분 때, 북회귀선에서는 하지 때, 남회귀선에서는 동지 때 최고 고도가 90°까지 올라간다. 이 고도를 계산할 때는 위의 계산식에서  $H = 0^\circ$ 로 계산하면 된다. 태양의 고도가 가장 높을 때는 12시이기 때문이다. 그러나 위의 계산식이 복잡하므로, 간단하게 아래와 같은 계산식을 자주 사용한다.



$$\begin{aligned}
 h &= 90^\circ - \varphi + \delta \quad (\varphi > \delta \text{ 인 경우}) \\
 h &= 90^\circ - \delta + \varphi \quad (\delta > \varphi \text{ 인 경우}) \\
 -h(\text{태양의 최고 고도}) &: -90^\circ \sim +90^\circ \\
 -\varphi(\text{위도}) &: -90^\circ \sim +90^\circ (\text{남극} \sim \text{북극}) \quad -\delta(\text{태양의 적위}) : -23.5^\circ \sim +23.5^\circ
 \end{aligned}$$

단,  $\delta$ 는 북반구와 남반구가 정반대이다. 즉, 하지 때 북반구는  $\delta$ 가  $+23.5^\circ$ 이지만, 남반구는  $-23.5^\circ$ 이다.

#### 4) 최저고도

하루 중 태양의 고도가 가장 낮을 때를 최저 고도, 최저 고도각, 또는 최소 고도, 최소 고도각이라고 한다. 이 고도를 계산할 때는 위의 계산식에서  $H = -180^\circ$  또는  $+180^\circ$ 로 계산하면 된다. 태양의 고도가 가장 낮을 때는 00시 또는 24시이기 때문이다. 그러나 위의 계산식이 복잡하므로, 간단하게 아래와 같은 계산식을 자주 사용한다.

$$\begin{aligned}
 h &= -(90^\circ - |\varphi| - \delta) \\
 -h(\text{태양의 최저 고도}) &: -90^\circ \sim +90^\circ \\
 -\varphi(\text{위도}) &: -90^\circ \sim +90^\circ (\text{남극} \sim \text{북극}) \quad -\delta(\text{태양의 적위}) : -23.5^\circ \sim +23.5^\circ
 \end{aligned}$$

단,  $\delta$ 는 북반구와 남반구가 정반대이다. 즉, 하지 때 북반구는  $\delta$ 가  $+23.5^\circ$ 이지만, 남반구는  $-23.5^\circ$ 이다.

#### (4) 태양광 어레이용 가대조건

##### 1) 고정형 어레이

현재 가장 일반적을 사용하는 방법으로 정남향의 대략  $25^\circ$ 내외에 고정된 구조물에 태양광모듈을 설치한다. 장점은 초기 설치비용이 적게 들고, 태양광모듈이 움직이지 않으니 설치 면적이 적어도 많은 용량을 설치할 수 있으며, 발전소 준공이후 유지보수 등이 간단하고 모듈 하단의 공간 활용이 가능하며, 구조물이 상대적으로 안전하여 오작도 전복 등의 사고 가능성이 낮다. 단점은 태양광모듈이 고정되어 있어 발전효율은 떨어진다.

##### 2) 경사가변형 어레이

태양광 모듈의 앞뒤 각도를 계절별로 조절할 수 있는 형태의 태양광 구조물이다. 태양은 봄, 여름, 가을, 겨울 계절에 따라 태양의 각도가 달라진다. 형태는 태양광모듈 받침대에 구멍을 뚫어서 모듈 판넬을 조정하는 형태이다. 장점은 태양의 계절별 각도에 따라 조정할 수 있어 고정형 보다 발전효율은 대략 5% 이상 증가된다. 추적식에 비하여 훨씬 저렴하고, 고정식과 비교하여 설치비용이 비슷하다. 단점은 태양광모듈이 앞, 뒤로 움직이는 구조이므로 앞, 뒤 열에 그늘이 발생되어 모듈 열간 공간이 고정식보다 더 많이필요하여 고정식에 비하여 설치면적이 대략 11% 정도 증가한다. 또한 고정형 보다 유지보수에 대한 비용 및 인력이 더 많이 발생한다.

##### 3) 추적식 어레이

태양의 움직임에 따라 모듈이 움직여서 모듈과 태양빛이  $90^\circ$ 를 유지하는 각도 시스템입니다. 어레이의 동력이나 형태에 따라 단방향추적식과 양방향 추적식 두가지 형태가 있다.

###### ① 추적 방향에 따른 분류

- ㉠ 단방향 추적식 어레이(Single Axis Tracking) 상하 혹은 좌우측으로 나누어 태양을 추적하는 시스템으로 발전 효율이 고정식에 비해 5~10% 정도의 발전효율이 증가된다.

고정식에 비하여 모듈의 면적이 20% 이상 더 필요하며 추적하는 장치가 전동 모터이다 보니 유지 보수 및 고장에 따른 손실이 발생될 수 있다.

- ㉠ 양방향 추적식 어레이(Double Axis Tracking) 태양광의 방위각( $60\sim 210^\circ$ )와 경사각( $80\sim 0^\circ$ )로 자동 변경하며 태양빛을 효율적으로 추적하여 모듈각도를 조절하는 형태이다. 발전효율은 고정형에 비하여 20% 이상 증가하며, 경사지 및 설치 조건이 불리한곳에 설치가 가능하다. 단점은 설치비용이 증가되고, 전자장치, 모터 등의 유지관리 및 고장으로 인한 비용이 발생된다. 고정식에 비하여 훨씬 많은 면적이 필요하다.

② 추적 방식에 따른 분류

㉠ 감지식 추적법(Sensor Tracking)

센서를 이용해서 최대입사량을 추적해 가는 방식으로 센서의 종류와 형태에 따라 오차가 발생하기도 한다. 가격도 센서의 성능에 따라 달라질 수 있다. 특히 태양이 구름이 가리거나 부분 음영이 발생하면 감지부의 정확한 궤도를 추적할 수 없게 된다.

㉠ 프로그램 추적법(Program Tracking)

태양의 연중 이동궤도를 추적하는 프로그램을 내장한 컴퓨터 또는 마이크로프로세서를 이용하여 프로그램에 년, 월, 일에 따라 최적의 태양 위치를 저장해놓고 추적하는 방식이다. 비교적 안정된 방법이지만 저장된 내용을 변경/수정해야 할 경우가 있다.

③ 혼합추적식(Mixed Tracking)

프로그램 추적법을 중심으로 운영하면서 설치위치에 따른 미세한 부분은 주기적으로 수정해주는 방법으로 가장 이상적으로 효율을 높일 수 있는 방법이다.

(5) 태양전지 모듈(직·병렬) 구성

1) 태양전지 모듈 직렬 구성

① 동일한 태양전지 모듈 직렬 연결

이 방법은 모든 태양전지판이 동일한 유형 및 전력 등급을 갖는다. 전체 전압 출력은 각 모듈의 전압 출력의 합이 된다. 위의 3개의 6V 3A 모듈을 사용하여 직렬로 연결하면 배열은 3A에서 18V ( $6 + 6 + 6$ )를 생산해 54W( $V \times A$ )를 발전한다.

- ② 전류는 같으나 다른 전압의 태양전지 모듈 직렬 연결 전류는 같으나 다른 전압의 태양전지 모듈 직렬 연결이 방법에서 모든 태양전지판은 서로 다른 유형 및 전력 등급을 갖지만 공통 전류 등급을 가진다. 직렬로 연결하면 어레이는 3A에서 21V를 생산해 63W를 발전합니다. 암페어[A]는 3A에서 동일하게 유지되지만 전압 출력은 21V ( $5+7+9$ )로 점프한다.

- ③ 전압 및 전류가 각기 다른 태양전지 모듈 직렬 연결 전압 및 전류가 각기 다른 태양전지 모듈 직렬 연결이 방법은 모든 태양 전지판이 서로 다른 유형 및 전력 등급을 갖는다. 개별 모듈 전압은 이전과 같이 추가되지만, 이 경우 암페어 수는 직렬 스트링의 최하위 모듈 값(이 경우 1A)으로 제한된다. 따라서 어레이는 1A에서만 19V ( $3+7+9$ )를 생산할 수 있으며, 가능한 69W( $3+21+45$ ) 중에서 19W만 사용하여 어레이 효율성을 감소시킨다.

2) 태양전지 모듈 병렬 구성

① 동일한 태양전지 모듈 병렬 연결

이 방법은 모든 태양전지판이 동일한 유형 및 전력 등급을 갖는다. 위의 3개의 6V, 3A 패널을 사용하여 패널의 총 출력을 병렬로 연결하면, 전압 출력은 6V에서 동일하게 유지되지만 암페어[A]는 9A( $3+3+3$ )로 증가하여 54W 발전한다.

② 다른 전압 및 전류의 태양전지 모듈 병렬 연결

다른 전압 및 전류의 태양전지 모듈 병렬 연결병렬 전류는 합쳐지지만 전압은 가장 낮은 값, 이 경우에는 3V로 조정된다. 태양전지 모듈은 병렬로 유용할 수 있도록 동일한 출력 전압을 가져야 한다. 한 패널의 전압이 높으면 출력 전압이 저전압 패널의 전압 수준으로 떨어지도록 부하 전류를 공급한다. 9V, 5A로 평가된 태양전지 모듈이 작전 패널의 영향을 받아 작동 효율이 떨어지고, 이 고출력 태양전지 모듈이 최대 3볼트의 전압에서만 작동한다는 것을 알 수 있다. 정격 전압이 가장 낮은 태양전지판이 전체 어레이의 전압 출력을 결정하므로, 다른(다양한) 전압 등급을 가진 태양전지판을 병렬로 연결하는 것을 권장하지 않는다. 따라서 병렬로 태양전지판을 연결할 때 모든 전지판이 동일한 공칭 전압 값을 갖는 것이 중요하지만, 동일한 전류 값을 가질 필요는 없다.

## 제 4교시 문제풀이

4-1. 근거리 통신망(Local Area Network)으로 사용하는 Twisted Pair Cable의 다음 사항에 대하여 설명하시오.

- (1) 전자파 차단원리
- (2) 차폐종류에 따라 비교
- (3) 배선공사시 고려사항

답)

출처 : 기타자료

### 1. 전자파 차단원리

- (1) 각 쌍별로 꼬아진 간격을 서로 다르게 하여 누화를 감소시킨 차폐 케이블
- (2) 평형 케이블의 일종
  - 1) 꼬여진 두 선의 전기적 특성이, 하나의 단일 접지를 기준으로 삼기 때문
  - 2) 트위스트 페어 케이블은 통합 가능 전자기 간섭을 방지하기 위해 차폐 합니다. 차폐는 차폐 외부의 전자기파를 감쇠하는 전기 전도성 장벽을 제공합니다. 실드는 또한 유도 된 전류가 접지 기준 연결을 통해 순환되고 소스로 반환 될 수있는 전도 경로를 제공합니다. 이러한 차폐는 개별 쌍 또는 쌍 집합에 적용될 수 있습니다. 차폐는 호일 또는 편 조선일 수 있다
  - 3) 쌍 집합에 차폐를 적용하는 경우 일반적으로 선별이라고 하지만 선별, 차폐, STP (shielded twisted pair) 등의 단어를 적용 할 때 벤더와 저자가 사용하는 경우가 있습니다. ISO / IEC 11801 : 2002 (부록 E)는 세 글자의 조합을 사용하여 차폐 케이블에 대한 다양한 지정을 국제적으로 표준화하려고 시도합니다. U는 비 차폐, S는 편조 차폐 (외부 레이어에서만), 포일 차폐의 경우 F-x / xTP 형식의 두 부분으로 된 약어를 사용하여 전체 케이블 보호 및 개별 쌍 또는 쿼드 보호를위한 스크린 유형을 명시 적으로 나타낸다.
  - 4) 차폐 된 Cat 5e , Cat 6 / 6A 및 Cat 8 / 8.1 케이블은 일반적으로 F / UTP 구조를 가지며 차폐 됨> Cat 7/7 A및 Cat 8.2 케이블은 S / FTP 구조를 사용한다
  - 5) 차폐가 전도성이기 때문에 접지 경로 역할을 할 수도 있습니다. 호일 차폐 연선 케이블에는 차폐와 전기적으로 접촉하는 드레인 와이어라고하는 통합 접지 와이어가있을 수 있습니다. 드레인 와이어의 목적은 일반적으로 원형 와이어 연결 용으로 설계된 단자에 쉽게 연결하는 것
  - 6) 일반적인 차폐 구조 유형에는 다음이 포함됩니다.
    - ① 개별 차폐 (U / FTP)
 

각 연선 또는 쿼드에 대해 알루미늄 호일을 사용한 개별 차폐. 일반적인 이름 : 금속 호일 쌍, 차폐 연선, 차폐 연선. 이러한 유형의 차폐는 EMI가 개별 쌍으로 들어가거나 나가는 것을 방지하고 인접 쌍을 누화로부터 보호
    - ② 전체 차폐 (F / UTP, S / UTP 및 SF / UTP)

전체 호일, 편조 100 ohm 연선 케이블 내의 모든 쌍에 포일로 차폐하거나 편조  
일반적인 이름 : 포 일드 트위스트 페어, 차폐 트위스트 페어, 스크린 트위스트 페어. 이러  
한 유형의 차폐는 EMI가 케이블로 들어가거나 나가는 것을 방지하는 데 도움

③ 개별 및 전체 차폐 (F / FTP, S / FTP 및 SF / FTP)

연선 세트 사이에 호일을 사용한 개별 차폐 , 또한 외부 포일 또는 편조 차폐.

일반적인 이름 : 완전 차폐 연선, 차폐 차폐 연선, 차폐 차폐 연선, 차폐 차폐 연선, 차폐  
차폐 연선. 이러한 유형의 차폐는 EMI가 케이블에 들어가거나 나가는 것을 방지하고 주변  
쌍을 누화로부터 보호하는 데 도움

## 2. 차폐종류에 따라 비교

(1) UTP (Unshielded TP, 무차폐 TP, Unshielded Twisted-Pair Wire)

- 1) UTP는 가장 일반적으로 사용되는 TP 케이블이고, 미국 EIA/TIA 568로 규격화됨
- 2) 값싸고, 가늘한 편이고, 취급 용이함 등

(2) STP (Shielded TP, 차폐 TP)

- 1) 알루미늄 포일(foil)로 차폐 처리하고 비닐로 씌움
- 2) 차폐 처리로 인해 둘둘 말 수 없어 취급이 어려우나, 잡음 내성이 필요한 공장 환경 등에 적합

(3) UTP와 STP 비교

비교 근거	UTP	STP
기본	UTP (Unshielded Twisted Pair)는 전선이 꼬여있는 케이블입니다.	STP (Shielded Twisted Pair)는 포일 또는 메쉬 쉴드로 둘러싸인 꼬인 쌍 케이블입니다.
잡음 및 누화 생성	비교적 높다.	잡음과 혼선에 덜 민감합니다.
접지 케이블	필요 없음	필요하다.
취급 용이성	케이블이 작고 가볍고 유연하기 때문에 쉽게 설치할 수 있습니다.	케이블의 설치에 비교적 어렵다.
비용	저렴하고 많은 유지 보수가 필요하지 않습니다.	적당히 비쌌.
데이터 요금	상대적으로 천천히.	높은 데이터 전송률 제공

## 3. 배선공사시 고려사항

(1) 케이블 압박

- 1) 장력(Tension), 묶음(Cinching) 등에 의한 케이블 압박을 감소시킨다.
- 2) Tie Wrap은 도구를 사용하지 말고 손으로 한다.

- 3) 앵커와 같은 Hanging Support는 케이블 중앙에서 1.5m 이내에 있어야 한다.
- 4) Hanging Support 사이의 케이블 공간에는 케이블의 허용 신장(Tension) 만큼 케이블이 쳐져 있어야 한다.

(2) 배선 시 주의사항

- 1) 케이블을 90°이상 꺾지 말아야 하고 케이블이 뒤틀리지 않도록 한다.
- 2) 케이블의 피복이 찢어지거나 마모되지 않도록 주의한다.
- 3) 케이블 트레이, 배관, 레이스웨이 등에는 케이블이 과도하게 설치(Packing) 되지 않도록 한다.
- 4) 케이블의 처음 구간은 풀링 과정동안 손상되기 쉽기 때문에 손상된 부분은 작업을 끝내기 전에 잘라 내야한다.

(3) 케이블 길이기준

- 1) 수평절체 접속부터 인출구/커넥터까지의 케이블 길이는 90m를 초과하지 않아야 한다.
- 2) 수평절체 접속에서 패치코드와 절체접속 점퍼선으로 사용되는 케이블 길이는 5m를 초과하지 않아야 한다.
- 3) 업무구역과 통신실내에 연결하는 장비와 패치코드의 길이는 10m 이하로 하며 이 길이는 수평절체 접속과 통신인출구 및 커넥터간의 배선길이 90m 구간에 포함된다
- 4) 패치 케이블과 절체접속 점퍼선은 동작장비와 직접 연결하지 않는다.
- 5) 업무구역 장비까지 지원하기 위한 케이블은 길이가 3m 이하로 하며 업무구역 인출구에 위치한다.
- 6) 모든 케이블에 표찰을 부착해야 한다.

(4) 케이블 관리

- 1) 케이블의 최대 굴곡반경과 최대 풀링 장력에 대해서는 제조사의 지침을 준수
  - ① 4Pair 수평 UTP 케이블을 위한 풀링 인장 기준은 15파운드를 초과하지 않아야 한다.
  - ② 수평케이블의 굴곡반경은 케이블 직경의 6배 이상으로 한다.
  - ③ UTP, STP-A의 경우는 케이블 직경의 4배 이상으로 한다.
  - ④ 광화이버를 포함한 꼬임페어는 케이블 직경의 10배나 혹은 4cm 이상으로 한다.
- 2) 케이블을 수직으로 설치 할 경우 지지점간의 거리는 1.5m 이하이어야 한다.
- 3) 케이블 정리시 케이블 타이로 너무 단단히 묶음 처리하면 케이블의 성능을 감소시키므로 유의한다.

(5) 커넥터 종단처리

- 1) 수평 및 간선케이블은 항상 커넥터와 분리하여 종단되어야 하기 때문에 수평 케이블과 간선케이블간의 연결을 위해 패치코드와 점퍼선을 사용해야 한다.
- 2) 누화를 최소화하기 위하여 접속기자재와의 종단 시 페어의 꼬임의 풀림을 최소화하여야 하며, 그 길이는 Cat.3의 경우 25mm, Cat.6는 13mm 이하로 한다.



## 4-2. 분산형전원 설비 중 태양광발전설비의 직류차단장치의 시설방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 태양광발전설비DC지락차단장치관련업무처리방법

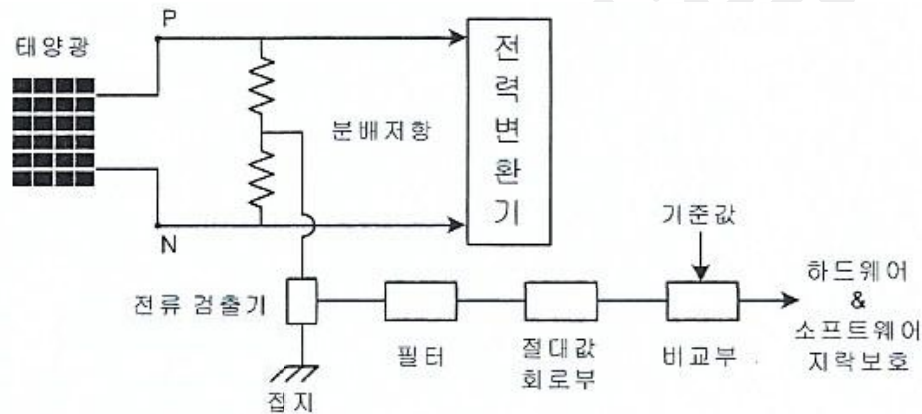
### 1. 개요

태양전지 발전설비의 직류 전로에 지락이 발생했을 때 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하고 그 방법 및 성능은 IEC 60364-7-712(2017) 712.42 또는 712.53에 따를 수 있다.

### 2. 태양광발전설비의 직류차단장치의 시설방법

#### (1) 태양광 발전용 직류차단장치 구성

태양광 발전용 직류 지락검출장치는 그림 과 같이 태양광 모듈과 전력변환기로 구성되어 있는 태양광 발전시스템에서 태양광 출력측에 분배저항을 구성



#### (2) 태양광 발전용 직류차단장치 적용

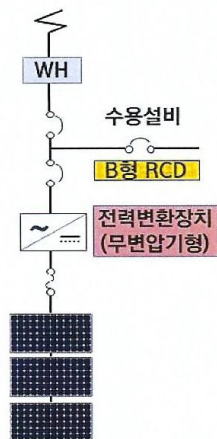
- 1) 직류 지락검출 및 차단(정지)기능이 있는 인버터를 설치하거나 계통 접지방식별 DC지락차단 장치 별도 설치
- 2) 인버터 내장형
  - ① 전력계통에 직접 연결된 태양광발전설비의 인버터에 DC지락검출 및 차단 기능이 내장된 경우 인정
  - ② KS C IEC 62109-2-4.8(계통연계형 인버터에 대한 추가시험) 충족 필요



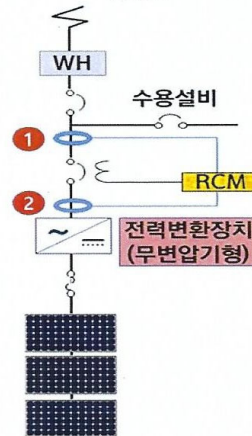
### 3) 개별 지락차단장치

#### ① 계통 연계점의 접지방식에 적절한 별도의 지락차단장치 적용방식

유형1



유형2

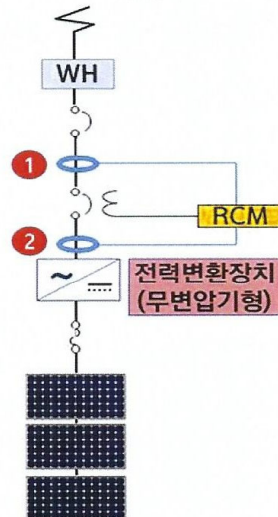


※ ① 또는 ② 중 잔류전류 센서(CT) 설치위치 선택가능

유형3



유형4



※ ① 또는 ② 중 잔류전류 센서(CT) 설치위치 선택가능

### 4) 지락차단장치 검사 또는 시험방법

- ① 지락차단장치의 보호범위를 확인한다
- ② KOLAS 마크가 있는 시험성적서 확인과 가변저항, 계전기시험기 등으로 동작상태를 시험



한 점검기록표 또는 현장시험성적서를 확인하고, 지락보호장치 자체 테스트 버튼 또는 가변저항, 계전기시험기를 활용하여 비상정지, 관리자정보 등이 정상적으로 동작하는지 확인

(3) 비절연 인버터 계통의 지락보호

- 1) 비절연 인버터(무변압기형)을 설치하고 그 전원측의 교류전로를 접지(저항 접지 포함한다)하는 경우는 직류성분과 교류성분 모두에 동작하는 지락차단기(B형 RCD)를 다음과 같이 교류측에 시설하여야 한다. 인버터 용량이 250kW를 초과하는 경우 지락전류 모니터링장치를 차단기와 조합하여 다음의 성능을 만족하도록 할 수 있다.
- 2) B형 RCD는 인버터 용량(연속 출력정격)이 30kVA 이하인 경우 지락전류 300mA 이하에서 300ms 이내에 동작하여야 한다. 인버터 용량이 30kVA를 초과하는 경우 kVA당 10mA를 가산한다.
- 3) B형 RCD는 지락전류가 급격히 변화하는 경우 [표 1]과 같은 시간 이내에 동작하여야 한다.

[표 1]

지락전류의 급격한 변화	동작시간
$\Delta I_g = 30\text{mA/sec}$	$< 300\text{ms}$
$\Delta I_g = 60\text{mA/sec}$	$< 150\text{ms}$
$\Delta I_g = 150\text{mA/sec}$	$< 40\text{ms}$

(4) 절연 인버터 계통의 지락보호

- 1) 절연 인버터(변압기 내장형)을 설치하고 그 전원 측의 교류전로를 비접지하는 경우는 다음과 같은 절연저항 감시장치를 설치하여야 한다.
- 2) 절연저항은 운전을 시작하기 전 또는 24시간마다 한 번씩 측정하여야 한다.
- 3) 절연저항값은 [표 2]에서 정한 값 이상이어야 한다.

[표 2]

어레이 정격용량(kW)	최소절연저항(k $\Omega$ )
$\text{Prated} \leq 20$	30
$20 < \text{Prated} \leq 30$	20
$30 < \text{Prated} \leq 50$	15
$50 < \text{Prated} \leq 100$	10
$100 < \text{Prated} \leq 200$	7
$200 < \text{Prated} \leq 400$	4
$400 < \text{Prated} \leq 500$	2
$\text{Prated} > 500$	1

## 4-3. 건축화조명 방식에 대하여 설명하시오.

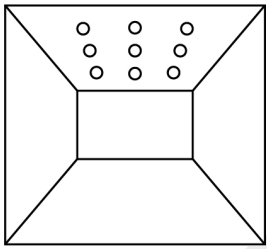
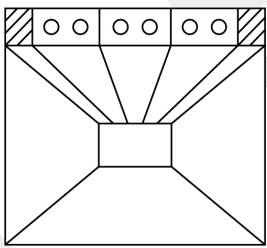
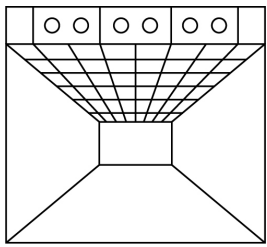
답)

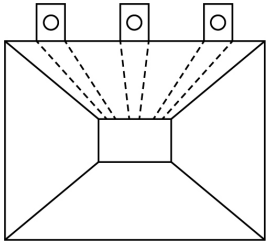
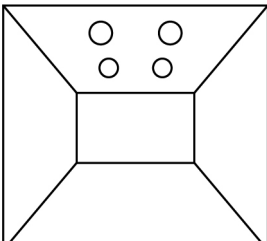
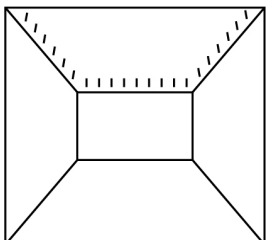
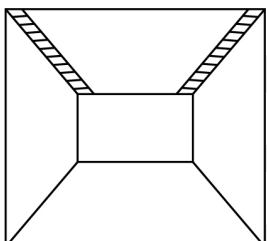
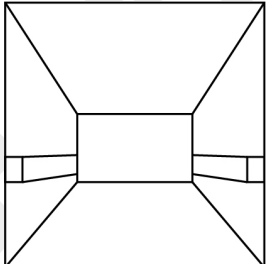
출처 : 모아 건축전기설비기술사 1권 p.342

## 1. 개요

- (1) 보통의 조명기구를 쓰지 않고 천장·벽·기둥·보 등 건축구조체 중에 광원(光源)을 설치하거나, 또는 건축물 표면의 반사광에 의하여 채광하는 조명방법을 말하는데, 건축의 장식이 아니라 조명 설비이다.
- (2) 건축화 조명은 건축의 일부를 광원화한 것으로, 건축의 장식이 아니고, 건축의 중요한 일부를 이루는 조명 설비이다.

## 2. 건축화조명 방식

구분	형태	설치방법	특징
다운라이트		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 천장면에 작은 구멍을 뚫어 그 속에 광원을 매입하는 방식</li> <li>2) 배치방법               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 등 간격 배치방법</li> <li>② Random 배치방법 (주로사용)</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 구멍지름의 대소, 재료마감 및 의장, 전체 구멍 수, 배치 등에 따라 분위기를 변화</li> <li>2) 조도를 계산하여 등수 결정 후에는 일반적인 등 간격 보다는 Random한 배치가 필요함</li> <li>3) 천장면을 볼 때 눈에 거슬리지 않으나 천장면이 어두워지는 것이 특색</li> </ol>
광천장		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 천장면에 확산 투과재를 붙이고 천장 내부에 광원을 배치하는 방식</li> <li>2) 적용               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 고조도 필요한 장소 (1000~1500lx)</li> <li>② 설계제도실, 빌딩의 1층 홀, 쇼룸 등</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 천장면을 이용하는 조명중에서 조명율이 가장 높다.</li> <li>2) 천장 전면이 저휘도의 광천장이 되므로 부드럽고 깨끗한 조명</li> <li>3) 보수가 비교적 용이하다</li> </ol>
루버		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 천장면에 루버판을 부착하고 천장내부에 광원을 배치하는 방식</li> <li>2) 루버면에 휘도의 얼룩짐이 없도록 하고 직접램프가 눈에 들어오지 않도록 보호각과 거리(램프~루버판)를 검토               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 보호각 30° : <math>S \leq 1.5D</math></li> <li>② 보호각 45° : <math>S \leq D</math></li> </ol> </li> <li>3) 적용장소 : 사무실</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 광천장방식의 천장면 전체를 확산투과재로 하는 것과 달리 개소별, 라인별로 광원을 배치하는 방식</li> <li>2) 직사현위가 없고 밝은 직사광을 얻고 싶은 경우 효과가 좋다.</li> </ol>

광량		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 연속열 등기구를 천장에 매입하거나 들보에 설치하는 방식</li> <li>2) 적용장소 : 사무실</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 조명방식 중에 가장 효과적</li> <li>2) 조명기구를 중, 횡, 대각선 설치가능</li> </ol>
코퍼		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 천장면을 여러 형태로 오려내어 건축적인 공간을 형성하고 다양한 형태의 매입기구를 부착하여 실내의 단조로움을 피하는 방식</li> <li>2) 적용장소 : 고 천장의 영업실, 백화점 1층</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 천장면에 매입된 등기구 하부에는 주로 플라스틱 판을 부착하고 천장 중앙에 반 간접형 기구를 매다는 조명방식이 일반적이다.</li> <li>2) 단조로움 방지</li> </ol>
코오브		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 램프를 감추고 코브의 벽, 천장면을 이용하여 간접조명으로 만들어 그의 반사광으로 채광하는 조명방식</li> <li>2) 적용장소 : 로비, 홀 중앙, 고급 레스토랑, 호텔의 미팅룸</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 천장과 벽이 2차 광원면이 되므로 반사율 확산성이 높아야 한다.</li> <li>2) 효율면에서 가장 뒤떨어지나 방 전체가 부드럽고 차분한 분위기됨</li> <li>3) 램프가 노출되지 않도록 하고 방구석에서도 보이지 않도록 설계</li> </ol>
코너		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 천장과 벽면의 경계구석에 등기구를 설치하는 조명방식</li> <li>2) 적용장소 : 고급음식점의 큰 객실, 지하차도, 지하철 계단 등</li> </ol>	천장과 벽면을 동시에 투사하는 실내조명방식
밸런스		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 벽면을 밝은 광원으로 조명하는 방식, 숨겨진 램프의 직접광이 아래쪽의 벽, 커튼, 위쪽 천장면을 조사하는 방식</li> <li>2) 적용장소 : 분위기 조명에 적합</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 광원은 형광등 사용(보이지 않게 설치)</li> <li>2) 분위기 우수하고 벽면에 밝은 광원</li> </ol>

#### 4-4. 엘리베이터의 다음 사항에 대하여 설명하시오.

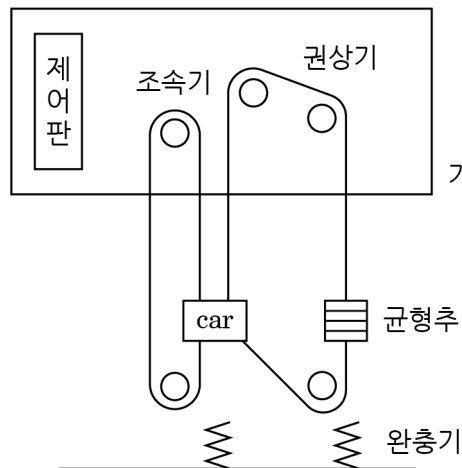
- (1) 안전장치의 종류
- (2) 설계 및 시공시 고려사항

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.316

#### 1. 안전장치의 종류

##### (1) 구성



##### (2) 안전장치

구분	내용
전자 브레이크 (Magnetic Brake)	① 권상기에 설치 ② 정격부하 125%로 하강시 동작 ③ 2개 이상 독립적으로 구동
로프브레이크	① 전자브레이크 고장 시 안전장치 ② 로프를 직접 구속
조속기 (Governor)	① 정격속도 1[m/s] 초과하는 ELEV는 정격속도115~125%에서 동작 ② 1차 전기 스위치는 2차 Catch동작 이전에 작동해야 함
비상안전장치 (웬지)	조속기에 의해 가이드레일 잡아 동작
리미트 스위치	① Cage가 어떤 원인으로 최종 층에서 정지위치를 지나치지 않게 정지시킴 ② 제어회로를 개방, 전동기 전원을 차단하여 전자Brake를 작동시켜 정지
강제감속스위치	① 상층부, 하층부에 각각 설치 ② 정해진 속도 이상시 강제감속
완충기 (Buffer)	① 종단층(최상층, 최하층)의 감속 정지장치 또는 리미트 스위치로도 정지되지 않고 비상제동장치도 작동하지 않아 최하층을 지나쳤을 경우 충돌완화 및 안전장치 ② 스프링식과 유압식이 있다.(스프링식은 60m/min이하, 유압식은 60m/min이상)
끼임 방지장치	출입문에 재실자 끼이면 문이 열리는 장치
과적 방지장치	허용 적재하중 이내

추락 방지판	승강로, 카 사이 추락방지
출입문 잠금장치	① 다른 층 홀도어 열림 방지 ② 목적 층 홀도어 열림
출입문 걸쇠	정전, 고장 시 밖에서 열림
역상, 결상계전기	역상, 결상 발생 시 승강기 정지

## 2. 설계 및 시공시 고려사항

### (1) 엘리베이터 계획 시 고려사항

- 1) 적절한 수요를 예측하여 과부족이 없는 능력으로 가장 경제적인 설비를 선택하는 것이 목적이다.(수회 반복하여 검토 후 결정)
- 2) 승용 엘리베이터는 가능한 한 1개소에 집중 설치해서 부하의 균등화를 도모한다.
- 3) 평면적으로 분산 시에는 동선을 검토한 후 다음 각목에 중점을 두고 검토한다.
- 4) 계획대상의 상태 및 상태의 변화시점을 결정하여 그에 적합한 대수로 계획한다.
- 5) 성격과 종류가 다른 교통이 혼재하는 경우에는 가능한 한 이종의 교통은 분리하여 동선의 단순화를 도모한다.
- 6) 빌딩의 출입구가 지하1층과 1층으로 되어 있을 경우에는 에스컬레이터 등으로 2개층을 결합시켜 출발점을 1개층으로 정하여 운행능률과 수송력의 향상을 도모한다.(지하층에서 만원으로 1층에서는 이용 불가능한 경우가 발생할 수 있다)
- 7) 하나의 그룹으로 운전되는 엘리베이터의 서비스 층을 모두 고르게 할 것. (군 관리시스템의 적용)
- 8) 엘리베이터 배치 시 특히 4대 이상인 경우에는 군 관리시스템을 채택하여 그 능력을 충분히 발휘할 수 있도록 한다.
- 9) 엘리베이터 1개 그룹의 대수는 이용편리상으로 볼 때 8대가 한도이다.

### (2) 엘리베이터 설계 시 검토사항

- 1) 법적제한사항 검토.
- 2) 비용 및 면적 검토.
- 3) 적재량, 정격 속도, 설비대수 결정.
- 4) 정원 및 평균일주시간의 산출.
- 5) 전동기용량, 구동방식, 배치, 균형 추의 위치, 카, 승강로, 기계실의 크기 결정.
- 6) 의장의 결정

## (3) 엘리베이터의 선정

용도	적재량 kg	정원	속도 m/분	구동방식	운전방식
소형빌딩, 아파트	400	6	30	교류1단	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 요 운전원방식 : 카 스위치 자동착상 방식</li> <li>◦ 무운전원방식 : 승합 전 자동 방식</li> </ul>
중,소형 호텔,병원	600	9	45, 60	교류2단	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 무운전원방식 : 단식 자동방식, 승합 자동방식</li> </ul>
중형빌딩 소형백화점	800	13	90, 105	직류 기어드	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 병용방식 : 카 스위치 승합자동, 시그널승합자동</li> </ul>
대형사무실	1350	20	80~ 150	직류 기 어레스	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 군관리 전자동방식</li> </ul>
대형백화점	1500	23	150	직류 기 어레스	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 시그널 승합 자동방식</li> </ul>

#### 4-5. 연료전지의 발전원리와 재료 및 구성에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.154

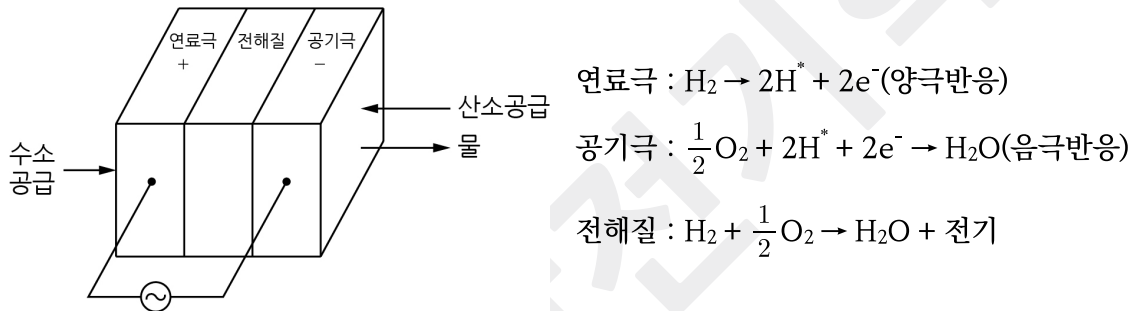
### 1. 개요

연료전지는 전기를 이용해 물을 수소와 산소로 분해하는 것을 역이용하여 수소와 산소에서 전기 에너지를 얻는 것이다.(수소와 산소의 화학에너지 → 전기에너지 변환)

### 2. 연료전지의 발전원리

(1) 연료전지는 전기를 이용해 물을 수소와 산소로 분해하는 것을 역이용하여 수소와 산소에서 전기 에너지를 얻는 것이다.(수소와 산소의 화학에너지 → 전기에너지 변환)

(2) 원리



- 1) DC전력 생산, 에너지 저장 (수소 반응성이 높아 저부하시 즉시 대응 가능)
- 2) 전기+열 동시 공급 (폐열 회수장치를 이용하여 열병합 가능)

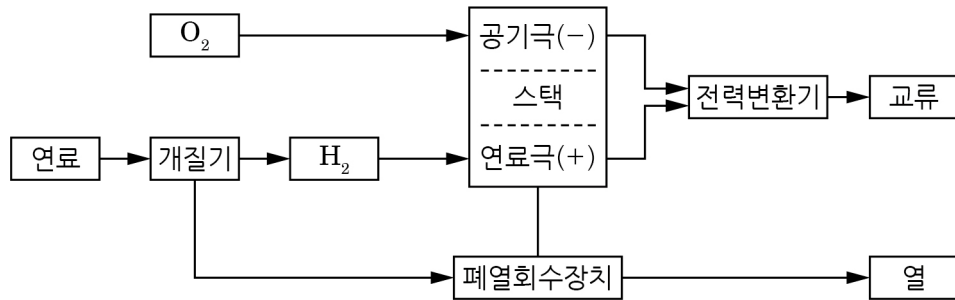
### 3. 연료전지의 재료 및 구성

(1) 재료

구분	전해질	용도	효율	특징
DMFC 직접메탄올	이온 교환막	소형 (1kW이하)	40%	① 소형, 간단 ② 출력이 작다 ③ 손실 증가(메탄올 화학 반응속도 느림)
PEMFC 고분자전해질형	이온 교환막	자가용, 가정용 (3kW)	75%	① 많이 사용 ② 취급용이 ③ 재료간 열팽창→기계적 변형유의
SOFC 고체산화물형	세라믹	발전용 (1kW~1MW)	85%	① 운전온도 높다(1200℃) ② 열병합 가능
MCFC 용융탄산형	탄산염	대형건물 (250kW)	80%	① 설계 간단 ② 전해질 증발 많다 ③ 운전온도 600~700℃
PAFC	인산염	중형건물	70%	① 유지보수 용이

인산형		(50kW)		② 고신뢰성 ③ 운전온도 220℃
AFC 알칼리형	알칼리 (KOH)	특수용 (우주왕복선)	75%	① 고가 ② 효율 높다 ③ CO <sub>2</sub> 에 취약 (순수 H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> 요구)

## (2) 구성



- 1) 개질기 : 연료에서 H<sub>2</sub>생산
- 2) 스택 : 전지 직렬연결 → 원하는 출력
- 3) 전력변환기 : 인버터(DC → AC) + 전력제어



#### 4-6. 한 상에 여러 가닥의 케이블을 병렬로 배선 시 이상 현상과 동상 케이블에 흐르는 전류 불평형 방지 대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 건축전기설비기술사 2권 p.277

### 1. 개요

동상 다수조 포설은 케이블 여러조를 동일상에 포설하는 것으로 케이블용량이 커지면 병렬포설이 필요하고 표피효과 방지위해 동상다수조 포설이 필요

### 2. 한 상에 여러 가닥의 케이블을 병렬로 배선 시 이상 현상

#### (1) 케이블 병렬전선 5가지 원칙

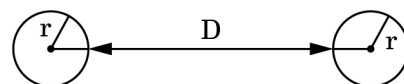
- 1) 전선 굵기 : 동  $50\text{mm}^2$ , AL  $70\text{mm}^2$  이상  
굵기가 작을 경우 표피효과 미발생되어 동상다수조 포설이 필요 없다.
- 2) 동일한 도체, 굵기, 길이  
다르면 동상 다수조 포설하더라도 표피효과 발생
- 3) 병렬전선은 각각에 퓨즈 미설치  
한 선이 차단돼도 다른 선으로 전류 흘러 퓨즈효과 없다.
- 4) 각 전선에 흐르는 전류는 불평형 초래하지 않도록 할 것
- 5) 같은 극의 전선은 동일한 터미널 리그에 완전히 접속  
R상은 R상끼리, S상은 S상끼리 접속

#### (2) 동상다수조 케이블에서 전류불평형 원인

##### 1) 전선배치에 따른 인덕턴스 변화

- ① 케이블을 평행배치 시 작용인덕턴스는 케이블의 이격거리에 따라 변한다.

$$L = 0.4605 \log \frac{D}{R} + \frac{0.05}{n} [\text{mH/km}]$$



r: 케이블 반경(m)

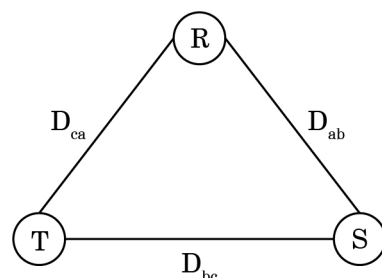
D: 케이블간 이격거리(m)

&lt;평형 배치시&gt;

- ② 케이블을 3각 배치 시에도 케이블간의 이격거리에 따라 작용인덕턴스는 변한다.

$$L = 0.4605 \log \frac{D}{R} + \frac{0.05}{n} [\text{mH/km}]$$

$$D = \sqrt[3]{D_{ab}D_{bc}D_{ca}} [\text{m}]$$



&lt;3각 배치시&gt;

##### 2) 케이블 각 상 배열 잘못 및 선심 상호간 거리가 다른 경우

3) 케이블 주위 전위 및 자속의 영향이 있을 때

4) 케이블의 길이가 차이 있을 때

(3) 영향

1) 선로 간  $\cos\theta$  감소 :  $V_d$ ,  $P_l$  증가

2) 시스유기전압 증가하여 케이블의 발열 및 손실 증가

3) 전류의 흐름에 방해 작용 증가

4) 케이블 수명저하

5) 케이블 이용율 저하

6) 불평형 전류가 30% 이상인 경우 릴레이 오동작 가능

### 3. 동상 케이블에 흐르는 전류 불평형 방지 대책

(1) 동일한 규격의 케이블 사용

(2) 선심 상호간 동일거리 유지

(3) 각 상의 전선 길이 일치

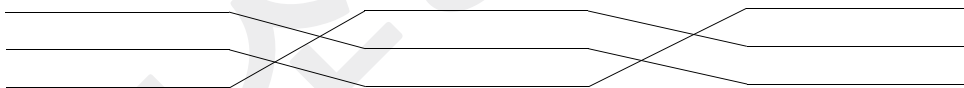
(4) 동일 굵기 전선 사용

(5) 케이블의 연가

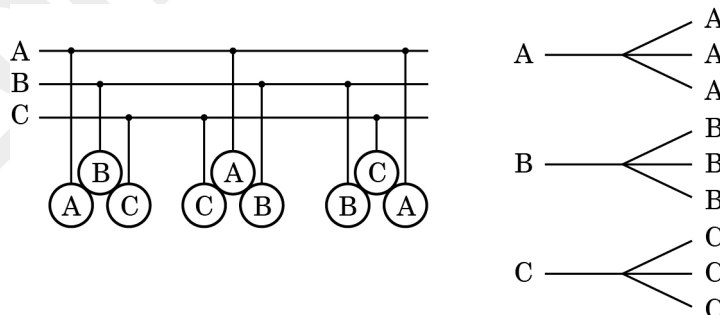
(6) 장거리 선로 경우 3심 케이블 사용

(7) 선로정수 평형 배치

1) 연가 : 유도전압 벡터합성 = 0



2) 정삼각 배치

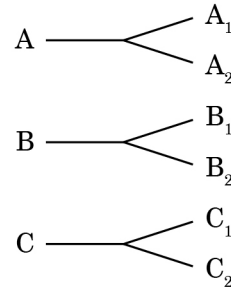
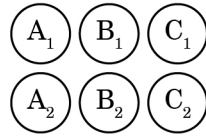


① 시스유기전압 최소

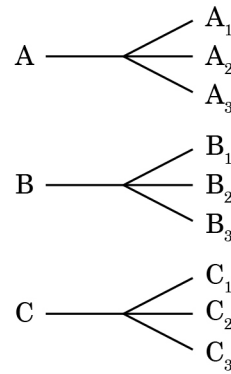
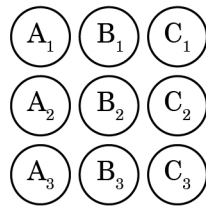
② 상호 열전달 증가 : 케이블 온도상승하여 허용전류 감소

### 3) 3조 병렬

#### ① 3조 병렬 2단

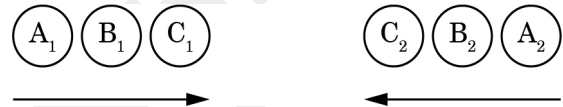


#### ② 3조 병렬 3단



### 4) 6조 병렬

#### ① 6조 병렬 1단



#### ② 6조 병렬 2단

