

»모아는 Challenge다«

전기분야의 Legend, 모아전기학원

## 제 122회 전기안전기술사

[문제풀이집]

교수: 오부영 기술사

### Legend 모아전기학원의 자랑!

모아전기학원 2012~2020년

전체 수강생의 1/7을 합격시킨, 진정한 Legend!

“실제 수강생 대비 합격률 대한민국 1위”

강의만족도 90%, 강의 평균 재수강률 80%

“8년간의 검증” 모방이 불가능한 커리큘럼

열정적으로 2020년을 시작합니다.

### Legend 모아전기학원의 최강의 강사진!

왕모아 원장 “건축전기 기본반과 연구반, 전기안전 특강반”

하용일 교수 “섬세한 발송배전 기본튼튼 강의”

오부영 교수 “최단기 합격비법 전기안전·전기응용반 강의”



MOA Technical Education

전기 교육전문학원

모아전기학원

02) 2068-2851

## » 모아전기학원 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 2개 Class, 전기응용 1개 Class 운영 중! ▷ 총 7개 Class 개강 운영 중!

### 네 번째: 동영상 혹은 교재 무료제공!

- ▷ 수강 기간 동안 제공되는 복습용 동영상 or 해당 과정 교재 택1 가능
- ▷ 현장강의 수강시 동일과목 동영상강의 무료제공!!

### 다섯 번째: 스터디 룸 무료제공!

- ▷ 토요일/일요일: 정규반, 심화반 오전/오후 별도의 스터디룸 제공
- ▷ 평일 스터디룸(24시간) 무한 제공!

## 모아소방전기학원 / 전기기술사 개강일정

### 건축전기설비기술사 (홍성철 교수 / 황모아 원장)

CLASS	개강일정 (11주)			교재
건축전기의 중요핵심 “SGN 기본반”	8월 9일 ~ 11월 03일	일요일 15시 ~ 20시30분	11강	모아건축전기기술사 2권+보충자료
영혼있는 답안작성 “SBR 연구반”	8월 9일 ~ 11월 03일	일요일 10시 ~ 18시	11강	모아건축전기기술사 +Sub note

### 발송배전기술사 (하용일 교수 / 김영민 교수)

CLASS	개강일정 (11주)			교재
철저한 기본주의 “토요기본반”	8월 8일 ~ 11월 09일	토요일 15시 ~ 21시	11강	발송기본3권(송길영) 동일출판사
고정관념 제거 “심화연구반”	8월 8일 ~ 11월 09일	토요일 09시 ~ 15시	11강	자체교재

### 전기안전(응용)기술사 (오부영 교수)

CLASS	개강일정 (11주)			교재
쓸 수 있는 공부 “SGN기본반”	8월 8일 ~ 11월 09일	토요일 15시-20시	11강	모아전기안전기술사 +보충자료
마무리토론과 모의고사 “SGN연구반”	8월 8일 ~ 11월 09일	토요일 9시-14시30분	11강	모아전기안전기술사 +보충자료

제122회 전기안전기술사 1차 필기문제(2020년07월04일)

[제 1 교시]

1. 안전인증 대상 보호구와 자율 안전확인 대상 보호구를 구분하여 설명하시오.
2. 피뢰기의 구비조건과 종류에 대하여 각각 설명하시오.
3. 유입변압기 고장여부를 진단할 수 있는 방법에 대하여 설명하시오.
4. 차단기 트립프리(Trip Free)에 대하여 설명하시오.
5. 전력기술관리법에서 정한 감리배치 신고대상과 제외대상에 대하여 각각 설명하시오.
6. 산업안전심리의 5대 요소에 대하여 설명하시오.
7. 변류기(CT) 포화전압의 정의와 포화전압과 부하임피던스(Impedance)의 관계에 대하여 설명하시오.
8. 수.변전 설비의 내진설계(耐震設計)에 대하여 설명하시오.
9. 정전기에 의한 인체의 대전(帶電)방지 대책에 대하여 설명하시오.
10. 변압기 용량을 산정할 때 검토사항에 대하여 설명하시오.
11. 산업안전보건법에서 정한 유해위험방지계획서 제출대상에 대하여 설명하시오.
12. 고압계통에서 선로의 충전전류 크기에 따른 적절한 접지방식 선정에 대하여 설명하시오.
13. 전력기술관리법 운영요령에서 정한 감리용역대가 산출기준인 정액적산방식 및 설비 정액 가산방식의 개념과 비목별 산정방식에 대하여 각각 설명하시오.

[제 2 교시]

1. 뇌방전 형태를 분류하고, 뇌격전류 파라미터의 정의와 뇌전류의 구성요소에 대하여 각각 설명하시오.
2. 방출 전계강도와 자계강도의 영향에 대하여 설명하시오.
3. 전력기술관리법 시행령에서 정한 설계 감리에 대하여 설명하시오.
  - 1) 설계 감리 대상
  - 2) 설계 감리 업무
  - 3) 설계도서의 보관의무
  - 4) 설계 감리원의 역할
4. 누전경보기 화재안전기준(NFSC 205)에 정한 용어 3가지를 정의하고, 누전경보기 설치방법에 대하여 설명하시오.
  - 1) 용어의 정의
    - ① 누전 경보기
    - ② 수신부
    - ③ 변류기
  - 2) 설치방법
5. 2차 전지 중 연 축전지와 알카리 축전지에 대하여 각각 설명하시오.
6. 대기현상 또는 설비 내 기기에서 발생한 과전압에 대한 저압 전기설비의 보호방법에 대하여 설명하시오.

**[제 3 교시]**

1. 신에너지 및 재생에너지 개발, 이용 보급 촉진법에서 정한 신에너지 및 재생에너지를 구분하여 설명하고, 신에너지 및 재생에너지 설비에 대하여 각각 설명하시오.
2. 책임감리와 건설 사업관리(CM)의 업무와 제도를 비교하여 설명하시오.
3. 가치공학(Value Engineering 이하 VE)의 적용형태, VE의 5가지 기본원칙, VE를 적용하기 적합한 건설사업의 유형에 대하여 각각 설명하시오.
4. IEEE Std 80에 의한 접지설계 흐름도를 제시하고 설명하시오.
5. 접지저항에 영향을 주는 대지 저항율에 대하여 설명하시오.
6. 전기화재 예방대책에 대하여 설명하시오.

**[제 4 교시]**

1. 중성점 직접접지 방식 전로와 비접지방식 전로의 지락보호를 비교하여 설명하시오.
2. 감리원이 설계도서 검토 및 확인해야 할 사항과 설계도서의 포함내용, 특별히 계약에 명시되지 아니한 경우 일반적인 설계도서 해석의 우선순위에 대하여 설명하시오.
3. K-Factor 적용 변압기에 대하여 설명하고, 와류손(pu) - 13 K-Factor - 25인 경우 여유율을 구하시오.
4. 전기설비 기술기준의 판단기준에서 정한 특별고압 전로에 적합한 케이블과 수밀형 케이블에 대하여 각각 설명하시오.
5. 산업안전보건법에서 정한 위험성 평가에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
  - 1) 개요
  - 2) 주체
  - 3) 절차
  - 4) 실시 주체별 방법
  - 5) 시기
6. KSC IEC 60364에 의한 특별 저전압의 종류를 분류하고 특별 저전압 전원회로에 의한 감전보호 방법에 대하여 설명하시오.



## 제 1 교 시 문제풀이

1-1. 안전인증 대상 보호구와 자율 안전확인 대상 보호구를 구분하여 설명하시오.

답)

출처'산업안전보건법

보호구 자율안전확인 고시

1. 관련법령: 산업안전보건법, 보호구 자율안전확인 고시(고용노동부 고시)

2. 안전인증 대상 보호구

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| 1) 추락 및 감전 위험 방지용 안전모 | 2) 안전화                  |
| 3) 안전장갑               | 4) 방진마스크                |
| 5) 방독마스크              | 6) 송기 마스크               |
| 7) 전동식 호흡보호구          | 8) 보호복                  |
| 9) 안전대                | 10) 차광 및 비산물 위험 방지용 보안경 |
| 11) 용접용 보안면           | 12) 방음용 귀마개 또는 귀덮개      |

3. 자율 안전확인 대상 보호구

- 1) 안전모
- 2) 보안경
- 3) 보안면
- 4) 잠수기

## 1-2. 피뢰기의 구비조건과 종류에 대하여 각각 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

전기안전 120회

### 1. 피뢰기

- 1) 피뢰기란 수용가 전력시스템의 인입측에 설치하여 이상전압을 억제하는 기기로 평상시는 대지와 절연상태로 있고, 이상전압(낙뢰, 서지) 침입 시에는 대지로 방류하는 전력보호 기기이다.
- 2) 피뢰기의 가장 중요한 기능은 평상시에는 대지와 절연성능 유지와 이상전압 시는 신속히 대지로 방류하고, 이상전압방류 후에는 신속히 절연상태로 회복하는 기능들이다.

### 2. 피뢰기의 구비조건

- 1) 충격파 방전개시전압이 낮아야 한다.
- 2) 제한전압이 낮아야 한다.
- 3) 상용주파방전개시전압이 높아야 한다.
- 4) 방전내량이 커야 한다.
- 5) 이상전압 방전 후에는 신속히 속류를 차단하고 절연상태로 회복한다.
- 6) 이상전압 침입 시 신속히 방전한다.
- 7) 이상전압 방전 시 전력계통의 단자전압을 일정 이하로 유지해야 한다.
- 8) 지속적인 반복동작에도 특성이 변하지 않아야 한다.

### 3. 피뢰기의 종류

구분	탄화규소 피뢰기(갭저항형)	산화아연 피뢰기(갭레스형)
성분	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주성분은 탄화규소 SiC</li> <li>• 부성분은 점토 등의 자기성분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주성분은 산화아연(ZnO)</li> <li>• 부성분은 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub></li> </ul>
다중 뇌 성능유지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다중뇌에 직렬갭의 절연저항으로 지락사고 발생할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전압-전류의 비직선 특성이 우수하여 다중 뇌가 발생하면 속류가 없고, 열화현상이 거의 없다.</li> </ul>
서지 흡수능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서지를 직렬갭이 처리 하므로 서지흡수 한계가 있다.</li> <li>• 직렬갭이 방전할 때까지 서지가 존재하여 서지흡수가 늦다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서지를 산화아연 소자가 직접 처리</li> <li>• 이상전압 발생과 동시에 방전</li> </ul>
구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직렬갭이 있어 소형화 어렵다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직렬갭이 없어 소형화 가능</li> </ul>

### 1-3. 유입변압기 고장여부를 진단할 수 있는 방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

#### 1. 열화진단의 목적

- 1) 변압기 열화시 사고로 인한 파급현상 예방
- 2) 효율의 증대와 LCC(Life Cycle Cost) 적용
- 3) 전력 공급의 안정과 신뢰성 증대, 고품질 전력 확보

#### 2. 변압기 열화원인

열화 종류	원인	진행 및 결과
열 열화	열	산화, 열분해 → 기계적 강도 저하, 흡습성 증대
전계 열화	보이드, 돌기, 이물	산화전공 → 절연두께 감소, 관통 파괴
응력 열화	열응력, 히트사이클	크랙, 박리 등 보이드 발생 지전 → 절연 열화
환경 열화	습기, 먼지 등	오손, 흡습 → 절연 저하 트래킹

#### 3. 변압기의 열화진단 항목

운전 중 진단(활선진단)	정지 중 진단(사선진단)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유중 CO + CO<sub>2</sub> 진단</li> <li>• 유중가스 분석, 푸르푸렐 진단</li> <li>• 유특성 시험, 부분 방전</li> <li>• 진동진단, 국부과열</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 절연 저항 측정</li> <li>• <math>\tan\delta</math> 측정, 정전용량 측정</li> <li>• 초음파 수분측정</li> <li>• 여자전류측정, 권선저항 특성</li> </ul>

### 1-4. 차단기 트립프리(Trip Free)에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 전기안전 117회

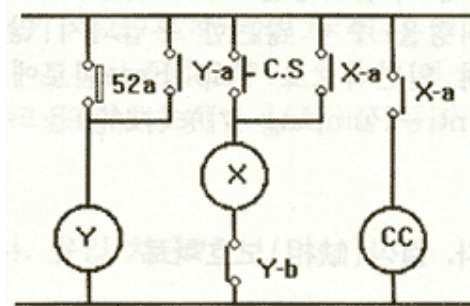
#### 1. 차단기 트립프리(Trip Free)

##### 1) 정의

- (1) 트립프리(Trip Free)란 투입신호에 의하여 최소한 접촉자의 접촉 또는 접촉자간의 Arc에 의해 통전상태가 되었을 때 투입 지령중이라도 Trip장치 동작에 의하여 차단기를 Trip 할 수 있다.
- (2) Trip 완료 후라도 투입지령이 계속되어도 재차 투입동작을 하지 않고 투입지령을 해제한 후 다시 투입 지령을 주었을 때만 비로소 투입동작을 한다.

##### 2) 시퀀스 기본회로

##### (1) 회로도



##### (2) 동작 순서

- 투입용 C/S 동작 → 보조계전기 X 여자 → X-a에 의해 자기유지회로 구성  
 → 차단기 투입 → 차단기 기계적 a점점 동작 → Y 여자 및 자기유지회로 구성  
 → Y-b에 의해 X코일 전원분리(X-a점점해제로 CC 코일 전원인가 안 된다.)  
 → CS Signal 해제 후 재투입 신호가 있을 때 전원인가 가능



## 1-5. 전력기술관리법에서 정한 감리배치 신고대상과 제외대상에 대하여 각각 설명하시오.

답)

출처'전력기술관리법 제12조의2

전력기술관리법 운영요령

### 1. 감리배치 신고대상

- 1) 모든 전력시설물의 설치·보수공사
- 2) 공동 주택 및 건축물

구분	규모	감리원배치 인원수
가. 공동주택	300세대 이상 800세대 미만	영 별표 3의 기준에 따른 책임감리원 1명을 포함한 감리원 1명 이상을 총 공사기간동안 배치
	800세대 이상	영 별표 3의 기준에 따른 감리원을 다음과 같이 배치 - 책임감리원: 1명을 총 공사기간동안 배치 - 보조감리원: 1명 이상을 총공사기간대비 50% 이상 배치 다만, 400세대를 초과할 때마다 총 공사기간대비 50% 이상 추가배치
나. 건축물	연면적 10,000㎡ 이상 연면적 30,000㎡ 미만	영 별표 3의 기준에 따른 책임감리원 1명을 포함한 감리원 1명 이상을 총 공사기간동안 배치
	연면적 30,000㎡ 이상	영 별표 3의 기준에 의한 감리원을 다음과 같이 배치 - 책임감리원: 1명을 총 공사기간동안 배치 - 보조감리원: 1명 이상을 총공사기간대비 50% 이상 배치 다만, 20,000㎡를 초과할 때마다 총 공사기간대비 50% 이상 추가배치

### 2. 감리배치 신고 제외대상

- 1) 전기사업법에 따른 일반용전기설비공사
- 2) 전기사업법 공급약관에 따른 임시전력공사
- 3) 군사기지 및 군사시설 보호법에 따른 군사시설 내 전력시설물공사
- 4) 소방시설공사업법에 따른 비상전원·비상전원조명등 및 비상콘센트공사
- 5) 전기사업법에 따른 전기사업용전기설비 중 인입선 및 저압배전설비공사
- 6) 전기안전관리자가 감리업무를 수행하는 아래의 공사
  - (1) 비상용 예비발전설비 설치·변경공사 총공사비 1억원 미만
  - (2) 전기수용설비 증설·변경공사 총공사비 5천만원 미만
- 7) 전기사업자가 시행하는 총도급공사비 5천만원 미만 공사로 소속 전력기술인이 감리업무를 수행하는 공사
- 8) 전력시설물 중 토목·건축 및 기계부문의 설비공사

- 9) 발전기 또는 600V이상의 변압기·차단기·전선로의 용량변경이 수반되지 않는 전력시설물의 보수공사(다만, 다음 각호 1에 해당하는 공사는 감리대상임)
- (1) 전기사업법에 의한 공사계획의 인가 또는 신고대상인 보수공사
  - (2) 저압 전력시설물 보수공사로서 자가용전기설비 중 총공사비 5천만원 이상인 전력시설물 공사와 함께 시행되는 보수공사

**1-6. 산업안전심리의 5대요소에 대하여 설명하시오.**

답)

출처' 전기안전 120회

**1. 안전심리학 법적 접근근거(산업안전보건법 제5조-사업주의 의무)**

- 1) 이 법에 따른 명령으로 정하는 산업재해 예방을 위한 기준
- 2) 근로자의 신체적 피로와 정신적 스트레스 등을 줄일 수 있는 쾌적한 작업환경의 조성 및 근로조건 개선
- 3) 해당 사업장의 안전 및 보건에 관한 정보를 근로자에게 제공

**2. 산업안전심리의 5대 요소**

- 1) 습관  
후천적인 소질에 의해 갖게 된 일관적인 행동경향을 말하며 좋은 습관은 문제가 없으나 좋지 못한 습관은 인관관계에 악영향을 미친다.
- 2) 동기  
능동적인 감각에 의한 자극으로 일어난 사고의 결과, 즉 특징
- 3) 기질(개성)  
인간의 성격과 능력 및 기질의 개인적 특성으로 이는 생활환경에 따라 형성된다.
- 4) 감정  
희노애락 등의 의식을 말하며, 감정은 안전과 밀접한 관계를 지니며 사고를 일으키는 정신적인 동기를 부여한다.
- 5) 습성  
인간의 개성과 소질에 따라 형성된 사고나 행동의 개성적 특성

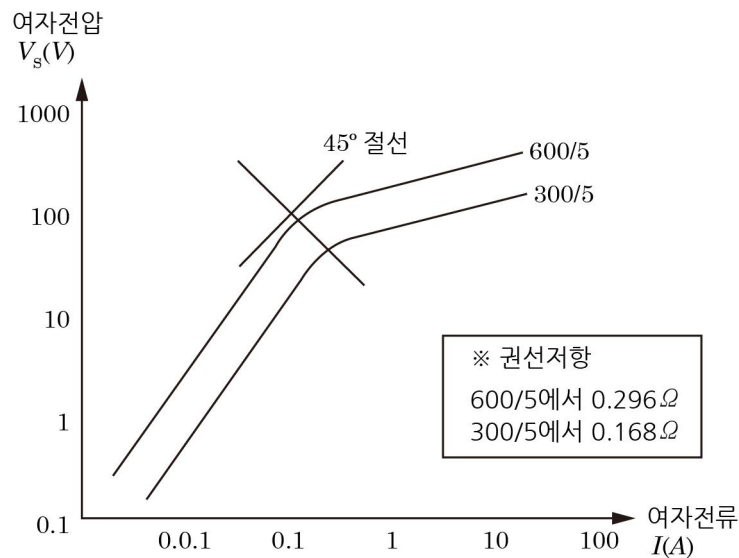
### 1-7. 변류기(CT) 포화전압의 정의와 포화전압과 부하임피던스(Impedance)의 관계에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 건축전기설비 94회

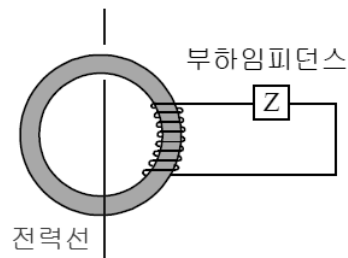
#### 1. 포화전압의 정의

- 1) 과전류로 인하여 CT가 포화되는 정격포화개시전압을 의미한다.
- 2) ANSI에서는 여자특성곡선이  $45^\circ$  절선과 만나는 점에서 2차 여자전압을 Knee Point Voltage로 의미한다.
- 3) 영국의 BS에서는 CT 1차측을 개방하고 2차측 전압을 인가할 경우 전압이 10% 상승 시 여자전류가 50% 증가하는 점을 Knee Point Voltage라고 한다.
- 4) 보호계전기 정점에서 활용이 가능하고, 보호용변류기 예서는 이 값이 충분히 높아야 대전류 영역에서의 적용이 가능하다.



## 2. 포화전압과 부하임피던스(Impedance)의 관계

- 1) CT에 부담이 그림과 같이 결선되어 있을 때 전력선(CT 1차 코일)에 전류가 흐르면 암페어의 오른나사 법칙에 의해 전선 주위에 자계가 형성되고, 이 자계에 의해서 CT 철심에 자속이 흘러서 이 자속과 CT 2차 코일이 쇠교하여 전압이 유기된다.(Z:전력선 부하임피던스)
- 2) 이때 유기된 전압에 의해서 부하임피던스를 통해 전류가 흐르고, 이 전류가 만드는 자속은 1차 코일이 만드는 자속을 상쇄시켜 CT 철심에는 작은 양의 자속만 남게 되고, 이 작은 자속에 의해 2차 코일에 수십V 정도의 낮은 전압이 유기되어 CT 부담에 전류가 흐르게 한다.
- 3) 부하 임피던스가 매우 작은 경우에는 2차에 흐르는 전류가 원활히 흐를 수 있으므로 2차 코일이 만드는 자속이 1차가 만드는 자속을 거의 다 상쇄시킬 수 있지만, 부하 임피던스가 매우 크면 2차에 흐르는 전류가 부하 임피던스에 의해 제한되어 작아져서 그 전류에 의해 만들어지는 자속도 작아지므로 1차가 만드는 자속을 상쇄시키지 못해서 CT 철심에 큰 자속이 남게 되어 CT는 쉽게 포화전압에 이르게 된다.



## 1-8. 수·변전 설비의 내진설계(耐震設計)에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

### 1. 내진 설계 대상 건축법 시행령(제32조 구조 안전의 확인)

- 1) 층수가 2층 이상인 건축물
- 2) 연면적이  $200\text{m}^2$  이상인 건축물(다만, 창고, 축사, 작물 재배사 등은 제외)
- 3) 높이가 13m 이상인 건축물
- 4) 처마높이가 9m 이상인 건축물
- 5) 기둥과 기둥 사이의 거리가 10m 이상인 건축물
- 6) 국토교통부령으로 정하는 지진구역 안의 건축물
- 7) 국가적 문화유산으로 보존할 가치가 있는 건축물로서 국토교통부령으로 정하는 것

### 2. 전기설비의 중요도 분류

분 류	내진 중요성	소방시설물
Grade- I	지진 또는 재해 시에 기능유지 확보 필요	비상용발전기 비상용승강기
Grade- II	기능유지 못하면 2차 재해발생 우려 설비	수신반, S/P, 변압기 옥내소화전등
Grade-III	다소 피해 있어도 간단한 보수로 복구 가능	감지기, 무통설비 비상콘센트, 전등 등

### 3. 수·변전 설비별 지진대책

#### 1) 비상발전설비

- (1) 부하의 중요성, 타 설비와의 내진강도 밸런스, 2차 재해의 가능성 등을 고려하여 지진 시 운전의 여부를 결정해야 한다.
- (2) 원동기·발전기에 방진 장치를 시설할 경우에는 지진 하중이 원동기·발전기의 중심에 작용한 경우의 수평 2방향과 연직방향의 변위에 대하여 유효하게 구속하는 스톱퍼를 시설해야 한다.
- (3) 원동기의 배기, 냉각수, 연료, 윤활유, 시동용 공기의 각 출입구 부분에는 변위량을 흡수하는 가요관을 시설해야 한다.
- (4) 보조기, 탱크류의 가대, 배관류, 배전반의 보강 및 지지 방법 등을 고려해야 한다.
- (5) 발전기 용량에 따라 진동이 다르므로 발전기 용량에 따라 바닥에 별도로 콘크리트를 타설해야 하고, 그 하부에는 바닥에 진동을 흡수하는 고무판을 설치한다.

## 2) 비상용 승강기

- (1) 지진 운전대책을 세워 가능한 신속하게 인접 층에 정지시키도록 하는 지진 자동운전 프로그램이 필요하다.
- (2) 지진 시 로프나 케이블이 승강로 내의 돌출물에 걸리지 않도록 설계한다.
- (3) 정해진 지진하중에 대하여 기기의 이동·전도 없어야 한다.
- (4) 기계실 및 승강로 부분에는 위험한 변형이나 레일 이탈이 발생하지 않도록 한다.

## 3) 변압기

- (1) 기초볼트의 정적하중이 중요 포인트이다.
- (2) 방진장치가 있는 것은 내진 스톱퍼를 설치한다.
- (3) 본체의 공진 주파수는 일반적으로 10Hz 이상이다.
- (4) 내진성을 향상시키기 위해서는 기초부재를 크게 하거나 부상에 보강 등을 한다.

## 4) 일반전기설비

- (1) 소방펌프실 및 전기실은 지하층이나 저층에 설치한다.
- (2) 옥외 기기의 기초는 일체 구조로 한다.
- (3) 배관이나 리드선에는 가요성을 부여한다.
- (4) 지진 시에는 변위량이 큰 것에는 내진스톱퍼를 설치한다.
- (5) 공진유무를 사전에 검토하여 두는 것이 좋다.

## 1-9. 정전기에 의한 인체의 대전(帶電)방지 대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

### 1. 정전기의 정의

- 1) 대전에 의해 발생한 전하가 절연체 위에서 더 이상 이동하지 않고 정지하고 있는 것을 정전기라고 한다.
- 2) 정전기의 발생은 대전과 방전에 의해서 발생한다.
  - (1) 대전: 마찰, 박리 등에 의해서 에너지를 축적하는 것
  - (2) 방전: 축적된 에너지를 외부로 방류하는 것

### 2. 정전기 재해 및 피해

- 1) 전격재해
  - (1) 인체에 정전기가 방전되면 갑자기 전류가 흘러 전격재해가 발생한다.
  - (2) 사망하지는 않지만 근육의 수축 등으로 추락, 전도, 접촉 등으로 2차 재해 우려가 크다.
- 2) 화재 및 폭발재해
  - (1) 가연성물질이 공기 등과 혼합해서 폭발한계에 있고, 최소점화에너지(MIE) 이상이면 폭발한다.
  - (2) 전기점화원인 정전기의 Spark를 최소점화에너지(MIE) 이하로 하여 폭발을 방지해야 한다.
- 3) 생산 장애
  - (1) 정전기에 의해서 생산 물품의 품질저하, 생산성 저하 등의 장애가 나타난다.
  - (2) 생산공정에서의 기기의 오동작, 생산품의 오염 등의 현상이 나타난다.

### 3. 인체의 정전기 방지 대책

- 1) 인체의 정전기 방지대책의 개념은 인체에 접촉되는 것(의류, 신발 등)을 도체화하는 것이다.
- 2) 정전기 방지 의류, 정전기 방지 신발 등은 정전기가 축적되지 않도록 도체화하여 전하의 축적을 방지한다. 즉, 정전기 생성을 억제하는 것이 아니라 전하 완화속도를 빠르게 하는 것이다.
- 3) 양 손의 이용하는 정밀작업자의 경우는 양 손목에 리스트스트랩(Wrist Strap)을 착용하고 별도의 접지를 한다. 단, 접지를 통한 서지전류 충격을 방지위해 1MΩ의 저항을 삽입한다.



## 1-10. 변압기 용량을 산정할 때 검토사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

### 1. 변압기의 적정용량 운전

변압기는 사용부하의 용량에 따라 적정 용량이 선정되어야 하며, 이를 위해 설계 시에는 수용율, 부등율, 부하율 등이 고려되어 설치되고, 운용 중에는 각종손실, 효율 등이 검토되어 적정 용량으로 운전되도록 하여야 한다.

### 2. 변압기 용량산정 시 검토사항

1) 수용율: 최대수요전력 [kW]과 부하설비의 정격 용량의 합계[kW]와의 백분비(%)

$$\text{수용율} = \frac{\text{수용가최대수요 전력 [kW]}}{\text{부하설비용량의 합계 [kW]}} \times 100 [\%]$$

2) 부하율: 부하의 평균 전력[kW]과 최대수요전력(1시간 평균)[kW]의 백분비(%)

$$\text{부하율} = \frac{\text{부하의평균 전력 [kW]}}{\text{최대수요전력 (1시간평균) [kW]}} \times 100 [\%]$$

3) 부등율: 2 step의 변전설비 구성 시 각 변압기의 이용정도

$$\text{부등율} = \frac{\text{부하각개의 최대수요전력의 합계 [kW]}}{\text{각 부하를 총합한 최대수요전력 [kW]}} \geq 1$$

4) 전압변동율 ( $\varepsilon$ )

$$\varepsilon = \frac{V_{2o} - V_{2n}}{V_{2n}} \times 100 = p \cos(\theta) \times q \sin(\theta)$$

$$\%Z = \sqrt{p^2 + q^2} \quad \therefore \varepsilon \propto \%Z$$

$V_{2o}$ : 2차측 무부하 전압

$V_{2n}$ : 2차측 정격전압

P: % 저하강하

Q: %Z 리액턴스 강하

구분	전압변동율	단락용량	무부하손실	TR용량
%Z 小	小	大	증가	증가
%Z 大	大	小	감소	감소

5) 주위온도와 발열량: 주위온도 30℃ 일 때 1℃ 감소 시 마다 0.8(%) 과부하 운전가능

6) 부하 밸런스 / 단시간 정격

① 부하 밸런스

3ø 3W → 30%, 1ø 3W → 40% (내규 115 - 1절)

## ② 단시간 정격

유입자냉식: 냉각 fan 가동 시 130% 과부하 운전가능

Mold TR: 8시간 130% 과부하 운전

## 7) 손실과 효율

① 손실( $P_l$ ) =  $P_i + m^2 P_c$  ( $P_l$ : 전손실,  $P_i$ : 철손,  $P_c$ : 동손,  $m$ : 부하율)

② 효율( $\eta$ )

8) 효율 = 출력 / 입력

# 1-11. 산업안전보건법에서 정한 유해위험방지계획서 제출대상에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 산업안전보건법

## 1. 관련 근거: 산업안전보건법 제42조

## 2. 유해위험방지계획서 제출시기

- 1) 재해발생 위험성이 높은 사업장을 신설·이전 할 때
- 2) 특정한 설비 및 장치를 신설·이전 할 때
- 3) 그 주요 구조부분을 변경 할 때

## 3. 유해위험방지계획서 제출대상

- 1) 전기계약용량 300kW 이상 업종
  - (1) 금속가공제품(기계 및 가구는 제외한다) 제조업
  - (2) 비금속 광물제품 제조업
  - (3) 기타 기계 및 장비 제조업
  - (4) 자동차 및 트레일러 제조업
  - (5) 식료품 제조업
  - (6) 고무제품 및 플라스틱제품 제조업
  - (7) 목재 및 나무제품 제조업
  - (8) 기타 제품 제조업
  - (9) 1차 금속 제조업
  - (10) 가구 제조
  - (11) 화학물질 및 화학제품 제조업
  - (12) 반도체 제조업
  - (13) 전자부품 제조업
- 2) 모든 업종의 사업장에서 고용노동부령으로 정하는 5개 설비를 설치·이전·변경하는 경우
  - (1) 용해로(금속이나 그 밖의 광물의 용해로)
 

금속 또는 비금속광물을 해당물질의 녹는점 이상으로 가열하여 용해하는 노(爐)로서 용량이 3톤 이상인 것
  - (2) 화학설비
 

산업안전보건기준에 관한 규칙 제273조에 따른 “특수화학설비”로 단위 공정 중에 저장되는 양을 포함하여 하루 동안 제조 또는 취급할 수 있는 양이 규칙 별표9의 기준량 이상인 것
  - (3) 건조설비
 

열원기준으로 연료의 최대 소비량이 시간당 50kg 이상이거나 정격 소비 전력이 50kW 이상인 설비로서 다음에 해당하는 것

- ① 건조물에 포함된 유기화합물을 건조하는 경우
  - ② 도료, 피막제의 도포코팅 등 표면을 건조하여 인화성 물질의 증기가 발생하는 경우
  - ③ 건조를 통한 가연성 분말로 인해 분진이 발생하는 경우
- (4) 가스집합용접장치
- 용접·용단용으로 1개 이상의 가스저장용기 또는 탱크를 연결한 고정식 가스집합장치로부터 용접토치까지의 일관설비로 인화성가스 집합량이 1000kg 이상인 것
- (5) 허가·관리대상 유해물질 및 분진작업 관련설비
- ① 안전검사 대상물질 49종으로부터 나오는 가스·증기 또는 분진의 발산원을 밀폐·제거하기 위해 국소배기장치(이동식 제외), 밀폐설비 및 전체 환기장치(배풍량이 60m<sup>3</sup>/분 이상)
  - ② 안전검사 대상물질 49종 이외 허가대상 또는 관리대상 물질로부터 나오는 가스·증기 또는 분진의 발산원을 밀폐·제거하기 위해 설치하거나 분진 작업을 하는 장소에 설치하는 국소배기장치(이동식 제외), 밀폐설비 및 전체 환기장치(배풍량이 150m<sup>3</sup>/분 이상)

## 1-12. 고압계통에서 선로의 충전전류 크기에 따른 적절한 접지방식 선정에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 전기안전 110, 120회

### 1. 접지방식의 특징

1선 지락 고장전류의 대부분은 전로의 대지정전용량에 의한 충전전류

구분	직접접지계통	비접지계통	저항접지(고저항/저저항)
구성			
중성점저항	$Z_N = 0$	$Z_N = \infty$	$Z_N = R$
지락전류	매우 크다 (수~수십KA)	매우 작다 (380mA~수A정도)	5~100 / 100~300(A)
지락시전압	작다(1.3배 이하)	크다( $\sqrt{3}$ 이상)	중간( $1.3 \sim \sqrt{3}$ )
절연레벨	감소가능(단절연)	감소불능(전절연)	감소불능(전절연)
유도장해	크다	매우 작다	보통
과도안정도	나쁘다	양호하다	비교적 양호하다
검출방식	잔류회로(CT×3)	GPT/ZCT	저항값 따라 적용
계전기적용	단락: OCR 지락: GOCR	단락: OCR 지락: SGR	단락: OCR 지락: DGR/GOCR
계전기동작	가장확실하다	곤란하다	확실하다
적용장소	장거리 배전선로	단거리 구내 배전선로	중거리 구내 배전선로
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 보통의 절연강도</li> <li>• 단순한 보호방식</li> <li>• 과도전압 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고장전류가 매우 작다</li> <li>• 지락전류의 영향이 작다</li> <li>• 지락시 전원공급 가능하다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고장전류가 작다</li> <li>• 지락보호가 용이하다.</li> <li>• 중간 수준의 절연강도 필요</li> <li>• 과도 과전압 상승한다.</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 큰 고장전류 발생</li> <li>• 높은 고장전압 발생</li> <li>• 고장시 전원공급 중단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과도 과전압 상승한다.</li> <li>• 높은 절연강도가 요구된다.</li> <li>• 지락보호가 어렵다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고장시 전원공급 중단된다.</li> <li>• 열적 스트레스가 발생한다.</li> </ul>

**1-13. 전력기술관리법 운영요령에서 정한 감리용역대가 산출기준인 정액적산방식 및 설비  
정액 가산방식의 개념과 비목별 산정방식에 대하여 각각 설명하시오.**

답)

출처' 전력기술관리법 운영요령

**1. 감리용역대가 산출**

1) 정액적산방식

직접인건비, 직접경비, 제경비와 기술료, 추가업무비용의 합계금액에 부가가치세를 합산하여 대가를 산출하는 방식

2) 설비정액가산방식

감리원 배치계획에 의하여 산출된 감리원의 등급별 인원수에 직접인건비, 직접경비, 제경비와 기술료의 합계금액에 부가가치세를 합산하여 대가를 산출하는 방식

**2. 비목별 산정방식**

1) 직접경비

직접경비는 감리원의 숙박비, 인쇄비, 현지사무원 급료 등 감리업무에 필요한 다음 각호의 비용을 포함

- (1) 상주감리원의 주재비
- (2) 비상주감리원의 출장여비(책임감리 및 시공감리에 한한다)
- (3) 현지 차량운행비
- (4) 현지 사무원 급료(책임감리 및 시공감리에 한한다)
- (5) 보고서 등 인쇄비

2) 제경비

제경비는 직접비(직접인건비 및 직접경비를 말한다)에 포함되지 아니하는 비용으로 임원, 서무, 경리직원의 급여, 사무실비(현장사무실을 제외한다), 광열수도비, 사무용 소모품비, 비품비, 기계기구의 수선 및 상각비, 통신운반비, 회의비, 공과금, 영업활동비용 등을 포함한 것으로서, 직접인건비의 110~120%로 한다.

3) 기술료

기술료는 감리전문회사가 개발·보유한 기술의 사용 및 기술축척을 위한 대가로서 조사연구비, 기술개발비, 기술훈련비 및 이윤 등을 포함한 것으로서, 직접인건비에 제경비를 합한 금액의 20~40%로 한다.

4) 추가업무비용

- (1) 특허, 노하우 등의 사용료
- (2) 모형제작비, 현장계측비
- (3) 해외 및 원격지 출장여비 및 경비
- (4) 설계자, 전문기술자에 의한 자문비 또는 위탁비용
- (5) 계약특수조건, 과업지시서에 정하고 있는 추가업무비용

## 제 2교시 문제풀이

2-1. 뇌방전 형태를 분류하고, 뇌격전류 파라미터의 정의와 뇌전류의 구성요소에 대하여 각각 설명하시오.

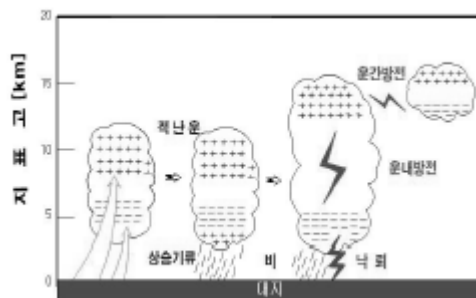
답)

출처' 건축전기설비 100회

### 1. 뇌방전 형태의 분류

#### 1) 낙뢰의 정의

- (1) 낙뢰는 1회 이상의 뇌격으로 구성된 구름과 대지사이에서 발생하는 전기적 방전으로 정의하고 있다.
- (2) 일반적으로 지표에서 수 km에 걸쳐서 뇌운이 형성되면 그림과 같이 주로 3가지 형태로 방전이 일어난다. 즉 뇌운과 뇌운 사이에서 발생하는 운간방전, 뇌운 속에서 발생하는 운내방전, 뇌운과 대지 사이에 발생하는 낙뢰의 형태로 방전이 이루어지게 됩니다. 따라서 낙뢰는 뇌운에 의해 발생하는 방전의 한 형태라는 것을 알 수 있다.



#### 2) 뇌방전 형태의 분류

뇌 방전은 최초의 방전 통로인 리더(leader)의 진행방향에 따라 하향 뇌방전(downward flash)과 상향 뇌방전(upward flash)으로 구분한다.

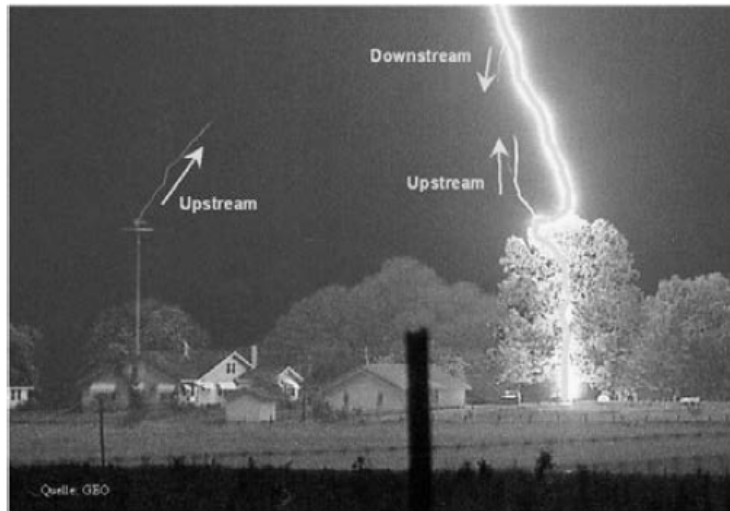
#### 3) 하향 뇌방전

- (1) 하향 뇌방전은 구름에서 대지로 향하는 하향 리더에 의해 발달된 뇌방전을 말한다.
- (2) 하향 뇌방전은 평지나 낮은 구조물에서 주로 발생

#### 4) 상향 뇌방전

- (1) 상향 뇌방전은 접지된 구조물로부터 구름으로 향하는 상향리더에 의해 발달된 뇌방전을 말한다.
- (2) 상향 뇌방전은 노출되거나 높은 구조물에서 발생

## 5) 상향 리더와 하향리더의 사례



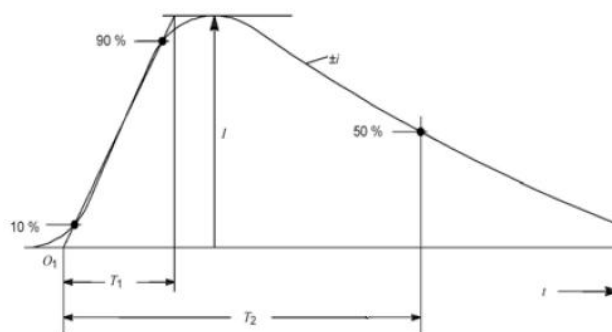
## 2. 뇌격전류 파라미터의 정의

### 1) 뇌격(lightning stroke)

- (1) 뇌격은 대지 또는 보호대상 구조물에 대한 단 한 번의 전기적 방전을 말한다.
- (2) 특히 낙뢰대책에서는 섬락(lightning flash)과 뇌격(lightning stroke)의 개념을 정확히 구분할 필요가 있다.
- (3) 섬락은 일반적으로 낙뢰가 발생하였을 때 번쩍하고 맨눈으로 보이는 방전상태를 말한다. 이러한 섬락을 고속카메라로 관찰하면 여러 개의 뇌격으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

### 2) 단시간 뇌격(short stroke)

- (1) 펄스 형태이며, 뇌격전류 피크값( $I$ )의 1/2에 도달하는 시간을 파미시간( $T_2$ ),  $T_1$ 을 파두시간이라고 한다.
- (2) 단시간 뇌격은 일반적으로  $T_2$ 가 2ms 미만인 임펄스 형태의 뇌격을 말한다.



$O_1$  : 규약원점

$I$  : 첨두전류

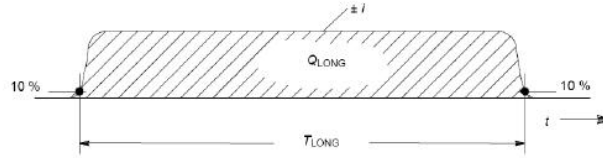
$T_1$  : 파두시간

$T_2$  : 첨두값의 1/2에 도달하는 시간 파미시간



## 3) 장시간 뇌격(long stroke)

- (1) 지속성 전류에 상응하는 뇌 방전을 장시간 뇌격이라고 한다.
- (2) 장시간 뇌격전류의 지속시간  $T_{LONG}$ (시작점으로부터 파두부의 크기가 피크값의 10%가되는 시간에서 파미부의 크기가 10%로 되기까지의 시간)은 일반적으로 2ms보다 길고 1s 미만

 $T_{LONG}$  : 지속시간 $Q_{LONG}$  : 장시간 뇌격 전하

## 3. 뇌전류의 구성요소

구분	하향 낙뢰	상향 낙뢰
특징	상향 낙뢰의 임펄스 크기가 상향 낙뢰 임펄스 크기보다 크다	일 장시간 뇌격 또는 최초 장시간 뇌격이 수십 개의 임펄스가 중첩된 상태
구성요소		

## 2-2. 방출 전계강도와 자계강도의 영향에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 한국전력공사

### 1. 개요

- 1) 전자파로도 분류되지만 주파수에 따라 그 성질이 크게 달라 송전선로나 가전제품의 저주파 대역에서 발생하는 것을 전자계라고 한다.
- 2) 전자계는 전자파처럼 상호 조합되지 않으며, 주파수가 60Hz로 극히 낮아서 멀리까지 전파되는 성질이 없고, 파장(5,000km)이 아주 길어서 에너지를 거의 갖고 있지 않으며, 거리가 멀어짐에 따라 전계와 자계가 급격히 감소한다.
- 3) 60Hz 주파수가 공간에 전파되려면, 이론상 송전선로 길이가 5,000km이상 되어야 한다.

### 2. 전기설비기술기준

#### 1) 제17조(유도장해 방지)

- (1) 특고압 가공전선로에서 발생하는 극저주파 전자계는 지표상 1m에서 전계가 3.5kV/m 이하, 자계가 83.3 $\mu$ T 이하가 되도록 시설하는 등 상시 정전유도(靜電誘導) 및 전자유도(電磁誘導) 작용에 의하여 사람에게 위험을 줄 우려가 없도록 시설하여야 한다. 다만, 논밭, 산림 그 밖에 사람의 왕래가 적은 곳에서 사람에게 위험을 줄 우려가 없도록 시설하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- (2) 특고압의 가공전선로는 전자유도작용이 약전류전선로(전력보안 통신설비는 제외한다)를 통하여 사람에게 위험을 줄 우려가 없도록 시설하여야 한다.
- (3) 전력보안 통신설비는 가공전선로부터의 정전유도작용 또는 전자유도작용에 의하여 사람에게 위험을 줄 우려가 없도록 시설하여야 한다.

#### 2) 제36조(특고압 가공전선과 건조물 등의 접근 또는 교차)

- (1) 사용전압이 400kV 이상의 특고압 가공전선과 건조물 사이의 수평거리는 그 건조물의 화재로 인한 그 전선의 손상 등에 의하여 전기사업에 관련된 전기의 원활한 공급에 지장을 줄 우려가 없도록 3m 이상 이격하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 조건을 모두 충족하는 경우에는 예외로 한다.
  - ① 가공전선과 건조물 상부와의 수직거리가 28m 이상일 것
  - ② 사람이 거주하는 주택 및 다중 이용 시설이 아닌 건조물로서 내화구조일 것
  - ③ 폭연성 분진, 가연성 가스, 인화성물질, 석유류, 화약류 등 위험물질을 다루는 건조물이 아닐 것
  - ④ 건조물 상부 기준으로 제17조제1항의 규정에 따른 전계 및 자계 허용기준 이하일 것
  - ⑤ 특고압 가공전선은 제7조 및 제33조의 규정에 따라 전선의 단선 및 지지물 도괴의 우려가 없도록 시설할 것

- (2) 사용전압이 170kV 초과와 특고압 가공전선이 건조물, 도로, 보도교, 그 밖의 시설물의 아래쪽에 시설될 때의 상호 간의 수평이격 거리는 그 시설물의 도괴 등에 의한 그 전선의 손상에 의하여 전기사업에 관련된 전기의 원활한 공급에 지장을 줄 우려가 없도록 3m 이상 이격하여야 한다.

### 3. 전계와 자계의 특징

#### 1) 전계

- (1) 플라스틱 책받침을 스위터 등으로 문질러 머리 위에 대면 머리카락이 서는데 이것은 마찰에 의해 책받침의 표면에 정전기가 발생하고 그 주위에 전계가 생기기 때문이다.
- (2) 전계는 전압이 걸려있는 물체의 주변에 발생한다.
- (3) 전계는 송전선 등의 전력설비뿐만 아니라 우리들의 생활 주변에도 발생하고 있다.
- (4) 자연계의 한 예로 번개가 치기 직전 구름과 지면 사이에 큰 전계가 발생한다.
- (5) 전계의 세기는 킬로볼트/미터(kV/m)로 표현한다.

예를 들어 10cm 떨어진 두 평행 금속판에 100볼트의 전압을 걸 때 평행한 금속판의 사이에 생기는 전계의 세기는 1kV/m이다.

#### 2) 자계

- (1) 자석의 위에 책받침을 올려놓고 그 위에 쇳가루를 뿌리면 N극과 S극을 연결한 모양이 된다. 이것은 자계의 작용에 의한 것이다.
- (2) 자계는 전류가 흐르고 있는 물건의 주위에 발생한다.
- (3) 자계는 전계와 마찬가지로 가정용 전기제품 등에서도 발생한다.
- (4) 자연현상 중에서는 지구도 큰 자석이며 지표에는 지자기가 있는 것을 알 수 있다.
- (5) 자계의 세기는 테슬라(T) 또는 가우스(G)로 표현한다. 1가우스란 500A가 흐르는 전선으로부터 1m 떨어진 지점의 자계의 세기를 말한다.

### 4. 전계, 자계에 대한 기준

#### 1) 세계보건기구(WHO)의 견해

전계(kV/m)	자계( $\mu$ T)	비고
10	5000	환경보건기준(EHC35, 69)

#### 2) 국제 비전리방사선보호위원회(ICNIRP)의 국제 권고기준

전계(kV/m)		자계( $\mu$ T)		비고
일반인	직업인	일반인	직업인	
4.2	8.4	200	1,000	2010년 11월 개정

## 3) 산업자원부 고시 제 2006-65호('06.7.4) 「전기설비기술기준」 제 17조

전계(kV/m)	자계( $\mu$ T)	비고
3.5	83.3	2004년 2월 제정 (ICNIRP 기준 준용)

## 4) 정보통신부 고시 제 2001-88호 「전자파 인체보호기준」 제 3조

전계(kV/m)		자계( $\mu$ T)		비고
일반인	직업인	일반인	직업인	
4.2	8.4	83.3	416.7	2001년 10월 제정 (ICNIRP 기준 준용)

## 5. 방출 전계강도와 자계강도의 영향

## 1) 생체영향

## (1) 열적작용

- ① 신체조직세포의 온도를 상승시켜 기능이상 및 파괴 한다.
- ② 가장 피해가 큰 곳은 뇌세포, 열에 약한 조직세포, 눈의 수정체, 고환을 비롯한 생식기이다.
- ③ 두통, 시력 저하, 백혈병, 뇌종양, 뇌파 혼란 초래, 순환계 이상
- ④ 남자 생식기능 파괴, VDP 증후군 및 안질환 유발 등 각종 질병에 영향
- ⑤ 인체에 미치는 유해성 장시간 누적된 후에야 증상이 심해지므로 지속적인 관찰이 필요하다.

## (2) 비열작용

- ① 세포내 대사와 관련된 이온물질에 이상을 일으킨다.
- ② 종양세포의 억제 등 여러 기능을 가진 멜라토닌이라는 호르몬의 분비 이상을 초래한다.
- ③ 심한 경우 각종 암을 발생하게도 한다.
- ④ 신경 및 세포·호르몬 활동을 조절하여 세포간 이온 흐름이 교란하여 신체장애 일으킨다.

## 2) 전자 기기 영향

- ① 자동화 설비 오동작유발, 산업재해, 인명사고
- ② 생산 현장의 품질저하, 설비손상, 신뢰도 저하

**2-3. 전력기술관리법 시행령에서 정한 설계 감리에 대하여 설명하시오.**

- 1) 설계 감리 대상
- 2) 설계 감리 업무
- 3) 설계도서의 보관의무
- 4) 설계 감리원의 역할

답)

출처' 전력기술관리법 시행령

설계감리업무 수행지침

**1. 설계감리대상(전력기술관리법 시행령 제18조(설계감리 등))**

- 1) 용량 80만킬로와트 이상의 발전설비
- 2) 전압 30만볼트 이상의 송전·변전설비
- 3) 전압 10만볼트 이상의 수전설비·구내배전설비·전력사용설비
- 4) 전기철도의 수전설비·철도신호설비·구내배전설비·전차선설비·전력사용설비
- 5) 국제공항의 수전설비·구내배전설비·전력사용설비
- 6) 21층 이상이거나 연면적 5만제곱미터 이상인 건축물의 전력시설물. 다만, 「주택법」 제2조제3호에 따른 공동주택의 전력시설물은 제외한다.
- 7) 그 밖에 산업통상자원부령으로 정하는 전력시설물

**2. 설계 감리업무(설계감리업무 수행지침 제4조(설계감리원의 업무))**

- 1) 주요 설계용역 업무에 대한 기술자문
- 2) 사업기획 및 타당성조사 등 전 단계 용역 수행 내용의 검토
- 3) 시공성 및 유지관리의 용이성 검토
- 4) 설계도서의 누락, 오류, 불명확한 부분에 대한 추가 및 정정 지시 및 확인
- 5) 설계업무의 공정 및 기성관리의 검토·확인
- 6) 설계감리 결과보고서의 작성
- 7) 그 밖에 계약문서에 명시된 사항

**3. 설계도서의 보관의무(전력기술관리법 시행령제19조(설계도서의 보관의무))**

- 1) 전력시설물의 소유자 및 관리주체는 전력시설물에 대한 실시설계도서 및 준공설계도서를 시설물이 폐지될 때까지 보관할 것
- 2) 설계업자는 그가 작성하거나 제공한 실시설계도서를 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

**4. 설계 감리원의 역할(설계감리업무 수행지침 제5조(설계 감리원의 기본업무))**

- 1) 설계용역 계약 및 설계감리용역 계약내용이 충실히 이행될 수 있도록 하여야 한다.
- 2) 해당 설계용역이 관련 법령 및 전기설비기술기준 등에 적합한 내용대로 설계되는지의 여부를 확인 및 설계의 경제성 검토를 실시하고, 기술지도 등을 하여야 한다.
- 3) 설계공정의 진척에 따라 설계자로부터 필요한 자료 등을 제출받아 설계용역이 원활히 추진될 수 있도록 설계감리 업무를 수행하여야 한다.
- 4) 과업지시서에 따라 업무를 성실히 수행하고 설계의 품질향상에 따라 노력하여야 한다.

2-4. 누전경보기 화재안전기준(NFSC 205)에 정한 용어 3가지를 정의하고, 누전경보기 설치방법에 대하여 설명하시오.

1) 용어의 정의

① 누전 경보기                      ② 수신부                      ③ 변류기

2) 설치방법

답)

출처 ‘ 화재안전기준(NFSC 205)

## 1. 용어의 정의

### 1) 누전경보기

“누전경보기”란 내화구조가 아닌 건축물로서 벽, 바닥 또는 천장의 전부나 일부를 불연재료 또는 준불연재료가 아닌 재료에 철망을 넣어 만든 건물의 전기설비로부터 누설전류를 탐지하여 경보를 발하며 변류기와 수신부로 구성된 것을 말한다.

### 2) 수신부

“수신부”란 변류기로부터 검출된 신호를 수신하여 누전의 발생을 해당 특정소방대상물의 관계인에게 경보하여 주는 것(차단기구를 갖는 것을 포함한다)을 말한다.

### 3) 변류기

“변류기”란 경계전로의 누설전류를 자동적으로 검출하여 이를 누전경보기의 수신부에 송신하는 것을 말한다.

## 2. 설치방법

1) 경계전로의 정격전류가 60A를 초과하는 전로에 있어서는 1급 누전경보기를, 60A 이하의 전로에 있어서는 1급 또는 2급 누전경보기를 설치할 것. 다만, 정격전류가 60A를 초과하는 경계전로가 분기되어 각 분기회로의 정격전류가 60A 이하로 되는 경우 당해 분기회로마다 2급 누전경보기를 설치한 때에는 당해 경계전로에 1급 누전경보기를 설치한 것으로 본다.

2) 변류기는 특정소방대상물의 형태, 인입선의 시설방법 등에 따라 옥외 인입선의 제1지점의 부하측 또는 제2종 접지선측의 점검이 쉬운 위치에 설치할 것. 다만, 인입선의 형태 또는 특정소방대상물의 구조상 부득이한 경우에는 인입구에 근접한 옥내에 설치할 수 있다.

3) 변류기를 옥외의 전로에 설치하는 경우에는 옥외형으로 설치할 것

## 4. 기타

### 1) 수신부

(1) 누전경보기의 수신부는 옥내의 점검에 편리한 장소에 설치하되, 가연성의 증기·먼지 등이 체류할 우려가 있는 장소의 전기회로에는 해당 부분의 전기회로를 차단할 수 있는 차단기구를 가진 수신부를 설치하여야 한다. 이 경우 차단기구의 부분은 해당 장소 외의 안전한 장소에 설치하여야 한다.

- (2) 누전경보기의 수신부는 다음 각 호의 장소 외의 장소에 설치하여야 한다. 다만, 해당 누전경보기에 대하여 방폭 · 방식 · 방습 · 방온 · 방진 및 정전기 차폐 등의 방호조치를 한 것은 그러하지 아니하다.
- ① 가연성의 증기 · 먼지 · 가스 등이나 부식성의 증기 · 가스 등이 다량으로 체류하는 장소
  - ② 화약류를 제조하거나 저장 또는 취급하는 장소
  - ③ 습도가 높은 장소
  - ④ 온도의 변화가 급격한 장소
  - ⑤ 대전류회로 · 고주파 발생회로 등에 따른 영향을 받을 우려가 있는 장소
- (3) 음향장치는 수위실 등 상시 사람이 근무하는 장소에 설치하여야 하며, 그 음량 및 음색은 다른 기기의 소음 등과 명확히 구별할 수 있는 것으로 하여야 한다.

## 2) 전원

누전경보기의 전원은 「전기사업법」 제67조에 따른 기술기준에서 정한 것 외에 다음 각 호의 기준에 따라야 한다.

- (1) 전원은 분전반으로부터 전용회로로 하고, 각 극에 개폐기 및 15A 이하의 과전류차단기(배선용 차단기에 있어서는 20A 이하의 것으로 각 극을 개폐할 수 있는 것)를 설치 할 것
- (2) 전원을 분기할 때에는 다른 차단기에 따라 전원이 차단되지 아니하도록 할 것
- (3) 전원의 개폐기에는 누전경보기용임을 표시한 표지를 할 것



## 2-5. 2차 전지 중 연 축전지와 알칼리 축전지에 대하여 각각 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

### 1. 축전지 정의

- 1) 정전 시 및 비상시에 가장 신뢰할 수 있는 비상전원이며, 수변전설비의 비상제어전원, 비상조명 전원, 유도등전원 등에 사용한다. 독립된 전력원, 순수한 직류전원, 경제적이고 유지보수가 용이하다.
- 2) 축전지는 자동차 및 공업용 에서 주로 사용하는 납축전지, 가정용으로 사용하는 니켈카드뮴전지 (Ni-Cd, 니카드), 니켈수소전지(Ni-Mh, 카메라 배터리) 등이 있다. 휴대폰에서는 고효율 무공해 의 이온전지(Li)를 사용하고 있으나 최근에는 휴대폰의 안전성 및 소형 경량화를 위해 리튬포리머 전지를 사용하는 업체가 증가하고 있다.

### 2. 축전지 종류

#### 1) 연축전지

- ① CS 형: 완방전형, 일반적인 경우에 사용한다.
- ② HS 형: 급방전형 단시간 대전류부하 사용장소로 UPS, CVCF, 엔진시동 등에 사용한다.

#### 2) 알칼리 축전지

- ① 포켓식(AL, AM, AMH, AH-P형): 장시간 부하, 대전류 부하
- ② 소결식(AH-S, AHH형): 단시간 부하, 대전류 부하

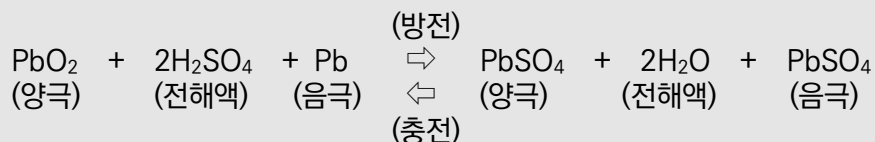
### 3. 축전지 원리

#### 1) 연축전지

##### ① 충전

물은 황산 속에 과산화연(PbO<sub>2</sub>)과 해면상 납(Pb)을 전해액(물은 황산 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 38%, 비중: 1.280) 속에 담그면 이온화 경향이 큰 금속인 해면상 납(Pb)은 음극이 되고, 이온화 경향이 적은 과산화연은 양극이 되어 화학반응에 의해 약 2V의 기전력이 발생한다.

연축전지의 화학반응식은



##### ② 방전

화학에너지를 전기에너지로 변환하는 과정을 말한다. 양극판의 과산화연(PbO<sub>2</sub>)과 음극판의 납(Pb)은 황산연(PbSO<sub>4</sub>)으로 변하고 전해액인 물은 황산은 극판의 활물질과 반응하여 물로 변하여 비중이 떨어진다.

- 양극: 과산화연(PbO<sub>2</sub>) → 황산연(PbSO<sub>4</sub>)
- 음극: 해면상 납(Pb) → 황산연(PbSO<sub>4</sub>)
- 전해액: 묽은 황산(비중1.28) → 물

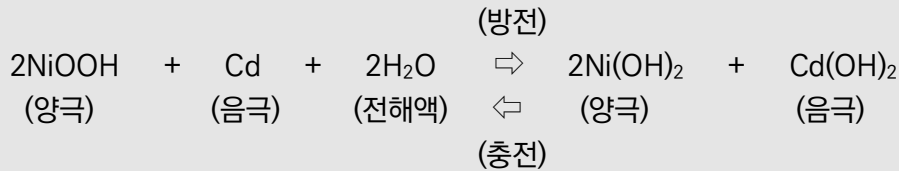
③ 연축전지의 공칭전압은 2V로 알칼리 축전지에 비하여 높고 가격도 저렴하므로 자동차용을 비롯하여 산업용에도 많이 사용된다.

## 2) 알칼리 축전지

### ① 충전과 방전

알칼리 축전지는 양극활물질로 옥시수산화니켈(NiOOH), 음극활물질로 금속카드뮴(Cd), 전해액에 가성칼륨수용액(가성칼리)(KOH)을 사용한 것이다.

알칼리축전지 화학 반응식은



- ② 전해액의 가성칼륨수용액은 연축전지와 같이 직접 충·방전 반응에 관여하지 않고 전기를 전달하는 역할만 한다. 따라서 전해액량은 축전지의 용량에 관계되지 않는다.
- ③ 알칼리 축전지의 공칭전압은 1.2V이고 연축전지에 비해 고율방전 특성, 저온특성이 우수하고 수명도 비교적 길다.

## 4. 연/알칼리 축전지 비교

구분	연축전지	알칼리축전지
공칭전압	2[V/cell]	1.2[V/cell]
기전력	2.05~2.08V	1.32V
공칭용량	10[Ah]	5[Ah]
자기방전	보통	작다
수명	짧다 (CS형 10~15년, HS형 5~7년)	길다 (12~20년)
경제성	저렴하다	연축전지에 비해 고가이다
방전특성	보통	과방전, 과전류에 강하다
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 축전지의 필요 셀 수가 적어도 된다</li> <li>• 충방전 전압의 차이가 적다</li> <li>• 부피가 크고 무겁다</li> <li>• 충방전시 폭발성가스(H<sub>2</sub>)발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 극판의 기계적 강도가 강하다</li> <li>• 저온특성이 좋다</li> <li>• 부피가 작고 가볍다</li> <li>• 충방전시 폭발성가스(H<sub>2</sub>)발생이 없다</li> </ul>

## 2-6. 대기현상 또는 설비 내 기기에서 발생한 과전압에 대한 저압 전기설비의 보호방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

### 1. Surge의 정의

- 1) Surge란 정격전압의 150%가 초과되는 전압을 말한다.
- 2) Surge는 Line 또는 회로를 따라서 전달되며, 급속히 증가하고 서서히 감소하는 특성을 지닌 전기적 전류, 전압, 전력의 과도파형이다.

### 2. Surge의 발생원인

- 1) 직격뢰: 낙뢰가 건축물에 직접적으로 방전되는 것이다.
- 2) 간접뢰: 낙뢰가 선로나 접지를 경유하여 본 건물에 피해를 준다.
- 3) 유도뢰
  - ① 낙뢰가 인하도선 또는 구조체를 통하여 방전되는 중에 인근에 전력선·통신선·분전반에 전자유도 현상에 의한 서지를 발생시킨다.
  - ② 건축구조체접지 또는 통합접지를 한 경우, 각 층 메인분전반에 SPD를 설치해야 한다.
- 4) 개폐서지: 차단기가 트립되거나 투입될 때 발생한다(VCB경우 SA를 설치한다).

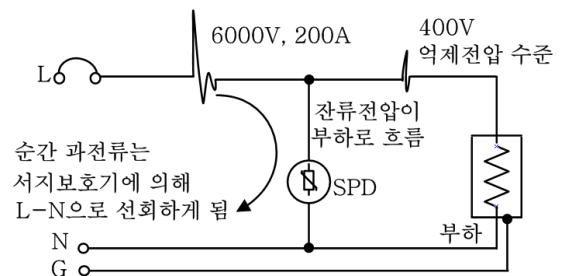
### 3. SPD(Surge Protective Device)

#### 1) SPD의 개념

- (1) Surge의 과전압을 감쇄시켜 각종 장비들을 보호하는 장치이다.
- (2) 평상시는 절연상태로 있다가, 주로 뇌서지 중 유도성 서지 침입 시 대지로 방전을 하여 시스템을 보호한다. 방전 후 신속히 절연상태를 회복해야 한다.
- (3) 방전 후 절연을 회복하지 못하면 지락사고가 발생한다.

#### 2) SPD의 동작원리

- (1) 평상시: 절연상태 유지(고임피던스 상태)
- (2) Surge 침입 시 Surge를 순식간에 대지로 방류한다(낮은 임피던스로 됨).
- (3) 방전 후: 절연을 신속히 회복한다(고 임피던스 상태).



#### 3) SPD의 종류

##### (1) 전압스위칭형 SPD

- ① 서지가 인가되지 않는 경우: 높은 임피던스 상태
- ② 서지 유입: 전압서지에 응답하여 급격하게 낮은 임피던스 값으로 변화
- ③ 불연속적 전압·전류 특성으로 스파크갭, 가스방전관, 사이리스터방식으로 사용된다.

## (2) 전압제한형 SPD

- ① 서지가 인가되지 않는 경우: 높은 임피던스 상태
- ② 서지 유입: 임피던스가 연속적으로 낮아지는 기능
- ③ 연속적인 전압·전류 특성으로 바리스터, 억제다이오드 방식으로 사용된다.

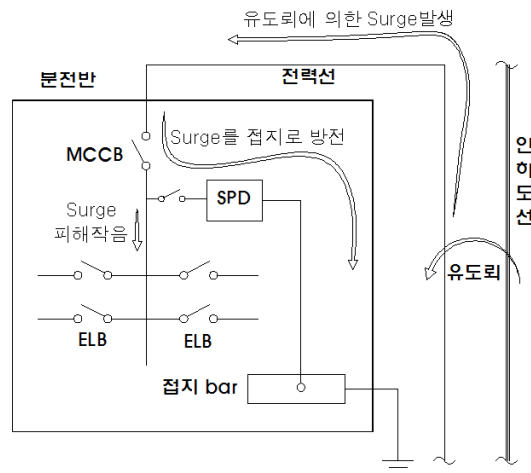
## 4. SPD 형식(KS C IEC 62305-4)

- 1) SPD 형식은 1등급, 2등급, 3등급으로 분류된다.
- 2) 각각의 형식의 SPD는 규정된 시험항목의 시험을 실시하여 합격하여야 한다.

SPD형식	시험항목 (KS C IEC 61312-1)	LPZ	SPD 시험 파형
1 등급	뇌 전류(I <sub>imp</sub> ) 뇌 정격전류(I <sub>n</sub> )	0 등급	I <sub>imp</sub> (10×350μs), I <sub>n</sub> (8×20μs)
2 등급	뇌 최대전류(I <sub>max</sub> ) 뇌 정격전류(I <sub>n</sub> )	1 등급	I <sub>max</sub> (8×20μs), I <sub>n</sub> (8×20μs)
3 등급	뇌 개방전압(U <sub>oc</sub> )	2 등급	U <sub>oc</sub> (8×20μs), (1.2×50μs)

※ LPZ(피뢰구역; Lightning Protection Zone)으로 장소별 낙뢰의 위험성으로 분류하였다.

## 3) SPD의 설치기준



- ① SPD연결도체 길이는 50cm 이하일 것(길이가 길어지면 과전압 보호 효율이 감소)
- ② 1등급 SPD 접지선 단면적은 16mm<sup>2</sup> 이상, 기타는 6mm<sup>2</sup> 이상 설치할 것
- ③ 단락전류가 흐르지 않도록 보호장치 설치
- ④ 1등급 경우는 대용량 차단기를 설치할 것
- ⑤ 누전차단기 설치 시 임펄스부동작형 누전차단기를 설치할 것(오동작)
- ⑥ SPD를 누전차단기 전원측에 설치 시 충분한 차단능력을 가진 보호장치 시설할 것



## 제 3교시 문제풀이

3-1. 신에너지 및 재생에너지 개발, 이용 보급 촉진법에서 정한 신에너지 및 재생에너지를 구분하여 설명하고, 신에너지 및 재생에너지 설비에 대하여 각각 설명하시오.

답)

출처' 신에너지 및 재생에너지 개발, 이용 보급 촉진법  
녹색에너지연구원

### 1. 정의(신에너지 및 재생에너지 개발, 이용 보급 촉진법 제2조(정의))

#### 1) 신 에너지

“신에너지”란 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.

- (1) 수소에너지
- (2) 연료전지
- (3) 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지
- (4) 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지

#### 2) 재생에너지

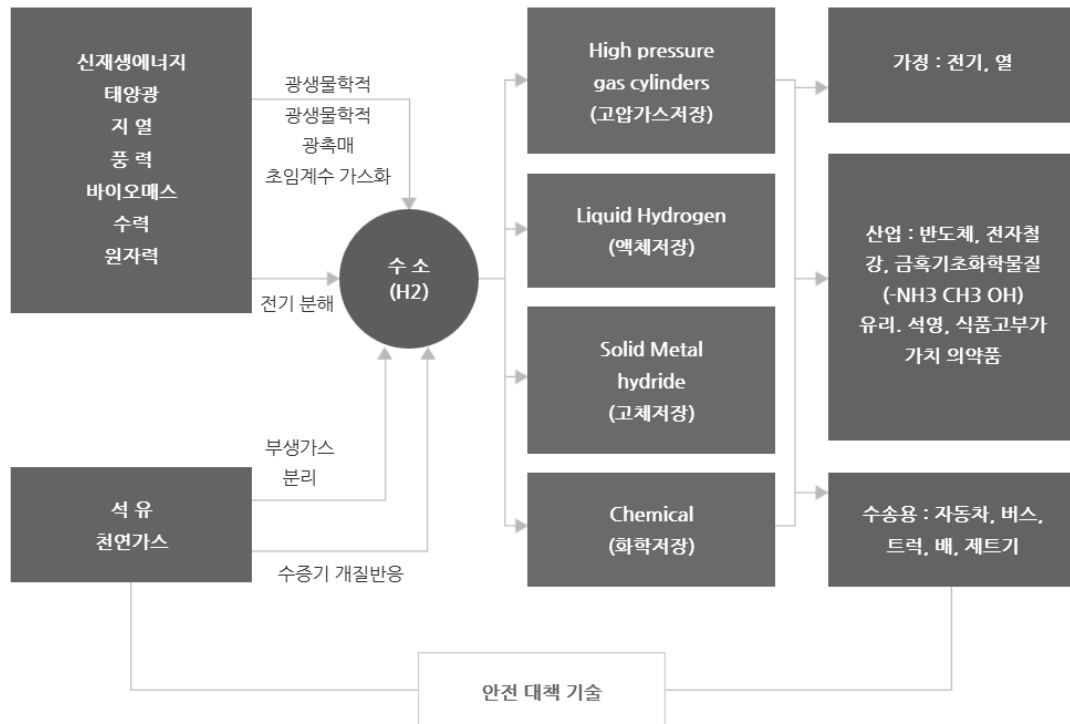
“재생에너지”란 햇빛·물·지열(地熱)·강수(降水)·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.

- (1) 태양에너지
- (2) 풍력
- (3) 수력
- (4) 해양에너지
- (5) 지열에너지
- (6) 생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지
- (7) 폐기물에너지(비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외한다)로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지
- (8) 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지

## 2. 신 에너지종류별 특징

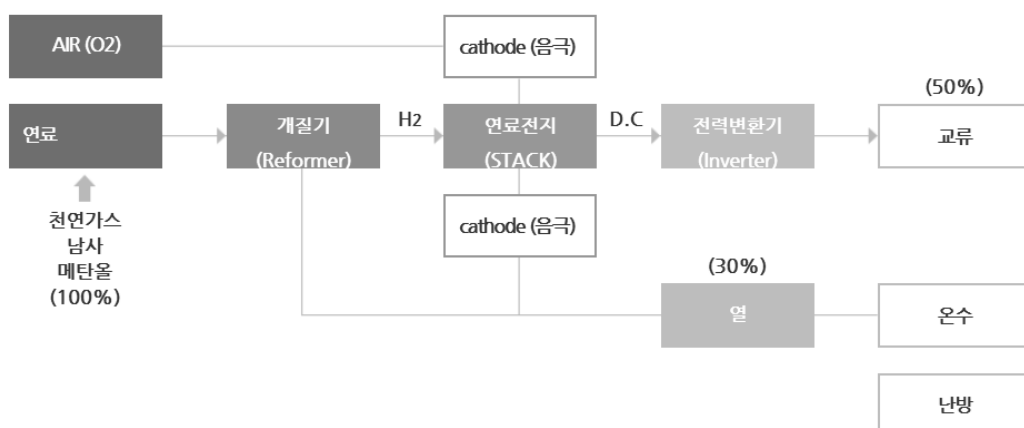
### 1) 수소에너지

- (1) 수소에너지는 미래의 청정에너지원 가운데 하나이다.
- (2) 수소가 미래의 궁극적인 대체에너지원 또는 에너지매체로 꼽히고 있는 것은 현재의 화석연료나 원자력 등이 따를 수 없는 장점을 갖고 있기 때문이다.
- (3) 또한 수소는 연소시 극소량의 질소가 생성되는 것을 제외하고는 공해물질이 배출되지 않으며, 직접 연소를 위한 연료 또는 연료전지 등의 연료로 사용이 간편하다.



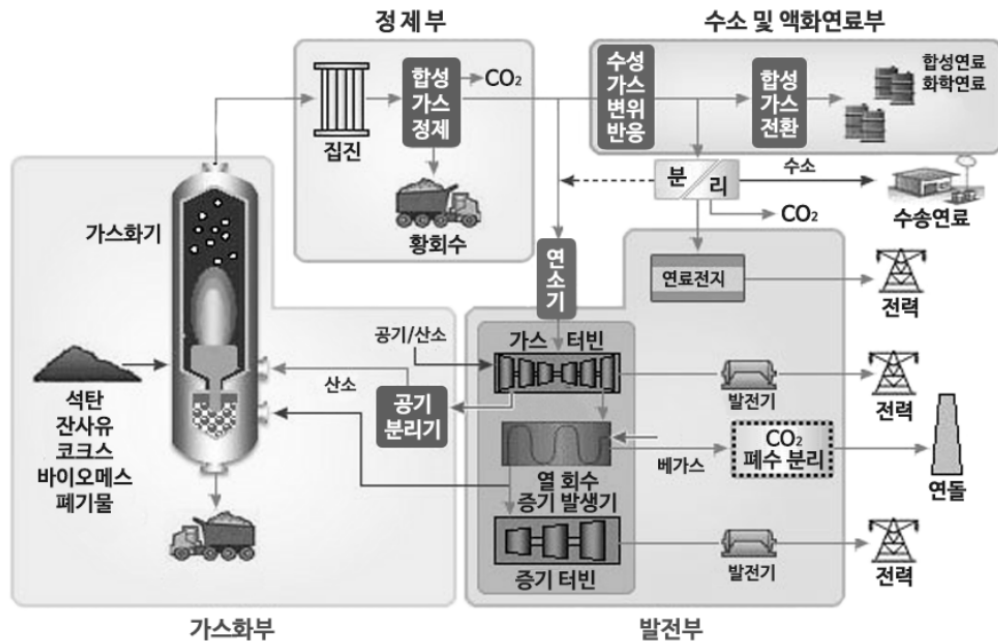
### 2) 연료전지

- (1) 연료전지는 수소와 산소가 가진 화학적 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 전기화학적 장치로서 수소와 산소를 양극과 음극에 공급하여 연속적으로 전기를 생산하는 새로운 발전 기술이다.
- (2) 이러한 연료 전지는 작동 온도와 주연료의 형태에 따라 알카리형(AFC), 인산염형(PAGC), 용융 탄산염형(MCFC), 고체 전해질형(SOFC), 고분자 전해질형(PEMFC)등으로 구분된다.



### 3) 석탄 가스화(IGCC)

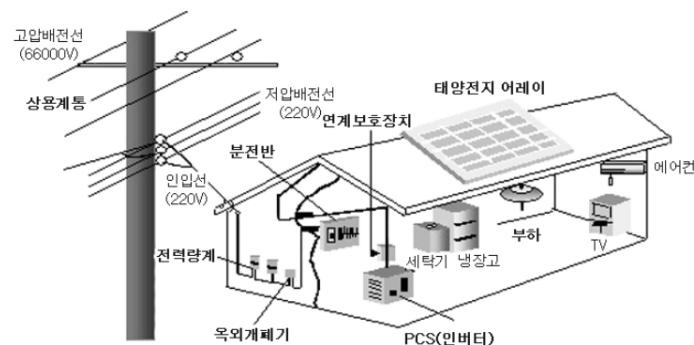
- (1) 석탄가스화란 석탄으로부터 가연성 가스를 제조하여 이를 정제후 가스터빈 및 증기터빈 등을 구동하는 신 발전기술을 의미한다.
- (2) 석탄액화 기술의 기본원리는 고체상태인 석탄을 액체연료로 전환시키기 위하여 고온(430-460℃) 및 고압(약 100-280기압)의 반응조건 하에서 수소를 첨가시켜서 생성물의 수소/탄소-비를 1.5 - 2.0 정도로 증가시킴으로써 에너지 밀도가 높고 수송 및 보관이 용이한 청정 인조원유를 제조하는 기술을 의미한다.



### 3. 재생 에너지종류별 특징

### 1) 태양에너지(태양광)

- (1) 태양광 발전은 무한정, 무공해의 태양 에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술이다. 기본 원리는 반도체 pn 접합으로 구성된 태양전지(solar cell)에 태양광이 조사되면 光(광) 에너지에 의한 전자-양공 쌍이 생겨나고, 전자와 양공이 이동하여 n층과 p층을 가로질러 전류가 흐르게 되는 광기전력 효과(photovoltaic effect)에 의해 기전력이 발생하여 외부에 접속된 부하에 전류가 흐르게 된다.
- (2) 이러한 태양 전지는 필요한 단위 용량으로 직·병렬 연결하여 기후에 견디고 단단한 재료와 구조의 만들어진 태양전지 모듈(solar cell module)로 상품화 된다.



## 2) 풍력

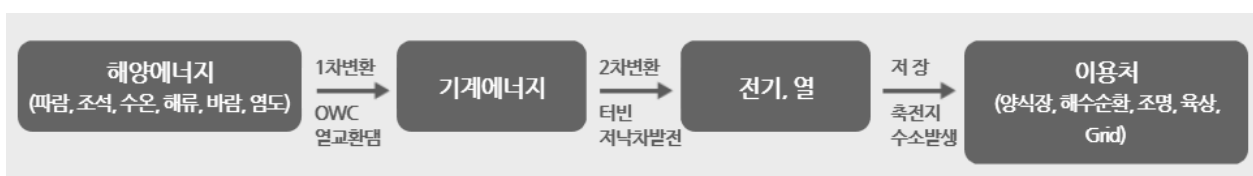
- (1) 풍력 발전이란 공기의 유동이 가진 운동 에너지의 공기역학적(aerodynamic) 특성을 이용하여 회전자(rotor)를 회전시켜 기계적 에너지로 변환시키고 이 기계적 에너지로 전기를 얻는 기술이다.
- (2) 풍력발전은 어느 곳에나 산재되어 있는 무공해, 무한정의 바람을 이용하므로 환경에 미치는 영향이 거의 없고, 국토를 효율적으로 이용할 수 있으며, 대규모 발전 단지의 경우에는 발전 단가도 기존의 발전 방식과 경쟁 가능한 수준의 신에너지 발전 기술이다.

## 3) 수력

- (1) 수력발전은 높은 곳의 물이 가지고 있는 '위치에너지'를 이용해서 전기를 일으킨다. 즉, 물이 떨어지는 힘으로 수차(水車)를 돌리면, 수차의 축에 붙어있는 발전기가 돌아가게 되어 전기가 발생하는 것이다.
- (2) 수차에도 여러 가지 종류가 있으나, 대부분의 발전소에서는 물의 압력을 이용하는 프랜시스 수차가 쓰이고 있다. 그러나 물의 낙차가 큰 곳에서는 분출시킨 물의 충동으로 회전시키는 펄톤 수차가 사용된다.
- (3) 그밖에 프로펠러를 회전시키는 방식의 카플란 수차나 프로펠러 수차 등도 사용된다. 그러나 우리나라의 팔당수력발전소와 같이 흐르는 물의 양은 많으나 낙차가 적은 곳에는 발브(Bulb) 수차가 쓰인다.

## 4) 해양에너지

- (1) 해양에너지는 해양의 조수·파도·해류·온도차 등을 변환시켜 전기 또는 열을 생산하는 기술로써 전기를 생산하는 방식은 조력·파력·조류·온도차 발전 등이 있음
- (2) 조력발전 조석 간만의 차를 동력원으로 해수면의 상승 하강 운동을 이용하여 전기를 생산하는 기술
- (3) 파력발전 연안 또는 심해의 파랑에너지를 이용하여 전기를 생산하는 기술
- (4) 조류발전 해수의 유동에 의한 운동에너지를 이용하여 전기를 생산하는 발전기술
- (5) 온도차발전 해양 표면층의 온수(예: 25~30℃)와 심해 500~1000m정도의 냉수(예: 5~7℃)와의 온도차를 이용하여 열에너지를 기계적 에너지로 변환시켜 발전하는 기술



## 5) 지열에너지

- (1) 지열에너지는 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 이용하여 냉·난방에 활용하는 기술 태양열의 약 47%가 지표면을 통해 지하에 저장되며, 이렇게 태양열을 흡수한 땅속의 온도는 지형에 따라 다르지만 지표면 가까운 땅속의 온도는 개략 10℃~20℃ 정도 유지해 열펌프를 이용하는 냉난방시스템에 이용
- (2) 우리나라 일부지역의 심부(지중 1~2 km) 지중온도는 80℃ 정도로서 직접 냉난방에 이용 가능





## 6) 바이오에너지

- (1) 바이오에너지 이용기술이란 바이오매스(Biomass, 유기성 생물체를 총칭)를 직접 또는 생·화학적, 물리적 변환과정을 통해 액체, 가스, 고체연료나 전기·열에너지 형태로 이용하는 화학, 생물, 연소공학 등의 기술을 일컫음
- (2) Biomass란 태양에너지를 받은 식물과 미생물의 광합성에 의해 생성되는 식물체·균체와 이를 먹고 살아가는 동물체를 포함하는 생물 유기체



## 7) 폐기물에너지

- (1) 폐기물에너지는 폐기물을 변환시켜 연료 및 에너지를 생산하는 기술
- (2) 사업장 또는 가정에서 발생하는 가연성 폐기물 중 에너지 함량이 높은 폐기물을 열분해에 의한 오일화, 성형 고체 연료의 제조기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 및 소각에 의한 열회수 기술 등의 가공·처리 방법을 통해 고체 연료, 액체 연료, 가스 연료, 폐열 등을 생산하고, 이를 산업 생산활동에 필요한 에너지로 이용될 수 있도록 재생에너지를 생산하는 기술

## 8) 수열에너지



### 3-2. 책임감리와 건설 사업관리(CM)의 업무와 제도를 비교하여 설명하시오.

답)

출처' 책임감리업무수행지침서 외

#### 1. 책임감리

##### 1) 특징

- ① “책임감리”라 함은 법 제2조제5호의 규정에 의한 발주청이 발주하는 일정한 건설공사에 대하여 법 제28조의 규정에 의한 감리전문회사가 당해 공사의 설계도서, 기타 관계서류의 내용대로 시공되는지의 여부를 확인
- ② 품질관리, 시공관리, 공정관리, 안전 및 환경관리 등에 대한 기술지도를 하며, 발주청의 위탁에 의하여 관계법령에 따라 발주청의 감독 권한을 대행을 한다.

##### 2) 종류

- ① 전면 책임감리  
공사감리의 내용에 따라 계약단위별 공사 전부에 대하여 시행
- ② 부분 책임감리  
계약단위별 건설공사중 주요구조물인 교량, 터널, 배수문 등 일부에 대하여 시행

#### 2. 건설 사업관리(CM)

##### 1) 정의

- ① 발주자를 대신하여, 건설사업(Construction Project)의 기획, 설계단계에서부터 발주, 시공관리, 유지관리에 이르기까지 업무의 전부 또는 일부를 발주자의 대리인(Agency) 및 조정자(Coordinator)로서 통합적으로 관리함으로써, 발주자에게 주어진 예산(Budget) 내에 양질의 건축물을 적기에 인도하는 것을 목표로 하는 건설사업관리 기법
- ② 설계이전단계, 설계단계, 계약 및 구매단계, 시공단계, 유지보수단계 업무로 구분할 수 있으며, 각 단계별로 업무절차를 작성하여 계약관리, 공정관리, 원가관리, 품질관리 등을 시행함으로써 고객만족 및 건설관련 품질확보를 실현하는 것을 목적한다.

##### 2) 도입배경

- ① 건설프로젝트의 대형화, 복잡화, 전문화 추세에 따라 품질, 비용, 공기 등의 목표를 효과적으로 달성하기위한 체계적이고 전문적인 관리능력이 필요하게 되었음
- ② 국내 건설기술관리법(현 건설기술진흥법)에 근거를 둔 설계감리 및 책임감리 등의 제도는 건설사업의 특정 단계에서 품질 안전을 위주로 하는 관리체제로 부분적인 성과를 거두고 있으나, 건설사업 전 단계에 걸쳐 품질 안전뿐만 아니라 비용, 기간 등을 종합적으로 관리할 수 있는 체계가 필요하게 되었음
- ③ 따라서, 선진국에서 이미 일반화되어 있는 건설사업수행체계를 도입하여 종합적인 건설사업관리 능력 제고의 기틀을 마련하고, 건설시장 개방에 대비한 건설사업수행 체계의 다양화 국제화의 필요성이 부각되었음

## 3) 도입효과

- ① 건설사업 초기단계에서 CM적용을 통한 예상되는 문제점 및 낭비요소의 최소화
- ② 설계이전 단계의 각종 인,허가 등 행정업무대행 및 금융조달 등으로 성공적 사업수행 도모
- ③ 설계단계에서의 VE와 시공성 검토를 통한 사업비의 절감
- ④ Fast Track을 통한 공사기간의 단축효과
- ⑤ 단계별 전문분야별 관리를 통한 부실시공 방지 및 품질확보
- ⑥ 건설사업 참여자간의 원활한 Communication 및 조정으로 발주자의 목표 달성
- ⑦ 전문 단일조직이 사업의 전 단계를 종합 관리함으로써 일관성 있는 사업진행이 가능
- ⑧ 전문가 조직의 과학적 분석 및 평가를 통해 발주자에게 최선의 의사 결정안 제공
- ⑨ 건설사업 참여자들로부터 발생 가능한 클레임의 최소화 및 분쟁 발생 시 주도권확보
- ⑩ 사업진행에 관한 정보를 발주자 및 참여자간에 실시간으로 제공

## 3. 책임감리와 건설 사업관리(CM) 특징비교

구 분	건설 사업관리(CM)	책임감리(CS)
목 적	발주자의 이익(발주자의 대리인)	공공의 이익
참여 시기	사업의 초기단계부터 사업 전 단계	시공 단계
핵심 관리 대상	사업비, 공사기간, 품질의 효율성	품질, 안전
제도 도입	민간부문에서 자연적 발생	공공부문에서의 인위적 도입
참여 자격	CM사, 감리전문회사, 설계사	감리전문회사, 설계사무소

**3-3. 가치공학(Value Engineering 이하 VE)의 적용형태, VE의 5가지 기본원칙, VE를 적용하기 적합한 건설사업의 유형에 대하여 각각 설명하시오.**

답)

출처: 건설VE(인터넷자료)

### 1. 개요

- 1) VE는 1947년 미국의 GENERAL ELECTRIC사에서 당시 구매과장이던 L.D. MILES에 의해서 개발되었다. 그 발단이 된 것은 종래바닥의 방화재로 이용되고 있던 석면을 다른 싼 자료로 대체하려고 한 노력이다.
- 2) 이것이 계기가 되어 그는 제품이나 부품의 기능을 분석해서 그 기능을 달성할 수 있는 가장 싼 방법을 찾아내는 연구를 계속하여 막대한 금액의 COST DOWN에 성공하였다.
- 3) 1949년에 이 성과를 VA(Value Analysis)라는 이름으로 발표함으로써 각 기업은 이를 경쟁적으로 채용하기 시작했다.

### 2. 가치공학(Value Engineering 이하 VE)의 적용형태




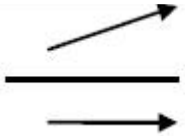

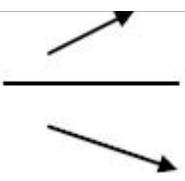

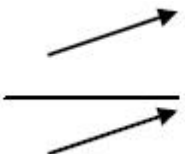

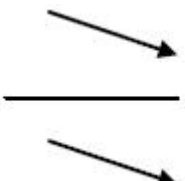
- 1) VE(Value Engineering)는 “가치공학”또는 “가치분석”이라고 불려지고 있으며, 사물자체가 아니라 사물의 가치에 눈을 돌려서 그 사물의 가치를 높여가는 노력을 하는 가치향상 기법이다.
- 2) VE에서 주로 다루는 가치는 사용가치와 귀중가치이다.
- 3) 사용가치는 제품이 가지고 있는 실용성에 관한 가치개념이며, 귀중가치는 제품의 특성, 특징 및 매력에 따른 가치개념이다.
- 4) VE에서는 정량적인 분석을 위해 다음과 같이 활용한다.

$$V = \frac{F}{C}$$

V: 사용가치, 귀중가치의 척도

F: 필요한 기능

C: LIFE CYCLE COST(생애 총 투자비)

$V = \frac{F}{C}$			기능을 일정하게 하고 COST를 내린다.	VE
			COST를 일정하게 하고 기능을 올린다.	Value Design
			COST를 내리고 기능을 더 올린다.	
			COST는 약간 올라가지만 기능을 대폭 올린다.	
			기능은 약간 내려가지만 COST를 대폭 내린다.	Spec. Down

### 3. VE의 5가지 기본원칙

#### 1) 고객(사용자) 우선의 원칙

사용자의 만족을 바라고 그것이 기업의 이익을 확보하고, 확대하기 위한 것

#### 2) 기능 중심의 원칙

사용자의 요구에 의하고 훌륭한 것을 만드는 것

#### 3) 창조의 의한 달성의 원칙

풍부한 창조력에 의해 철저한 아이디어를 발상하는 것

#### 4) 조직적인 노력의 원칙

각 분야의 훌륭한 기술을 집결하여 개선을 진행하는 것

#### 5) 가치 향상의 원칙

VE의 기본적인 방침으로 종합적 원칙임.

### 4. VE를 적용하기 적합한 건설사업의 유형

#### 1) 정의

VE를 수행하는 데 소요되는 비용 때문에 모든 건설 프로젝트에 VE를 적용하는 것은 비현실적일 수 있다. 따라서 VE를 통하여 최대의 효과를 얻을 수 있는 적절한 프로젝트의 선정이 필요하다.

## 2) 고가 프로젝트

일반적으로 VE를 통한 절감액은 약 5~10%이다. 따라서 고가의 프로젝트에 VE를 적용하는 것은 비용의 효용성 측면에서 바람직하다.

## 3) 복합 프로젝트, 신기술이 적용되는 신규 프로젝트

VE팀 구성원의 이차적인 의견제시로 다양한 전문지식의 활용가능성이 높다.

## 4) 반복 공사 프로젝트

일정 유형의 프로젝트를 여러 지역에서 반복적으로 수행하는 경우, 선행 프로젝트의 문제점 분석을 통하여 후속프로젝트에 비용절감의 가능성을 높일 수 있다.

## 5) 제한된 예산을 가진 프로젝트

비용 효용성의 극대화는 필수적이므로 VE를 통하여 불필요한 비용의 절감이 가능하다.

## 6) 촉박한 설계 일정을 가진 프로젝트

설계 단계에 VE를 도입하면 기간은 늘어나지만 설계 작업과 적절한 조화를 이룬다면 불필요한 비용의 절감 효과는 클 수 있다.

## 7) 사용자가 대중인 공공 프로젝트

이러한 프로젝트에서의 설계 오류나 부실 시공은 치명적이다. VE를 통한 여러 전문분야 의견의 폭넓은 수용이 요구된다.

### 3-4. IEEE Std 80에 의한 접지설계 흐름도를 제시하고 설명하시오.

답)

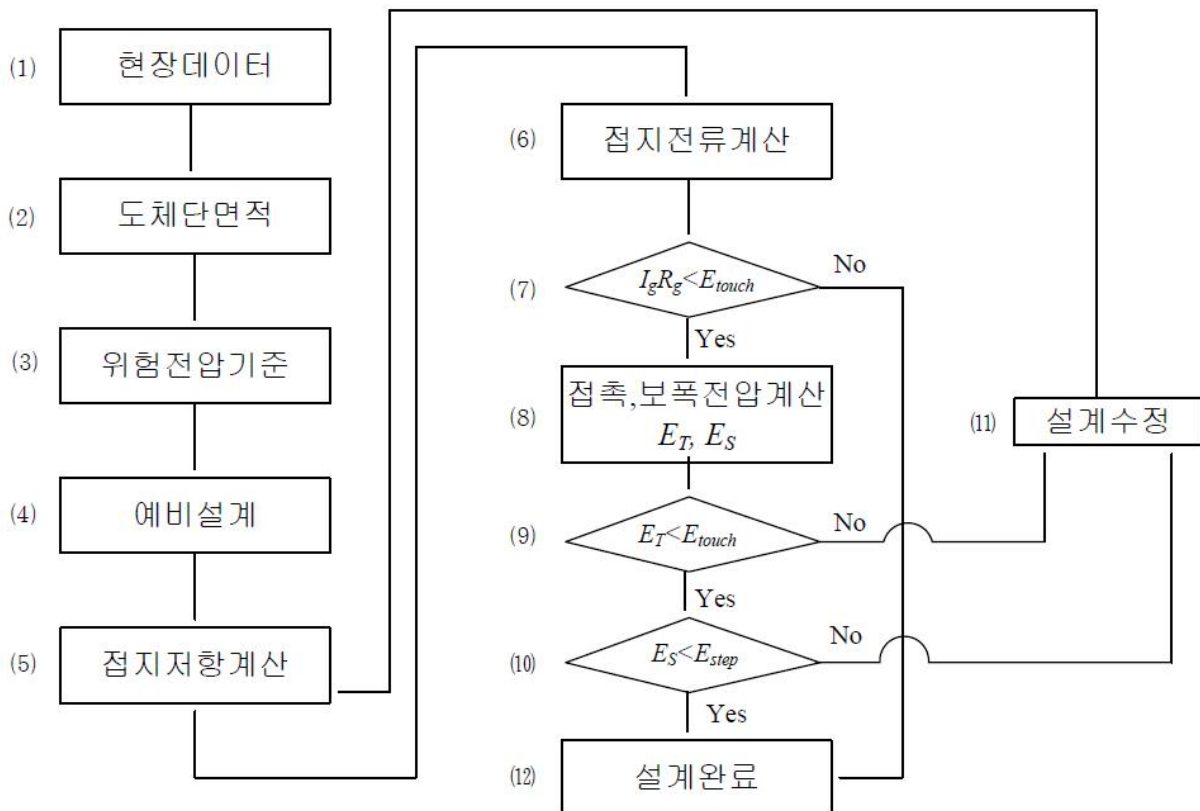
출처 ‘IEEE Std. 80

건축전기설비 94회

#### 1. 접지의 정의

- 1) 고장전류 · 이상전류를 대지로 방류함에 따라 인체와 계통을 안정시키는 목적이 있으며, 외부로부터의 전자유도, 정전유도현상으로부터 선로 및 시스템을 보호하는 역할도 한다.
- 2) 전기를 사용하는 모든 기기의 전도성 외함과 시스템에 연결된 도체기기를 대지와 접속함에 따라 전위를 안정화 시키고 이상전류를 대지로 방류한다.
- 3) 사용목적에 따라 여러 가지 분류가 있으며, 소방시스템에서는 주로 전도성 외함의 3종 접지가 주류를 이룬다.

#### 2. 접지설계 흐름도



#### 3. 설계 상세 내용

- (1) 현장 데이터 파악  
현장의 대지저항, 대지 퍼라미터 및 망상접지극의 설치가능 면적 등을 파악한다.
- (2) 접지도체 굵기 선정  
고장전류의 크기, 고장지속시간, 온도 등을 고려하여 굵기를 계산한다.



- (3) 안전한계의 기준값 결정  
메쉬접지의 경우 접지극의 중심부와 4개의 모서리 사이에 전위차가 발생하므로 이 전위차를 기준으로 안전한계 위험전압을 결정한다.
- (4) 예비설계  
접지망 포설면적, 매설깊이, Grid간격 등을 설계한다.
- (5) 접지저항 계산  
계산식에 의해 접지망의 예상 접지저항을 계산한다.
- (6) 대지전류 계산  
최대 예상 지락전류를 계산한다.
- (7) 구내 전위경도를 평가하기 위한 위험전압 결정  
최대예상 전위상승( $=I_g R_g$ )과 최대 허용접촉전압( $E_{touch}$ )을 비교 검토
- (8) 최대예상 접촉전압계산  
접지망의 매설깊이, 그리드 간격, 접지망 도체직경 등을 고려하여 최대예상 접촉전압을 계산한다.
- (9) 접촉전압 검토  
최대예상 메쉬전압과 최대허용 접촉전압의 비교
- (10) 보폭전압 검토  
최대예상 메쉬전압과 최대허용 보폭전압( $E_{step}$ )의 비교
- (11) 허용값과 예상 보폭전압 및 접촉전압을 비교  
최대허용 접촉전압 및 최대허용 보폭전압이 안전 기준값을 만족하지 못하는 경우 설계제원을 수정하여 단계(5)로 되돌아간다.
- (12) 설계완료

### 3-5. 접지저항에 영향을 주는 대지 저항률에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

#### 1. 대지파라미터

- 1) 토양의 종류에 따른 지층의 각 두께는 대지저항률에 따라 구분할 수 있고, 이때 대지저항률을 지층을 구분할 수 있는 파라미터(媒介變數, Parameter)라고 한다.
- 2) 지표면 아래의 지층의 두께와 각 두께에 따른 대지저항률 $[\Omega \cdot m]$ 을 분석하여 접지의 공법 또는 접지극 매설깊이 등에 활용할 수 있다.

#### 2. 대지저항률의 정의

- 1) 대지 내 토양의 고유 저항성분정도를 의미한다. 즉, 토양에 도전성 정도를 미리 검토하여 접지계획 시 이를 반영할 수 있다.
- 2) 토양은 전선이나 케이블처럼 단면적과 길이가 없으므로, 측정지점의 반경 1m를 기준으로 토양의 고유저항  $\rho[\Omega \cdot m]$ 을 측정하여 산정한다.

$$R[\Omega] = \rho[\Omega \cdot m] \times \frac{L[m]}{A[m^2]}$$

#### 3) 대지저항률 영향요인

- ① 흙의 종류: 일반적으로 진흙, 점토, 모래, 사암으로 크게 구분한다.
- ② 수분량: 수분이 많아지면 토양 내에서 전도성이 증가하여 저항률이 감소한다.
- ③ 온도: 온도상승 시 토양내의 수증기발생과 전해질물질이 활성화되어 저항률이 감소한다.

$$R_2 = R_1 \cdot \{1 + \alpha_1(T_2 - T_1)\}$$

- ④ 시간과 장소: 같은 토양일지라도 시간과 장소에 따라 저항률이 다르다.

#### 4) 대지저항의 분포

분 류	저항률 $\rho[\Omega \cdot m]$ 범위	특 징
저 저항률 지대	$\rho < 100$	수분이 많은 하구, 바다
중 저항률 지대	$100 \leq \rho < 1,000$	지하수가 많은 내륙 평야
고 저항률 지대	$1,000 \leq \rho$	구릉지대의 고원

#### 5) 각 종 물질의 저항률 $[\Omega \cdot m]$

종류	사암	모래	점토	해수	콘크리트
저항률 $[\Omega \cdot m]$	30 ~ 3,000	1 ~ 1,000	0.8 ~ 80	0.1 ~ 1	38 ~ 80

### 3-6. 전기화재 예방대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 전기안전 116,117회

#### 1. 개 요

- 1) 최근 화재통계를 보면 화재 원인별 발생  
부주의 > 전기적 > 기계적 > 미상 > 방화 > 화학적 > 교통사고 > 기타 > 자연적 > 가스누출
- 2) 과거에는 화재발생원인의 1순위가 전기화재 이었지만 누전차단기의 보급 확대, 한국전기안전공사의 노력, 과학적 화재조사기법의 발전 등으로 신뢰성 있는 화재조사가 이루어졌고, 인간의 부주의로 인한 화재도 많이 발생하고 있다.

#### 2. 전기화재의 원인

- 1) 과전류에 의한 발화
  - (1) 과전류에 의해 발열과 방열의 평형이 파괴되어 발화된다.
  - (2) 열량은 Joule의 법칙에 의해( $Q = I^2 R t$ ) 전류의 제곱에 비례한다.( $Q$ : 열량)
  - (3) 정격 전류의 200~300%이면 피복이 변질되고, 500~600%이면 적열 후 용융한다.
- 2) 단락에 의한 발화
  - (1) 부하가 접속되지 않은 상태에서의 전원만의 폐회로가 구성되는 것을 단락이라 한다.
  - (2) 단락 시에는 전류가 무한대로 흐르게 되어 매우 위험해진다.
- 3) 누전 또는 지락에 의한 발화
  - (1) 지락은 전선의 1 또는 2개의 선이 대지에 접촉되어 전류가 대지로 흐르는 것을 말한다.
  - (2) 누전은 전류가 규정된 전로를 이탈하여 전기가 흐르는 것을 말한다.
  - (3) 지락이나 누전은 그 발생 순간의 스파크나 누설된 전류의 누적으로 발화를 일으킬 수 있다.
- 4) 접속부의 과열에 의한 발화  
전기적 접촉상태가 불량인 경우 접촉저항에 의한 발열에 의해 발화하며 아산화동 발열 현상과 접촉 저항에 의해 발화된다.
- 5) 열적 경화에 의한 발화  
방열이 잘 이루어지지 않는 전기기기의 열축적에 의해 발화
- 6) 전기 스파크에 의한 발화  
스위치의 ON/OFF 시의 스파크에 의해 발화될 수 있으며, 스파크는 OFF 시 더 심하다.
- 7) 절연열화 또는 탄화에 의한 발화  
배선기구의 절연체 등이 시간 경과에 따라 열화로 인해 절연성이 저하되거나 미소전류에 의한 국부 발열과 탄화 누적으로 발화될 수 있다.
- 8) 정전기 스파크에 의한 발화  
정전기 대전에 의해 축적된 전하가 방전되어 발화를 일으킬 수 있다.

9) 낙뢰에 의한 발화

낙뢰 시에는 수 만 A 이상의 전류가 흐르게 되어 절연이 파괴되고 발화할 수 있다.

### 3. 전기화재 예방대책

- 1) 누전을 방지하기 위해 누전차단기(ELB)를 설치한다.
- 2) 과전류를 방지하기 위해 적정한 차단기를 설치한다.(ELB, MCCB)
- 3) 회로의 정격전류 이상의 전선굵기를 선정한다.
- 4) 배선 시 전선의 피복 벗겨짐에 주의한다.
- 5) 콘센트에서의 문어발 배선을 금지한다.
- 6) 적절한 유지관리를 한다.(절연저항 측정 등)

### 4. 전기안전 3대 수칙

- 1) 불법시설의 금지 및 임의 시설공사 시 안전시공
- 2) 허용 전류치 이상의 부하사용 금지(전열기 등 동시사용 제한)
- 3) 누전차단기 주기적인 점검 및 노후시설 교체

## 제 4교시 문제풀이

### 4-1. 중성점 직접접지 방식 전로와 비접지방식 전로의 지락보호를 비교하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

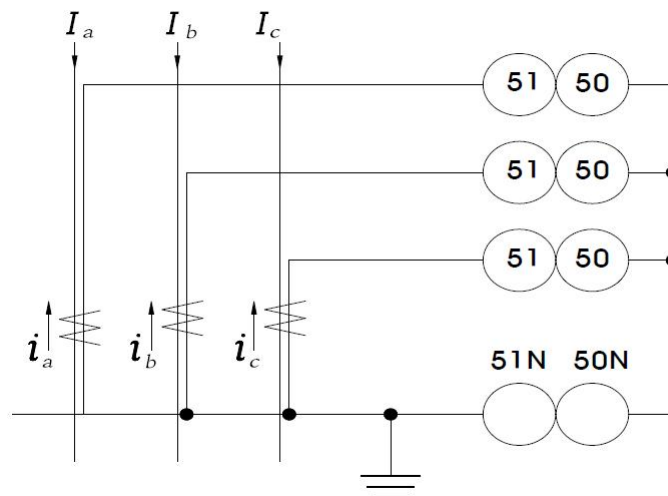
#### 1. 개 요

- 1) 변압기의 결선방법과 중성선 접지여부에 따라서 전력공급 접지계통이 결정된다.
- 2) 전력공급 접지계통은 접지의 형태에 따라서 직접접지계통, 저항접지계통, 비접지계통으로 구분된다.
- 3) 직접접지계통은 지락전류가 매우커서 보호동작이 확실하여 보호방식이 간결하지만, 비접지계통은 지락 시 고장전류가 매우 작아서 보호방식이 매우 복잡하다. 저항접지계통은 저항값에 따라 직접 접지의 보호방식이나 비접지형태의 보호방식을 적용할 수 있다.

#### 2. 접지계통에 따른 보호방식 분류

- 1) 직접접지계통: 잔류회로방식, 3차영상분로방식, 중성점 변류기방식
- 2) 저항접지계통: CT비가 작을 경우 - 잔류회로방식, 중성점변류기방식  
CT비가 클 경우 - 3차영상분로방식, 관통형 CT
- 3) 비접지 계통: 단락보호, 영상전압검출방식, 영상전류검출방식

#### 3. 직접 접지계통의 보호방식

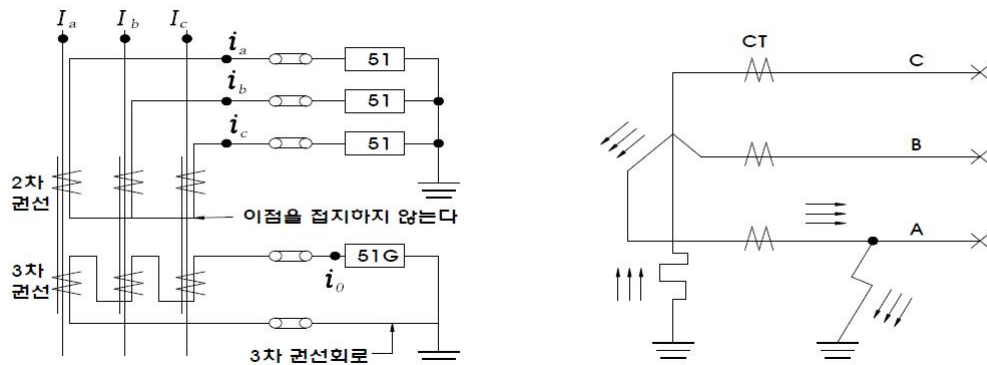


## 1) 잔류회로방식

- ① CT비 300/5A 이하의 비교적 소규모 계통에 가장 널리 사용되고 있다.
- ② 직접접지계통 또는 저저항 접지일 때 주로 사용된다.
- ③ 각상은 OCR로 단락보호, 잔류회로에 OCGR로 지락보호 한다.
- ④ 잔류회로의 영상전류는  $3I_0 = I_a + I_b + I_c$
- ⑤ 변류비가 큰(대규모계통)경우 지락전류 검출하지 못하는 부동작 영역 생겨 적당하지 않다.

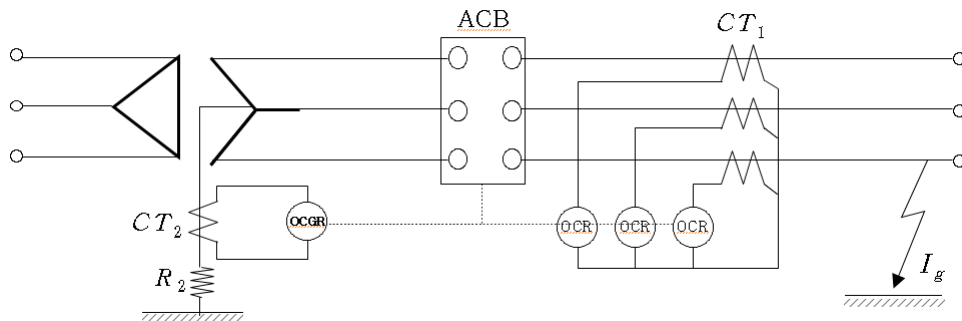
## 2) 3차 영상분로회로 방식(3차 권선영상CT회로방식, 분로회로법)

- ① 고저항 접지계통에 주로 이용하며, CT비가 300/5A 이상의 비교적 용량이 큰 곳에 사용한다.  
고저항 또는 CT비가 큰 장소에 잔류회로방식을 사용하면 영상전류값이 적고, 검출감도가 낮아진다.
- ② 영상전류가 작은 경우 별도의 3차 권선을 두어서 지락을 검출하는 방식이다.
- ③ 동심철심에 2차권선(과전류검출)과 3차권선(영상전류검출) 동시에 감겨 있는 구조이다.
- ④ CT비는 1차/2차 = 정격1차전류/5A, 1차/3차 = 100/5A이다.



- ⑤ CT비 300/5A 이하는 잔류회로로 영상전류 검출하고, 300/5A 이상은 3차 CT로 영상전류 검출한다.

## 3) 중성점 변류기 방식



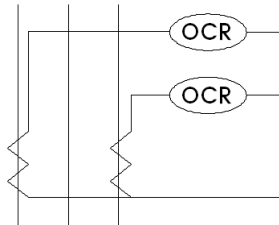
- ① 주로 저저항접지 계통의 중성점 접지에 CT와 OCGR를 사용하여 지락전류를 검출하는 방식이다.
- ② 다른 변압기나 다른 설비의 접지선과 일부 연결되어 있는 경우 간섭받을 수 있다.
- ③ CT비 100/5A 이하가 바람직하며, 200/5A이상이면 부동작 영역이 생길 수 있다.

#### 4. 저항접지계통 보호방식

- 1) 저저항 접지 경우는 잔류회로방식, 중성점변류기 방식을 사용한다.
- 2) 고저항 접지 경우는 3차 영상분로 회로방식, 관통형 CT를 사용한다.

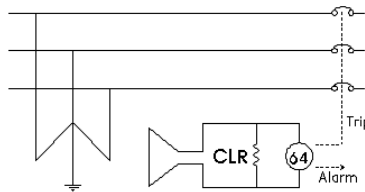
#### 5. 비접지계통 보호방식

##### 1) 단락보호



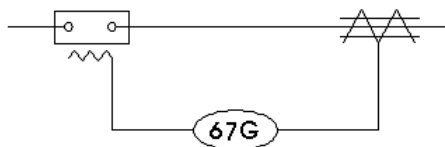
- ① 보통 CT와 OCR 2개로 단락을 검출한다.
- ② OCR에 의한 DC Trip 방식으로, CT 2차 전류 Trip, 콘덴서 Trip 방식이 있다.

##### 2) 영상 전압검출 방식



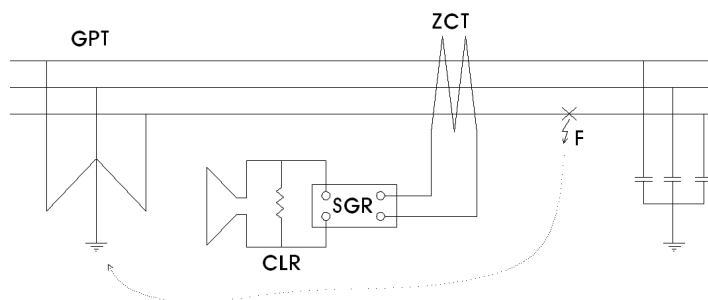
- ① GPT+OVGR(64)의 조합으로 지락시 영상전압을 검출한다.
- ② 한시계전기와 조합하고, 주로 후비보호용으로 사용된다.

##### 3) 영상 전류검출 방식(ZCT, DGR방식)



- ① ZCT+DGR(67G; 방향지락계전기)의 조합하여 사용한다.
- ② 지락시 영상전류 검출하여 차단한다.
- ③ 저항접지계통, 비접지 계통에 적용할 수 있다.

##### 4) 영상 전압, 전류검출 방식(GPT+ZCT+SGR방식)



- ① GPT + ZCT + SGR(67; 선택지락계전기)의 조합하여 사용한다.
- ② 비접지식 다회선 전로의 고장회선 선택 차단한다.
- ③ 고감도 소세력 동작이므로 오동작 방지위해서 OVGR, SGR 연결하여 사용한다.
- ④ 사고회선과 건전상의 전류방향 반대이기 때문에 선택성을 갖는다.
- ⑤ 한류저항기(전류제한저항기; CLR; Current Limit Resistor)
  - GPT의 3차측 Open Delta회로에 부착하여 비접지계에서 지락방향계전기(SGR, DGR) 사용 시 지락전류의 유효분을 얻기 위해서 사용된다.
  - GPT의 3고조파 발생을 억제하고, 중성점 이동 등의 이상 현상을 억제하기 위하여 사용된다.
  - 저항접지계에서도 GPT 자체의 철공진 같은 이상 현상을 방지하기 위해서 사용된다.

※ 저압전로의 지락보호방식

1. 보호접지방식
2. 지락과전류차단방식(접지계통방식, 비접지방식)
3. 누전검출방식(ELB)
4. 누전경보방식(ELD)
5. 절연변압기

※ SGR(지락방향계전기 67G, 선택지락계전기; Selective ground relay)

1. 비접지 계통 지락사고시 계통의 다수의 분기회로에서 모두 영상전압이 발생한다.
2. OVGR를 사용한다면 다수의 회로를 모두 차단시킬 수 있다.
3. SGR은 고장회로의 영상전류를 검출하여서 지락사고가 발생한 회로만 차단하도록 하여, 다른 선로에 피해를 주지 않도록 하는 것이 주목적이다.
4. SGR의 단자는 전압단자(GPT의 영상전압검출), 전류단자(ZCT의 영상전류검출)단자가 있다.
5. SGR은 최대감도각이 크고(충전전류 크므로 30° 이상), DGR은 감도각이 작다.(충전전류 작으므로 30° 이하)
6. DGR은 저압 직접접지 계통, 고압 저항접지계통에 주로 사용된다.



**4-2. 감리원이 설계도서 검토 및 확인해야 할 사항과 설계도서의 포함내용, 특별히 계약에 명시되지 아니한 경우 일반적인 설계도서 해석의 우선순위에 대하여 설명하시오.**

답)

출처 '설계감리업무 수행지침'

**1. 관련 법령: 설계감리업무 수행지침 제10조**

**2. 감리원이 설계도서 검토 및 확인해야 할 사항**

- 1) 도면작성이 의도하는 대로 경제성, 정확성 및 적정성 등을 가졌는지 여부
- 2) 설계 입력 자료가 도면에 맞게 표시되었는지 여부
- 3) 설계결과물(도면)이 입력 자료와 비교해서 합리적으로 되었는지 여부
- 4) 관련 도면들과 다른 관련 문서들의 관계가 명확하게 표시되었는지 여부
- 5) 도면이 적정하게, 해석 가능하게, 실시 가능하며 지속성 있게 표현되었는지 여부
- 6) 도면상에 사업명을 부여 했는지 여부

**3. 설계도서의 포함내용**

- 1) 공사의 특수성, 지역여건 및 공사방법 등을 고려하여 설계도면에 구체적으로 표시할 수 없는 내용
- 2) 자재의 성능·규격 및 공법, 품질시험 및 검사 등 품질관리, 안전관리 및 환경관리 등에 관한 사항
- 3) 그 밖에 공사의 안전성 및 원활한 수행을 위하여 필요하다고 인정되는 사항

**4. 일반적인 설계도서 해석의 우선순위**

- 1) 특기시방서
- 2) 설계도면
- 3) 일반시방서, 표준시방서
- 4) 산출내역서
- 5) 승인된 시공도면
- 6) 관계 법령의 유권 해석
- 7) 감리자의 지시사항

**4-3. K-Factor 적용 변압기에 대하여 설명하고, 와류손(pu) - 13 K-Factor - 25인 경우 여유율을 구하시오.**

답)

출처' 모아전기안전

### 1. 변압기의 K-Factor

- 1) K-Factor란, 비선형 부하로 인해 고조파를 많이 함유한 부하 전류가 주로 변압기에 와류손을 증가시켜 변압기 온도상승에 초래하는 영향을 수치화한 것

$$K = \frac{P_{eh}}{P_{ef}} = \frac{\sum_{h=1}^{h_{\max}} I_h^2 h^2}{I_1^2} > 1$$

식에서  $P_{ef}$  : 기본파 전류만 흐를 때의 와류손

$P_{eh}$  : 기본파와 고조파 전류가 함께 흐를 때의 와류손

$h$  : 고조파의 차수

- 2) 예를 들어, 어떤 비선형 부하에서 고조파 전류로 인해 권선 와류손이 증가하여 기본파 전류만 흐를 때보다 3배로 증가했다면, 그 부하의 K factor는 3이 된다.
- 3) 고조파에 대응하기 위해 큰 용량의 표준변압기를 구매해서 용량을 저감(de-rating)하여 사용하는 것보다는 부하에 맞는 K 정격 변압기를 주문 제작하여 사용하는 것이 효율 및 에너지절감, 신뢰성, 보호계전기 설정 측면에서 훨씬 바람직하다고 할 수 있음.

### 2. 와류손(pu) - 13 K-Factor - 25인 경우 여유율 계산

- 1) 관련식

$$THDF = \frac{\sqrt{1 + \text{와류손}}}{\sqrt{1 + \text{와류손} \times K\text{-Factor}}}$$

- 2) 용량감소계수

$$THDF = \frac{\sqrt{1 + 13}}{\sqrt{1 + 13 \times 25}} = 0.207$$

#### 4-4. 전기설비 기술기준의 판단기준에서 정한 특별고압 전로에 적합한 케이블과 수밀형 케이블에 대하여 각각 설명하시오.

답)

출처' 전기설비기술기준의 판단기준

#### 1. 관련 기준: 전기설비기술기준의 판단기준 제9조(고압케이블 및 특고압케이블)

#### 2. 특별고압 전로에 적합한 케이블

- 1) 사용전압이 고압인 전로(전기기계기구 안의 전로를 제외한다)의 전선으로 사용하는 케이블은 KS C IEC 60502에 적합한 0.6/1 kV 또는 6/10 kV 연피케이블·알루미늄피케이블·클로로프렌외장케이블·비닐외장케이블·폴리에틸렌외장케이블·콤바인 덕트 케이블 또는 이들에 보호 피복을 한 것을 사용하여야 한다.
- 2) 다만, 제69조제3항에 따라 반도체성 외장 조가용 고압케이블을 사용하는 경우, 제242조제1호 “가”에 따라 비행장등화용 고압케이블을 사용하는 경우 또는 제146조제2항에 따라 물밀케이블을 사용하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 3) 사용전압이 특고압인 전로(전기기계기구 안의 전로를 제외한다)에 전선으로 사용하는 케이블은 절연체가 부틸고무혼합물·에틸렌 프로필렌고무혼합물 또는 폴리에틸렌 혼합물인 케이블로서 선심 위에 금속제의 전기적 차폐층을 설치한 것이거나 파이프형 압력 케이블·연피케이블·알루미늄피케이블 그 밖의 금속피복을 한 케이블을 사용하여야 한다.
- 4) 다만, 제146조제3항에 따른 특고압 물밀전선로의 전선에 사용하는 케이블에는 절연체가 부틸고무혼합물·에틸렌 프로필렌고무혼합물 또는 폴리에틸렌 혼합물인 케이블로서 금속제의 전기적 차폐층을 설치하지 아니한 것을 사용할 수 있다.

#### 3. 수밀형 케이블

- 1) 사용전압은 25 kV 이하일 것
- 2) 도체는 경알루미늄선을 소선으로 구성된 원형압축 연선으로 할 것. 또한, 연선 작업 전의 경알루미늄선의 기계적, 전기적 특성은 KS C 3111(전기용 경알루미늄선)에 적합하여야 하며, 도체 내부의 흠에 물이 쉽게 침입하지 않도록 수밀성 컴파운드 또는 이와 동등이상의 컴파운드를 충전할 것
- 3) 내부 반도체층은 절연층과 완전 밀착되는 압출 반도체층으로 두께의 최소값은 0.5 mm 이상일 것
- 4) 절연층은 가교폴리에틸렌을 동심원상으로 피복하며, 절연층 두께의 최소값은 표 9-1의 90 % 이상일 것
- 5) 외부 반도체층은 절연층과 밀착되어야 하고, 또한 절연층과 쉽게 분리되어야 하며, 두께의 최소값은 0.5 mm 이상일 것
- 6) 시스는 절연층 위에 흑색 반도체성 고밀도폴리에틸렌을 동심 원상으로 압출 피복하여야 하며, 시스 두께의 최소값은 표 9-1의 90 % 이상일 것

구 분	전 선			
	50 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	150 mm <sup>2</sup>	240 mm <sup>2</sup>
도체 외경(mm)	8.2	11.8	14.7	18.3
절연층 두께(mm)	6.6	6.6	6.6	6.6
시스 두께(mm)	1.6	1.6	1.6	1.6

[표 9-1]

- 7) 조가선(중성선과 겸용)의 구조는 KS D 3559(경강선재) 또는 동등 이상의 강선을 중심으로 그 위에 KS D 2315(전기용 알루미늄)에 적합한 알루미늄을 균일하게 밀착 피복한 알루미늄피복강선을 동심원으로 연합한 것으로 피치는 외경의 16배 이하로 하고 끈 것

#### 4-5. 산업안전보건법에서 정한 위험성 평가에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- |        |              |
|--------|--------------|
| 1) 개 요 | 2) 주 체       |
| 3) 절 차 | 4) 실시 주체별 방법 |
| 5) 시 기 |              |

답)

출처‘ 사업장 위험성 평가에 관한 지침

### 1. 관련 기준: 사업장 위험성평가에 관한 지침

### 2. 위험성 평가

#### 1) 개요(제1조-목적)

- (1) 이 고시는 「산업안전보건법」제36조에 따라 사업주가 스스로 사업장의 유해·위험요인에 대한 실태를 파악하고 이를 평가하여 관리·개선하는 등 필요한 조치를 할 수 있도록 지원하기 위하여 위험성평가 방법, 절차, 시기 등에 대한 기준을 제시하고,
- (2) 위험성평가 활성화를 위한 시책의 운영 및 지원사업 등 그 밖에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

#### 2) 주체(제5조-위험성평가 실시주체)

- (1) 사업주는 스스로 사업장의 유해·위험요인을 파악하기 위해 근로자를 참여시켜 실태를 파악하고 이를 평가하여 관리 개선하는 등 위험성평가를 실시하여야 한다.
- (2) 법 제63조에 따른 작업의 일부 또는 전부를 도급에 의하여 행하는 사업의 경우는 도급을 준 도급인(이하 “도급사업주”라 한다)과 도급을 받은 수급인(이하 “수급사업주”라 한다)은 각각 제1항에 따른 위험성평가를 실시하여야 한다.
- (3) 제2항에 따른 도급사업주는 수급사업주가 실시한 위험성평가 결과를 검토하여 도급사업주가 개선할 사항이 있는 경우 이를 개선하여야 한다.

#### 3) 절차(제8조-위험성평가의 절차)

사업주는 위험성평가를 다음의 절차에 따라 실시하여야 한다. 다만, 상시근로자수 20명 미만 사업장(총 공사금액 20억원 미만의 건설공사)의 경우에는 다음 각 호중 제3호를 생략할 수 있다.

- (1) 평가대상의 선정 등 사전준비
- (2) 근로자의 작업과 관계되는 유해·위험요인의 파악
- (3) 파악된 유해·위험요인별 위험성의 추정
- (4) 추정한 위험성이 허용 가능한 위험성인지 여부의 결정
- (5) 위험성 감소대책의 수립 및 실행
- (6) 위험성평가 실시내용 및 결과에 관한 기록

#### 4) 실시 주체별 방법(제7조-위험성평가의 방법)

- (1) 사업주는 다음과 같은 방법으로 위험성평가를 실시하여야 한다.

- ① 안전보건관리책임자 등 해당 사업장에서 사업의 실시를 총괄 관리하는 사람에게 위험성평가의 실시를 총괄 관리하게 할 것

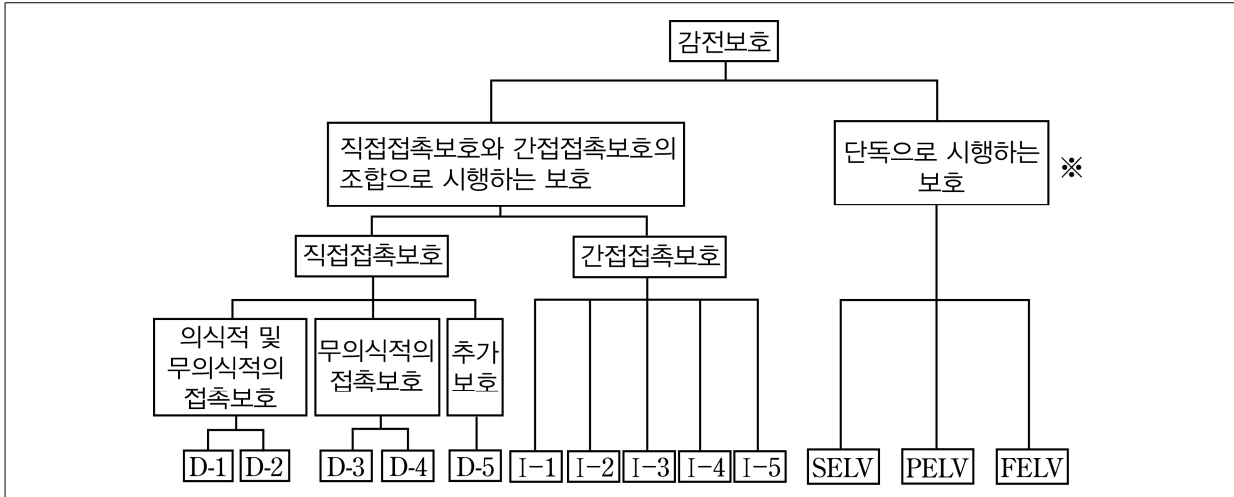
- ② 사업장의 안전관리자, 보건관리자 등이 위험성평가의 실시에 관하여 안전보건관리책임자를 보좌하고 지도·조언하게 할 것
  - ③ 관리감독자가 유해·위험요인을 파악하고 그 결과에 따라 개선조치를 시행하게 할 것
  - ④ 기계·기구, 설비 등과 관련된 위험성평가에는 해당 기계·기구, 설비 등에 전문 지식을 갖춘 사람을 참여하게 할 것
  - ⑤ 안전·보건관리자의 선임의무가 없는 경우에는 제2호에 따른 업무를 수행할 사람을 지정하는 등 그 밖에 위험성평가를 위한 체제를 구축할 것
- (2) 사업주는 제①항에서 정하고 있는 자에 대해 위험성평가를 실시하기 위한 필요한 교육을 실시하여야 한다. 이 경우 위험성평가에 대해 외부에서 교육을 받았거나, 관련학문을 전공하여 관련 지식이 풍부한 경우에는 필요한 부분만 교육을 실시하거나 교육을 생략할 수 있다.
- (3) 사업주가 위험성평가를 실시하는 경우에는 산업안전·보건 전문가 또는 전문기관의 컨설팅을 받을 수 있다.
- (4) 사업주가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 제도를 이행한 경우에는 그 부분에 대하여 이 고시에 따른 위험성평가를 실시한 것으로 본다.
- ① 위험성평가 방법을 적용한 안전·보건진단(법 제47조)
  - ② 공정안전보고서(법 제44조). 다만, 공정안전보고서의 내용 중 공정위험성 평가서가 최대 4년 범위 이내에서 정기적으로 작성된 경우에 한한다.
  - ③ 근골격계부담작업 유해요인조사(안전보건규칙 제657조부터 제662조까지)
  - ④ 그 밖에 법과 이 법에 따른 명령에서 정하는 위험성평가 관련 제도
- 5) 시기(제15조-위험성평가의 실시 시기)
- (1) 위험성평가는 최초평가 및 수시평가, 정기평가로 구분하여 실시하여야 한다. 이 경우 최초평가 및 정기평가는 전체 작업을 대상으로 한다.
- (2) 수시평가는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 계획이 있는 경우에는 해당 계획의 실행을 착수하기 전에 실시하여야 한다. 다만, 제⑤호에 해당하는 경우에는 재해발생 작업을 대상으로 작업을 재개하기 전에 실시하여야 한다.
- ① 사업장 건설물의 설치·이전·변경 또는 해체
  - ② 기계·기구, 설비, 원재료 등의 신규 도입 또는 변경
  - ③ 건설물, 기계·기구, 설비 등의 정비 또는 보수(주기적·반복적 작업으로서 정기평가를 실시한 경우에는 제외)
  - ④ 작업방법 또는 작업절차의 신규 도입 또는 변경
  - ⑤ 중대산업사고 또는 산업재해(휴업 이상의 요양을 요하는 경우에 한정한다) 발생
  - ⑥ 그 밖에 사업주가 필요하다고 판단한 경우
- (3) 정기평가는 최초평가 후 매년 정기적으로 실시한다. 이 경우 다음의 사항을 고려하여야 한다.
- ① 기계·기구, 설비 등의 기간 경과에 의한 성능 저하
  - ② 근로자의 교체 등에 수반하는 안전·보건과 관련되는 지식 또는 경험의 변화
  - ③ 안전·보건과 관련되는 새로운 지식의 습득
  - ④ 현재 수립되어 있는 위험성 감소대책의 유효성 등

## 4-6. KSC IEC 60364에 의한 특별 저전압의 종류를 분류하고 특별 저전압 전원회로에 의한 감전보호 방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처' KSC IEC 60364

### 1. KSC IEC 60364 감전 보호 체계도



D-1: 충전부의 절연

D-2: 격벽, 외함

D-3: 장애물

D-4: 손의 접근한계 외측 시설에 의한 보호

D-5: 누전차단기에 의한 보호

I-1: 전원의 자동차단에 의한 보호

I-2: II급기기 사용에 의한 보호

I-3: 비도전성 장소에 의한 보호

I-4: 비접지 국부적접촉에 의한 보호

I-5: 전기적 분리에 의한 보호

※ 특별저압 전원 회로에 의한 보호

### 2. 특별저전압에 의한 보호

1) 직접접촉예방 및 간접접촉예방을 동시에 시행하고 사용전압은 교류 50V 이하, 직류 120V 이하의 전압으로 한다.

#### 2) 보호 방식

(1) 비접지회로에 적용하는 SELV계통

(2) 접지회로에 적용하는 PELV계통

(3) 기능상 ELV를 사용하는 경우에 적용하는 FELV

(4) 특별저전압에 의한 보호방식은 교류 50V 이하의 전압이 사용되는 SELV, PELV, FELV를 말한다.

S: Safety(안전) 확실하게 전기적으로 분리된 특별저전압

P: Protective(보호) 확실하게 전기적으로 분리된 기능특별저전압

F: Functional(기능) 확실하게 전기적으로 분리되어 있지 않은 기능특별저전압

## 4) IEC에 의한 전압분류

전압범위	AC	DC	비고
High Voltage	1,000V 초과	1,500V 초과	Electrical Arching
Low Voltage	50 ~ 1,000V	120 ~ 1,500V	Electrical Shock
Extra Low Voltage	50V 미만	120V 미만	Low Risk

## 3. 직접 및 간접접촉보호

## 1) 특별저압에 의한 보호(SELV, PELV시스템)

- ① SELV, PELV 전원                      ② 회로의 분리  
 ③ SELV 시스템 설계조건              ④ PELV 시스템 설계조건

## 2) FELV 시스템에 의한 보호

- ① FELV회로의 직접접촉보호              ② FELV회로의 간접접촉보호  
 ③ FELV회로의 플러그와 콘센트

## 4. ELV(Extra Low Voltage)의 3가지 분류

구분	전원 및 회로	접지와 보호도체 관계	접촉전압
SELV	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전절연변압기</li> <li>구조적 분리의 구조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비접지 회로로 한다.</li> <li>노출도전성부를 접지하지 않는다.</li> </ul>	50V 이하
PELV	상 동	<ul style="list-style-type: none"> <li>접지회로를 허용한다.</li> <li>노출도전성부를 접지한다.</li> </ul>	50V 이하
FELV	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전한 전원이 아닌 것</li> <li>구조적 분리 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>접지회로를 허용한다.</li> <li>노출도전성부 1차측 보호도체 접속을 허용한다.</li> <li>보호도체 회로 접속을 허용한다.</li> </ul>	50V 이상

