

제120회 전기안전 기술사

【1차 시험 분석】

인생은 신호등



분야별 출제 경향 분석

1. 안전분야(4) ↓ 전기분야(27) ↑
2. 과년도 문제(16/31=52%)
3. 법, 기준 관련(35%)
4. 송배전(6%), 소방(6%)

회 수	전기 분야	안전 분야
120회	87%	13%
119회	78%	22%
117회	87%	13%
116회	74%	26%
114회	94%	6%
113회	84%	16%
3년 평균	84%	16%

1 교시

1-1. 인간의 특성과 안전의 관계에서 산업안전 심리의 5대 요소에 대하여 설명하시오.

건설안전기술사

1. 안전심리학 법적 접근근거(산업안전보건법)

법 5조(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. 안전심리 5대 요소

- 1) 동기(Motive) : 사람의 마음을 움직이는 원동력
- 2) 기질(Temper) : 인간의 성격, 능력 등 개인 특성
- 3) 감정(Emotion) : 사고를 일으키는 정신적 동기
- 4) 습성(Habits) : 인간행동에 영향을 미칠수 있는 것
- 5) 습관(Custom) : 성장과정에서 자신도 모르게 습관화 됨

1-2. 전기설비기술기준에서 규정하는 안전원칙에 대하여 설명하시오.

1. 관련 기준 : 전기설비기술기준 제2조(안전 원칙)

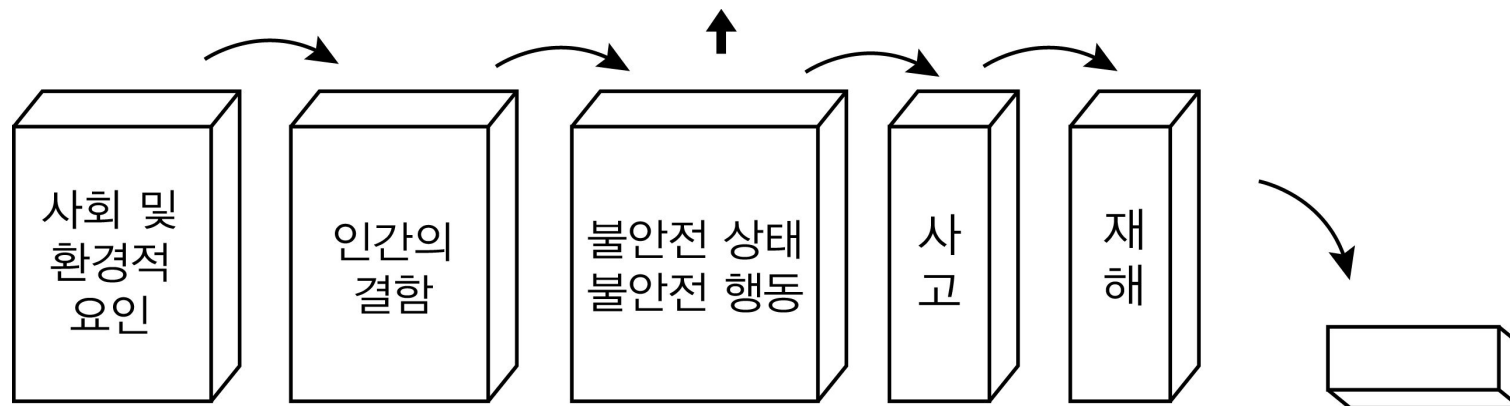
- ① 전기설비는 감전, 화재 그 밖에 사람에게 **위해(危害)**를 주거나 물건에 **손상을 줄 우려가 없도록** 시설하여야 한다.
- ② 전기설비는 사용목적에 적절하고 안전하게 작동하여야 하며, 그 손상으로 인하여 **전기 공급에 지장을 주지 않도록** 시설하여야 한다.
- ③ 전기설비는 다른 전기설비, 그 밖의 물건의 기능에 **전기적 또는 자기적인 장애를 주지 않도록** 시설하여야 한다.

1-3. 재해발생의 메커니즘에서 하인리히(H.W. Heinrich)의 도미노 이론과 버드(Frank Bird)의 신도미노 이론에 대하여 설명하시오.

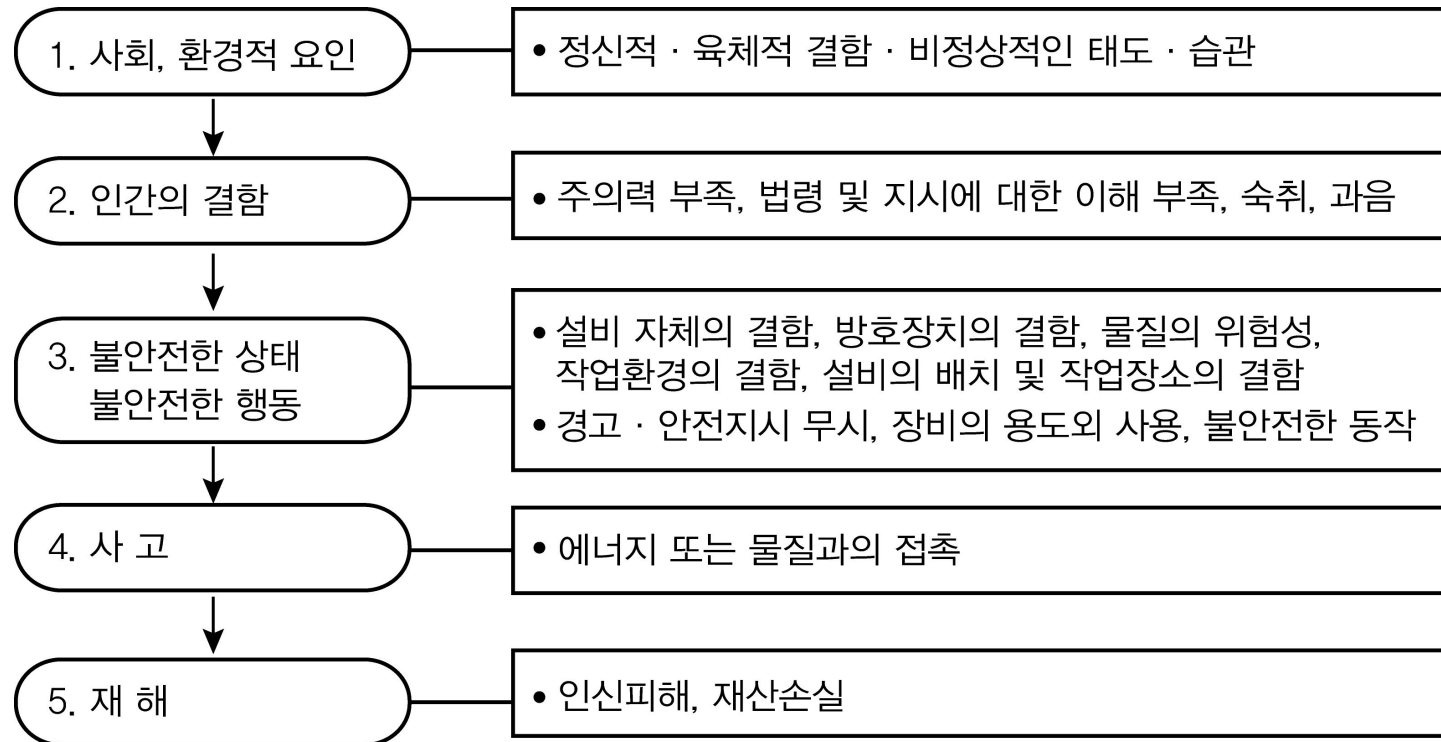
119회 전기안전기술사

1. 도미노 이론

1) 하인리히는 재해발생과정에 관하여 도미노이론을 인용하여 재해 발생 과정을 설명

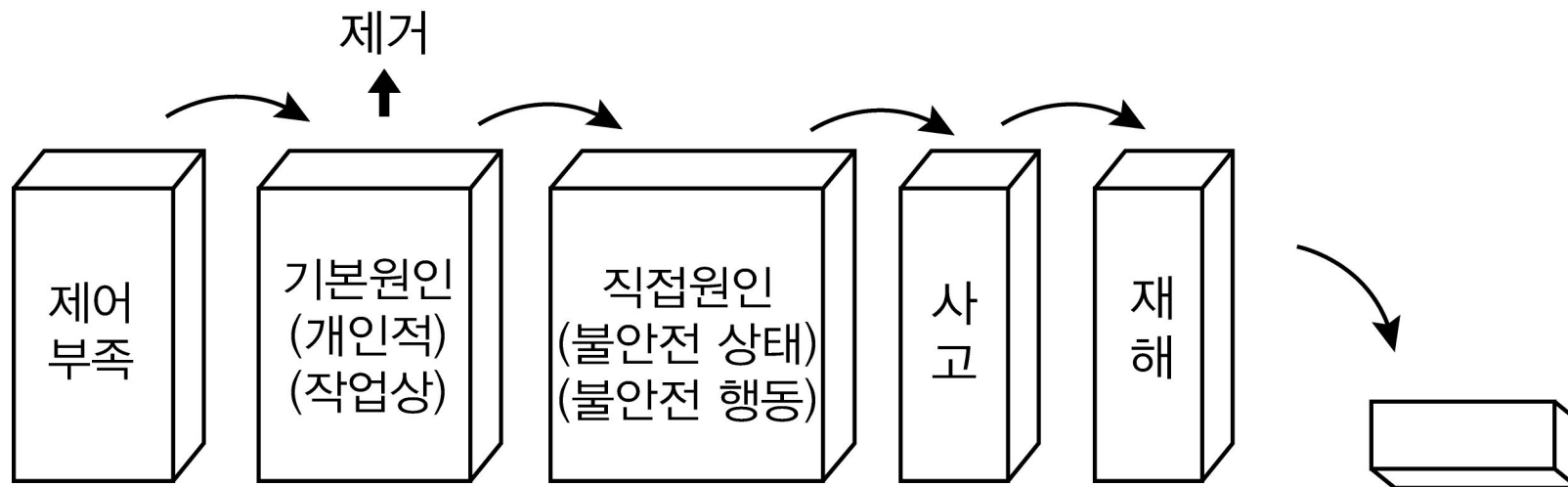


2) 도미노 5단계(사고발생의 5단계)



2. 신도미노 이론

1) 버드(Bird)에 의한 재해의 연쇄이론으로 기본원인의 제거가 중요



2) 버드의 재해발생단계

(1) 제어의 부족(관리)

- ① 안전관리계획 및 스스로가 실시해야 할 직무계획의 책정**
- ② 각 직무활동에서 하여야 할 실시기준의 설정**

(2) 기본원인

① 개인적 요인

지식 및 기능의 부족, 부적당한 동기부여, 육체적 또는 정신적

② 작업상의 요인

기계 설비의 결함, 부적절한 작업기준, 부적당한 기기의 사용방법,

(3) 직접원인(징후)

(4) 사고(접촉)

(5) 재해(손실)

1-4. 정격전압 22.9 kV / 380-220 V, 정격용량 1000 kVA인 3상 변압기에 대한 임피던스전압을 설명하시오.

1. 변압기 임피던스 전압의 정의

변압기 임피던스는 누설자속에 의한 리액턴스분과 권선저항에 의한 저항분이 있으며, 임피던스는 변압기의 내부 전압강하를 생기게 하는 것을 임피던스 전압이라함.

2. 임피던스 전압 측정방법

변압기의 한쪽 권선을 단락 시키고 다른 쪽 권선에 전압을 인가해서 단락 된 권선에 정격전류가 흐를 때 다른 쪽 권선에 인가된 전압을 측정, 임피던스 전압의 정격전압에 대한 비(%)가 퍼센트 임피던스

3. 임피던스전압 계산

본 문제에서는 임피던스 전압을 계산하는 것이 아니라 **임피던스 전압을 설명하는 문제임.**

**임피던스전압을 계산하려면 %Z을 임의로 선정하고 계산해야하므로
한전기준(ESB-140) : (3상 22.9kV/1,000kVA) 5.5% 적용**

$$\text{임피던스전압} = \frac{22,900 \times 5.5}{100} = 1,260(V)$$

1-5. 전력계통의 BIL(Basic Impulse Insulation Level)과 절연 협조에 대하여 설명하시오.

92회 전기안전기술사

1. 기준충격절연강도 (BIL, Basic Impulse Insulation Level)

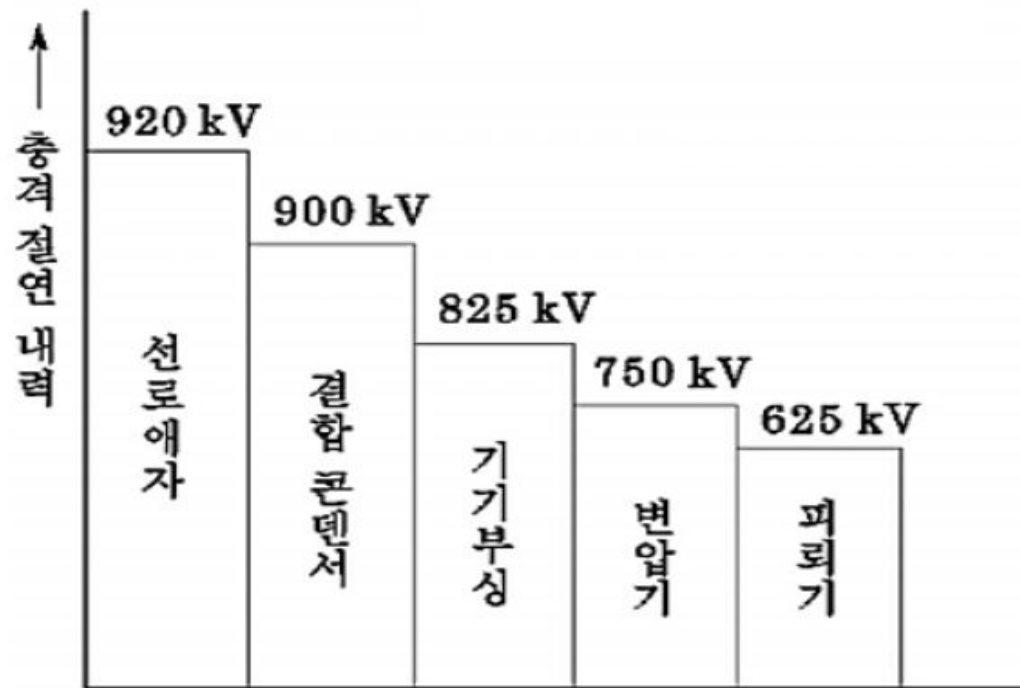
- 1) 송배전 계통에서 절연 협조의 기준이 되는 절연계급(또는 절연강도)
- 2) 계통의 공칭 전압과 절연 층수에 따라 각 기계에 대하여 규정

계통최고 전압[kV]	뇌임펄스전압(파고치-kV)		상용주파 내전압[kV]
	전파	재단파	
3.6	40	46	10
7.2	60	69	20
24	150	165	50
170	650	750	275

2. 절연협조

- 1) 수변전설비의 절연협조의 기본은 기기의 절연강도와 피뢰기의 보호 레벨 사이의 협조를 유지하는데 있고 설비의 형태, 접지저항, 피뢰기의 설치위치등이 영향을 준다.

2) 기기의 절연협조



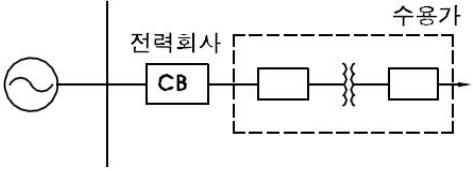
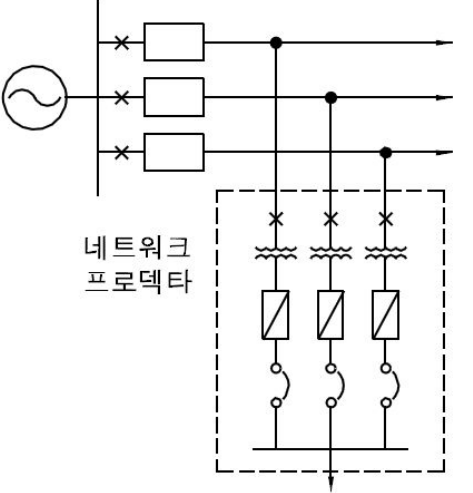
154 [kV] 송전계통 절연협조

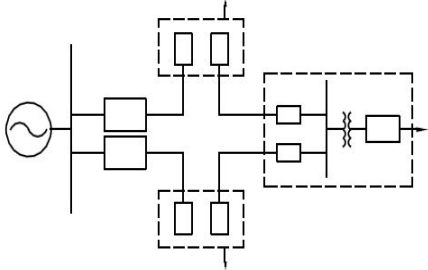
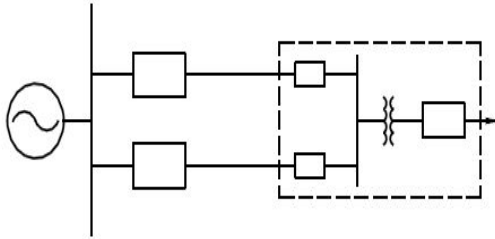
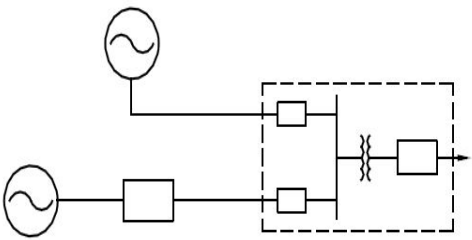
1-6. 특고압으로 공급받는 수전방식의 종류와 특징을 설명하시오.

1. 수전방식의 정의

- 1) 수전점에서 변압기 1차측까지의 수전을 하는 형태를 의미.**
- 2) 전력회사와의 면밀한 협의와 검토가 필요.**
- 3) 국내 경우 대부분 22.9kV 중성점 다중접지 방식.**

2. 수전방식별 특징

명칭	특징	장점	단점
1회선수전 방식		<ul style="list-style-type: none"> · 간단하며 경제적. · 공사가 용이. · 	<ul style="list-style-type: none"> · 주로 소규모 용량에 사용.
스폿네트 워크수전		<ul style="list-style-type: none"> · 무정전 공급이 가능. · 효율 운전이 가능. 	<ul style="list-style-type: none"> · 시설 투자비가 많이 든다. (대전 정부종합청사)

명칭	특 징		장 점	단 점
2회선 수전 방식	LOOP 수전 방식		전압 변동률이 적다.	수전방식이 다소 복잡. (일반수용가에서는 미 사용)
	평행 2회선 수전		2회선 중 경제적이며, 국내에서 가장 많이 적용.	1회선 수전방식에 비해 시설비가 많이 든다.
	본선 예비선 수전 방식		선로사고에 대비할 수 있다.	1회선분에 대한 시설비가 증가.

1-7. 설계감리 대상에서 “대통령령으로 정하는 요건에 해당하는 전력 시설물” 에 대하여 설명하시오.

- 1. 관련법령 : 전력기술관리법 시행령 제18조**
- 2. 설계감리 대상(대통령령으로 정하는 요건에 해당하는 전력시설물)**
 - 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.**
주택법」 제2조제3호에 따른 공동주택의 전력시설물은 제외.
 - 7. 그 밖에 산업통상자원부령으로 정하는 전력시설물**

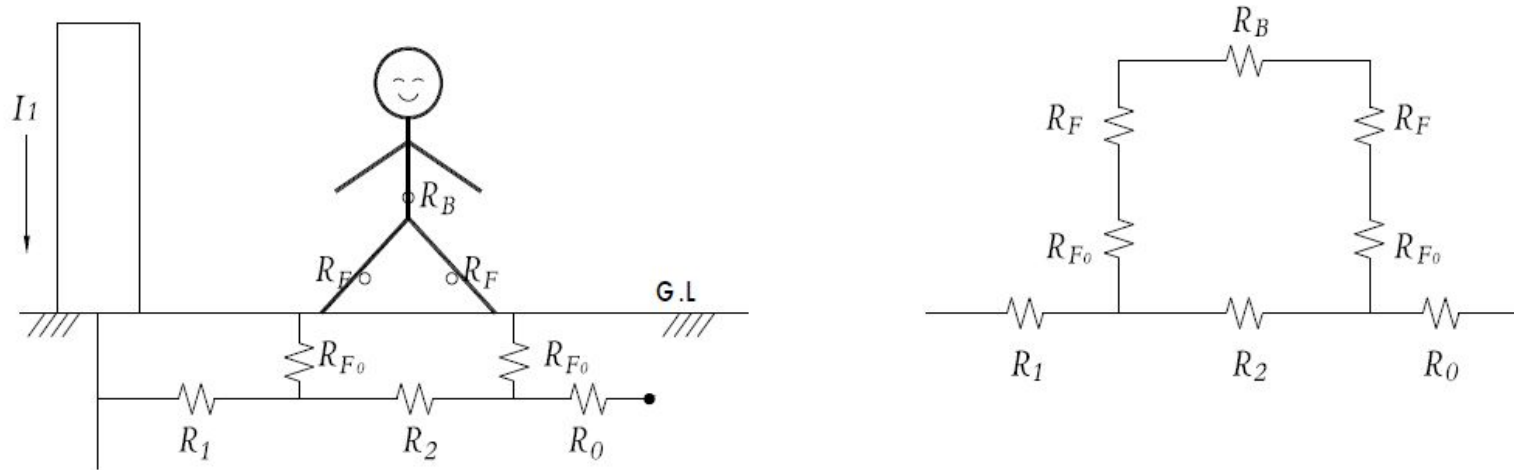
1-8. IEEE에서의 보폭전압(Step Voltage)정의와 저감대책에 대하여 설명하시오.

110회 전기안전기술사

1. 보폭전압의 정의

- ① 고장전류가 흘렀을 때 접지전극 근처에 전위발생하고, 사람의 양다리에 인가되는 전압을 의미.**
- ② 지표면 위의 1m 떨어진 두 지점 간의 전위차.**
- ③ 발전소 · 변전소의 Mesh 접지의 간격 계산에 활용**

2. 보폭전압의 계산



$$E_{step} = I_g \cdot R_T = \frac{0.165}{\sqrt{t}} \cdot (R_B + 2 R_F)$$

3) 보폭전압의 저감대책

(1) 전위경도를 작게

(Mesh접지의 밀도를 높게, 넓게 포설한다. 고장전류의 제한).

(2) 접촉저항을 증대

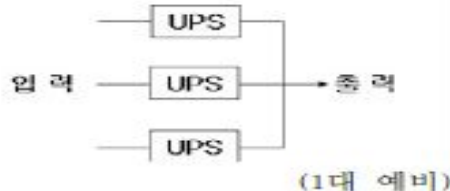
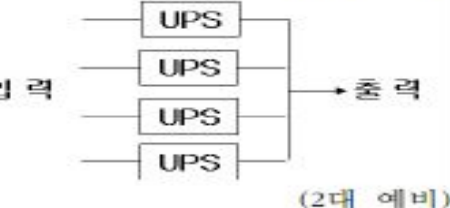
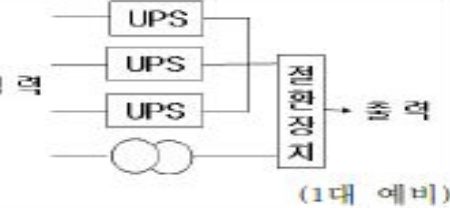
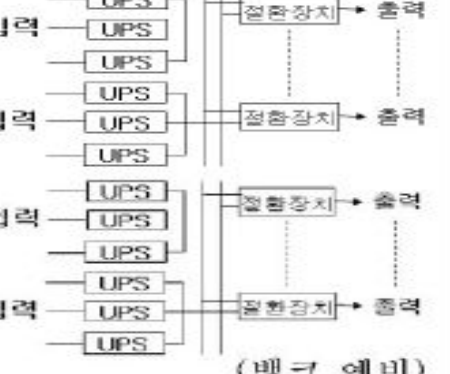
- ① **접촉우려 금속부분의 표면절연**
- ② **작업면에 절연체 포설**
- ③ **변전소의 대지면에 자갈이나 아스팔트, 특수콘크리트 포설**

1-9. 무정전전원장치(UPS : Uninterruptible Power Supply)의 병렬운전시스템 선정 시 고려사항에 대하여 5가지만 설명하시오.

1. UPS 병렬운전 선정 시 고려사항

구 분	선정시 고려사항	비 고
신뢰도	대수가 많고, 병렬 수량이 증가할수록 신뢰도 증가	
경제성	600 kVA 미만 소형의 경우 2대 600 kVA 이상 경우 3~4대	
유지보수성	대수가 적을수록 유리	
설치면적	경제성과 동일	
확장성	부하증가시 병렬대수 증가 초기대수를 억제	최대 확장성능은 6대 이내

2. UPS 병렬운전 시스템별 특징

시 스템	구 성 도	일 반 특 징
n+1 병렬예비		<ul style="list-style-type: none"> · 한 대 정지까지 허용 · 점검시(1대 정지)예비성 확보불가
n+2 병렬예비		<ul style="list-style-type: none"> · 두 대 정지까지 허용 · 점검시(2대 정지)에도 예비성 확보
n+1+ 바이패스		<ul style="list-style-type: none"> · 바이패스모드로 UPS 일괄점검이 가능 · 바이패스는 정전보상이 없으며 입출력 주파수가 같을 때 적용 가능
UPS군 간 상호 백업		<ul style="list-style-type: none"> · 한쪽 시스템의 UPS 전체 점검시에도 무정전 전원을 확보 · 입출력 주파수가 다를 때도 사용

1-10. 자가용 수전설비에 설치되는 고압차단기, 한류형 전력퓨즈, 비한류형 전력퓨즈의 특성을 비교하여 설명하시오.

104회 전기안전기술사

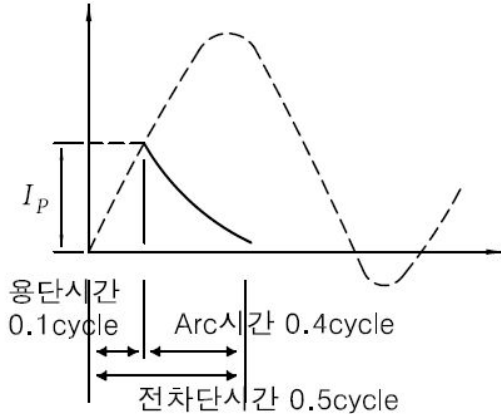
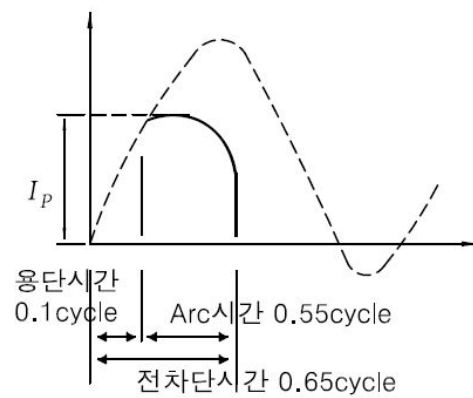
1. 차단기 선정 시 고려사항

- 1) 계통고장 시 신속히 안정적으로 차단할 것**
- 2) 사용 용도에 따른 적정용량의 선정**
- 3) 사용조건, 설치환경, 경제성, 유지관리의 고려**
- 4) 여자돌입전류에 의한 차단기 점점손상 방지**
- 5) 차단속도의 신속성으로 재점호 방지 및 계통의 보호**
- 6) 개폐서지 고려(VCB 2차측에 SA설치)**

2. 고압 차단기

구분		유입차단기(OCB)	가스차단기(GCB)	진공차단기(VCB)	자기차단기(MBB)
전류[A]		400~1,250	630~4,000	630~3,150	630~3,150
차단전류[kA]		8~40	20~25	8~40	12.5~50
개폐 서지 전압		약간 높다	매우 낮다	매우 높다	낮다
차단 성능	단락전류	대전류 차단적합	대전류 차단적합	대전류 차단 적합	중전류 차단적합
	콘덴서전류	재점호 거의 없다	최적	최적	재점호 1회정도
	유도성 소전류	이상전압 발생 가능성 있다.	이상전압 발생하지 않는다.	이상전압 발생 별도보호 필요	이상전압 발생 가능성 있다.
	이상지락고장	가능	가능	가능	가능
	차단시간	3(Cycle)	3(Cycle)	3(Cycle)	5(Cycle)

3. 한류형과 비한류형 Fuse

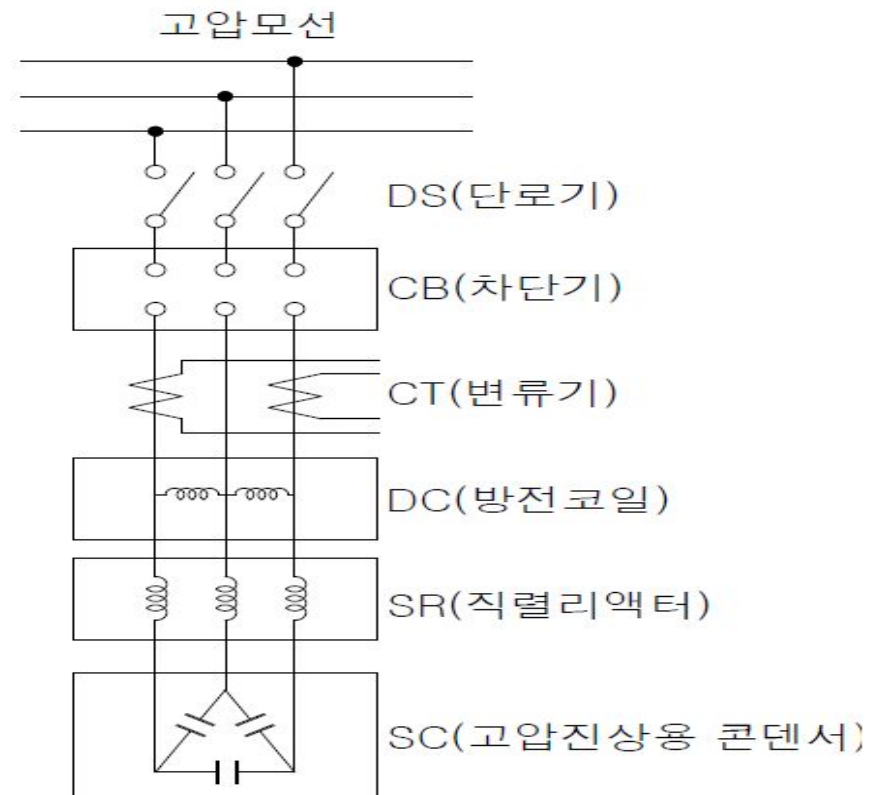
구 분	한 류 형	비 한 류 형
동작원리	Arc 전압을 높여 주어 단락전류 억제	Arc에 소호가스 불어 절연내력을 재기전압 이상으로 높여 차단
차단 시 전류파형		
장 점	소형이며 차단용량이 크다. 한류 효과가 크다	과전압을 발생 않는다. 녹으면 반드시 차단한다
단 점	과전압을 발생한다. 최소차단 전류가 있다.	대형 한류효과가 적다.

4. 차단기와 Fuse의 특징비교

장 점	단 점
가격저렴, 소형경량	재투입 불가능, 과전류 용단
보조장치 필요없음, 무소음, 무방출	I-t 조정불가 (동락시간 조정불가)
(한류형), 보수간단, 고속차단	열화로 인한 결상위험 (과전압발생)
후비보호 완벽. 현저한 한류특성	고임피던스 접지계통 지락보호 불가능

1-11. 진상용 콘덴서에 직렬로 설치하는 리액터의 효과에 대하여 설명하시오.

1. 콘덴서 구성



2. 직렬리액터 설치효과

- 1) 전압/전류 파형의 왜곡 감소**
- 2) 콘덴서로 유입되는 고조파 성분 억제**
- 3) 콘덴서 개폐 시의 돌입전류 저감**
- 4) 콘덴서 개폐 시의 재점호 방지**

1-12. 발전용 풍력터빈의 구조에 대한 시설기준을 전기설비기술기준에 근거하여 7가지만 쓰시오.

1. 관련기준 : 전기설비기술기준 제169조(풍력터빈의 구조)

2. 시설기준

- 1) 부하를 차단하였을 때에도 최대속도에 대하여 구조상 안전할 것.**
- 2) 풍압에 대하여 구조상 안전할 것.**
- 3) 운전 중 풍력터빈에 손상을 주는 진동이 없도록 할 것.**
- 4) 설계허용 최대풍속에 있어서 취급자의 의도와 다르게 풍력터빈이 기동하지 않도록 할 것.**
- 5) 운전 중에 다른 시설물, 식물 등에 접촉하지 않도록 할 것.**

- 6) 풍력터빈의 점검 또는 수리를 위하여 회전부의 정지 및 고정할 수 있는 구조일 것.**
- 7) 한랭지에 시설하는 경우 눈·비에 의한 착빙을 고려할 것.**
- 8) 분진 등에 의한 손모를 고려할 것.**
- 9) 지진에 대하여 안전할 것.**
- 10) 해상 및 해안가에 시설하는 경우 염분 및 파랑하중에 대한 영향을 고려할 것**

1-13. 물질안전보건자료(MSDS : Material Safety Data Sheets)의 표준작성항목을 10가지만 쓰시오.

1. MSDS의 정의

- 1) 물질안전보건자료(MSDS, Material Safety Data Sheet)란 물질에 관한 여러 가지 정보를 담은 자료**
- 2) 물질에 관한 정보는 그 물질의 이름, 성분, 유해성, 위험성, 보관방법, 다룰 때 주의할 점, 필요한 보호구, 몸에 묻거나 먹었을 때 등의 응급조치 등 여러 가지 정보가 포함.**

2. MSDS 표준작성항목

1. 화학제품과 회사에 관한 정보	9. 물리화학적 특성
2. 유해성·위험성	10. 안정성 및 반응성
3. 구성성분의 명칭 및 함유량	11. 독성에 관한 정보
4. 응급조치 요령	12. 환경에 미치는 영향
5. 폭발·화재시 대처방법	13. 폐기시 주의사항
6. 누출 사고 시 대처 방법	14. 운송에 필요한 정보
7. 취급 및 저장방법	15. 법적 규제현황
8. 노출방지 및 개인보호구	16. 그 밖의 참고사항

2 교시

2-1. 정전기의 정의, 발생원리, 장애 및 재해방지대책에 대하여 설명하시오.

119회 전기안전기술사

1. 개요

2. 정전기의 정의

- 1) 대전에 의해 발생한 전하가 절연체 위에서 더 이상 이동하지 않고 정지하고 있는 것**
- 2) 정전기의 발생은 대전과 방전에 의해서 발생**

3. 정전기 재해 및 피해

- 1) 화재 및 폭발재해**
- 2) 전격재해**
- 3) 생산 장애**

4. 정전기 발생의 영향인자

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1) 물체의 대전서열, | 2) 물체의 표면상태 |
| 2) 물체의 이력 | 4) 면적 및 압력 |
| 5) 분리속도 | |

5. 정전기 방지대책

- 1) 접 지(Earth)**
- 2) 본 덩(Bonding)**
- 3) 가 습(Humidification)**
- 4) 이온화법(Ionization)**
- 5) 전도성 부여(Metallizing)**
- 6) 마찰 감소(Friction Damping)**
- 7) 정전차폐(Electric Shielding)**
- 8) 인체의 정전기 방지 대책(Antistatic Measure)**

6. 결론

2-2. GIS(Gas Insulation Switch Gear)설비의 안전진단방법에 대하여 설명하시오.

105회 전기안전기술사

1. 개 요

- 1) 산업의 발달로 인한 전력수요의 급증에 따라 전력 계통도 대용량, 초고압화 되어가고 있으며 이에 따른 전력설비의 안정화와 신뢰도는 매우 중요한 사항.**
- 2) 기존의 공기 또는 유류 절연형 변전설비에서 가스 절연형 변전설비로 변화되어 가고 있다.**

2. GIS의 일반 구조

- 1) 가스절연 개폐장치(GIS)는 차단기, 단로기 등의 개폐설비와 변성기, 피뢰기, 주회로 모선 등을 금속제 탱크 내에 일괄 수납하여 충전부는 고체 절연물(Spacer)로 지지하고 있다.
- 2) 탱크 내부에는 절연성과 소호능력이 뛰어난 SF6 가스를 절연매체로 하여 충전, 밀봉한 개폐설비 시스템을 말한다.

3. GIS 특징

구 분	특 징
컴팩크화	면적축소(1/4), 공기단축, 장소제한 없다.
안전성	충전부 노출없다. 도심지 적합, 사고 및 화재위험 적다.
환경조화	심리적 거부감 적고, 탱크도색 가능. 수신장애 없다. 저소음
신뢰성	외부요인 영향 적다. 주회로 마모열화 적다.
경제성	토지가격 비쌀수록 경제적, 기존설비보다 비싸다.

4. 안전진단방법의 종류 및 특징(자료 첨부)

1) 가스 Checker법

2) 초음파 음향 진단법

3) 적외선 열화상 진단법

4) 기타

2-3. 전력계통의 단락(고장)전류 계산순서, 계산방법 및 계산에 필요한 주요항목을 설명하시오.

105회 전기안전기술사

1. 개요

차단기의 차단용량 결정이나 보호계전기의 정정 등에 활용을 한다.

2. 단락전류 계산목적

- 1) 각종 차단기의 차단용량 선정**
- 2) 보호 계전기류의 계전기 정정**
- 3) 수변전기기의 기계적 강도 및 정격 결정**
- 4) 통신 유도장해의 검토 및 유효접지의 조건 검토**
- 5) 케이블 굽기, 순간전압강하**

3. 단락전류 계산 순서

- 1) 각 기기, 선로의 표준임피던스 결정**
- 2) 각 임피던스를 기준용량으로 환산**
- 3) 임피던스 Map 작성**
- 4) 임피던스 합성**
- 5) 단락전류(단락용량) 계산**
- 6) 차단기 용량 선정**

4. 단락전류 계산방법

구분	임피던스 값(환산식)	계산식
옴(Ω)법	$Z = \frac{\%Z \cdot V^2 \cdot 100}{P} [\Omega]$ <p>P: 기준용량, V: 선간전압</p>	$I_s = \frac{V_s}{Z}$ <p>V_s: 송전단 전압</p>
퍼센트 임피던스법($\%Z$)	$\%Z = \frac{P \times 100}{\sqrt{3} \cdot I_s \cdot V}$	$I_s = \frac{P \times 100}{\sqrt{3} \cdot \%Z \cdot V}$ $I_s = \frac{I_N}{\%Z} \left(I_N = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} \right)$
퍼유닛 임피던스법(PU) (기준용량환산)	$Z_p = \frac{\%Z}{100} = \frac{Z \cdot P}{V^2 \cdot 100}$ <p>Z_p: 퍼유닛 임피던스(Ω) P: 기준용량 V: 선간전압</p>	$I_s = \frac{I}{Z_p} \text{ (삼상 } I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} \text{)}$ <p>단상 $I = \frac{P}{V}$</p>

5. 단락전류 계산 시 필요항목

- 1) 전원측 임피던스**
- 2) 수전변압기 임피던스(%Z)**
- 3) 모선 및 선로 임피던스**
- 4) 전동기(회전기) 리액턴스**

**초기과도 리액턴스(단락 후 1Cycle 이내), 과도 리액턴스(수Cycle 이내),
계통 차단 시 역기전력검토**

2-4. 전기설비기술기준의 판단기준 제41조 지락차단장치 등의 시설 장소와 예외장소에 대하여 설명하시오.

92회 전기안전기술사

1. 관련 기준 : 전기설비기술기준의 판단기준 제41조

2. 저압 기계기구

1) 지락차단장치 설치 대상

- ① 금속제 외함을 가지는 사용전압이 50 V를 초과하는 저압의 기계 기구로서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 시설하는 것에 전기를 공급하는 전로
- ② IEC 표준을 도입한 누전차단기로 저압전로에 사용하는 경우 일반인이 접촉할 우려가 있는 장소(세대내 분전반 및 유사한 장소)에는 주택용 누전차단기를 시설하여야 한다.

2) 설치 제외대상

- ① 기계기구를 발전소·변전소·개폐소 또는 이에 준하는 곳에 시설하는 경우
- ② 기계기구를 건조한 곳에 시설하는 경우
- ③ 대지전압이 150 V 이하인 기계기구를 물기가 있는 곳 이외의 곳에 시설하는 경우
- ④ 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」의 적용을 받는 2중 절연구조의 기계기구를 시설하는 경우
- ⑤ 그 전로의 전원측에 절연변압기(2차 전압이 300 V 이하인 경우에 한한다)를 시설하고 또한 그 절연변압기의 부하측의 전로에 접지하지 아니하는 경우.
- ⑥ 기계기구가 고무·합성수지 기타 절연물로 피복된 경우
- ⑦ 기계기구가 유도전동기의 2차측 전로에 접속되는 것일 경우
- ⑧ 기계기구가 제12조제8호에 규정하는 것일 경우

3. 변압기에 결합되는 경우

1) 지락차단장치 설치 대상

**특고압전로, 고압전로 또는 저압전로에 변압기에 의하여 결합되는
사용전압 400 V 이상의 저압전로 또는 발전기에서 공급하는 사용전압
400 V 이상의 저압전로**

2) 설치 제외대상

발전소 및 변전소와 이에 준하는 곳에 있는 부분의 전로

4. 고압, 특고압전로

1) 지락차단장치 설치 대상

- ① 발전소·변전소 또는 이에 준하는 곳의 인출구
- ② 다른 전기사업자로부터 공급받는 수전점
- ③ 배전용변압기(단권변압기를 제외)의 시설 장소
- ④ 전기철도용 급전선에 있어서는 과전류

2) 설치 제외대상

전기사업자로부터 공급을 받는 수전점에서 수전하는 전기를 모두 그 수전점에 속하는 수전장소에서 변성하거나 또는 사용하는 경우

5. 기타 지락차단장치 설치 예외 장소

저압 또는 고압전로로서 비상용 조명장치·비상용승강기·유도등·철도용 신호장치, 300 V 초과 1 kV 이하의 비접지 전로, 제27조제6항의 규정에 의한 전로, 기타 그 정지가 공공의 안전 확보에 지장을 줄 우려가 있는 기계기구에 전기를 공급하는 것에는 전로에 지락이 생겼을 때에 이를 기술원 감시소에 경보하는 장치를 설치

6. 자동복구 기능을 갖는 누전차단기를 시설

- ① 독립된 무인 통신중계소 · 기지국
- ② 관련법령에 의해 일반인의 출입을 금지 또는 제한하는 곳
- ③ 옥외의 장소에 무인으로 운전하는 통신중계기 또는 단위기기 전용회로

2-5. 무재해 운동 등 안전활동기법 중에서 다음 사항에 대하여 설명 하시오.

1) TBM(Tool Box Meeting)위험예지훈련 2) 브레인스토밍(Brain Storming)

116회 전기안전기술사(브레인스토밍)

1. TBM 위험예지훈련

1) 특징

- ① 미국의 건설업에서 시작하여 큰 성과를 올린 제도**
- ② 발생재해 가운데 상당부분이 작업자의 불안전 행동에서 기인**
- ③ 아침 작업 개시 전 5~15분 정도 행하여 5~6인의 인원으로 구성 하여 실시되고 통상 도입-점검정비-작업지시-위험예측-확인의 단계**

2) 진행 순서

(1) 도입단계

- ① 위험예지훈련용 그림을 근로자가 잘 볼 수 있는 곳에 건다**
- ② 근로자들에게 그림의 작업내용 및 상황을 묻는다**
- ③ 교재의 상황을 참고하여 나름대로 그림의 상황을 정리한다**

(2) 전개단계

- ① 위험예지훈련용 그림에서 직/간접적인 위험요소에 대하여 근로자 1인 당 1개 이상씩 발언하도록 한다**
- ② 근로자가 발언하는 위험요소를 모두 적는다**
- ③ 교재를 참고하여 빠진 위험요소를 보충 설명한다**
- ④ 정리된 위험요소를 근로자에게 보여주면서 정리하여 설명한다**

- ⑤ 정리된 위험요소 중 우선순위에 따라 4~5개를 위험의 포인트로 결정한다
- ⑥ 위험의 포인트를 지적확인 한다
- ⑦ 위험의 포인트에 대한 대책을 근로자가 1인 당 1나 이상씩 발언
- ⑧ 발언된 대책을 정리하여 적는다
- ⑨ 정리된 대책 중 우선순위에 따라 4~5가지를 선정하여 적는다

(3) 정리단계

- ① 선정된 주요대책을 근로자에게 설명한다
- ② 선정된 주요대책에 대하여 지적확인을 실시한다
- ③ Touch & Call로 훈련을 끝낸다

2. 브레인스토밍



1) 특징

- ① 브레인스토밍 장점으로는 주제에 제한이 없고 실행하기 쉽고 질보다 양에 초점을 맞추기에 많은 아이디어를 얻을 수 있다.
- ② 이 과정 속에서 개선, 수정, 조합된 의견이 나올 수 있다.
- ③ 비판을 자제하고 받아들이는 분위기 속에서 진행되어 참가자들이 비교적 자유롭게 의견을 말할 수 있다.

2) 4가지 원칙

- ① 비판금지 : 좋다. 나쁘다고 비평하지 않는다.
- ② 자유분방 : 마음대로 편안히 발언한다.
- ③ 대량발언 : 무엇이건 좋으니 많이 발언한다.
- ④ 수정발언 : 타인의 아이디어에 수정하거나 덧붙여 말하여도 좋다.

3) 효과

창조적 Idea 돌출

2-6. 전력설비에서 피뢰기의 기능을 수행하기 위한 구비조건과 설치 기준을 설명하시오.

119회 전기안전기술사

1. 개 요

- 1) 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 이상 전압 시는 신속히 대지로 방류하고, 이상전압방류 후에는 신속히 절연 상태로 회복**

2. 피뢰기의 구비조건

- 1) 이상전압 침입 시 신속히 방전한다.**
- 2) 이상전압 방전 시 전력계통의 단자전압을 일정 이하로 유지해야 한다.**
- 3) 이상전압 방전 후에는 신속히 속류를 차단하고 절연상태로 회복한다.**
- 4) 지속적인 반복동작에도 특성이 변하지 않아야 한다.**

3. 피뢰기 시설 기준설치(전기설비기준의 판단기준 제42조)

1) 설치장소

- ① 발변전소, 변전소 또는 이에 준하는 장소의 가공전선 인입구 및 인출구**
- ② 가공전선로에 접속하는 배전용 변압기의 고압측 및 특고압측**
- ③ 고압 및 특고압 가공전선로로부터 공급 받는 수용장소의 인입구**
- ④ 가공전선로와 지중전선로가 접속되는 곳**

2) 설치위치

- ① 케이블 종단, 케이블 양단, 가공선과 케이블 접속점
- ② 수변전 인입측에 PF, COS전단에 설치한다.
- ③ 주 보호는 변압기이므로 변압기에 근접하도록 설치한다.
- ④ 피뢰기와 피보호기와의 최대유효 이격거리

선로전압[kV]	유효이격거리[m]	애자수(개)	유입 변압기[kV]
345	85	20~23	1,050
154	65	10~13	650
22.9	20	2~3	150

3) 피뢰기 접지선

- ① 고압 및 특고압의 전로에 피뢰기는 제 1종 접지공사와 접지저항은 10Ω 이하로 하여야 한다.
- ② 피뢰기 접지선 굵기 계산

피뢰기 접지선 굵기 $[mm]$
$$S = \frac{\sqrt{t}}{282} I_s$$

4) Disconnect Switch

피뢰기가 열폭주 현상, 열화, 절연파괴 등의 현상으로 고장을 대비하여 Disconnect Switch(소량화약봉입)를 피뢰기에 취부하여 고장 시 대지로부터 분리하여야 한다.

3 교시

3-1. 계기용 변류기의 과전류 강도와 과전류 정수에 대하여 설명하시오.

83회 전기안전기술사

1. 개요

2. 변류기 용도

3. 과전류강도

1) CT 1차측에 고장전류가 흐를때 1차정격전류의 몇배까지 가해도 열적, 기계적으로 CT가 손상이 없는가를 나타낸 값

2) 40, 75, 150, 300배

3) 열적 과전류강도

1차에 단락전류가 흘러 CT권선이 온도 상승하였을 때 끊어지지 (용단) 않는 한계값이 1차 정격전류에 몇 배 전류

4) 기계적 과전류강도

1차에 단락전류가 흘러 열적 과전류강도 초과하여 권선이 끊어진(용단) 후에도 계속 전류(단락전자력)가 가해져 CT의 철심이 결국 변형이 생기게되는데 이런 변형이 생기지 않는 한계 값이 1차 정격전류에 몇 배 전류이냐는 뜻.

4. 과전류정수

1) 정의

CT 1차측에 고장전류가 흐를때 1차 정격전류의 몇배까지 가해도 비교적 정확한 측정값을 얻을 수 있는 가를 나타낸 값.

2) 비교적 정확한 측정값이란 비오차 범위내(-10%이내)에서의 측정값

$$\text{비오차} : \varepsilon = \frac{K_n - K}{K} \times 100(\%)$$

K_n : 공칭 변류비

K : 실제 변류비

3) 정격 : 5, 10, 20

5. 과전류 정수와 과전류 강도의 관계

5→10→20→40→75→150→300배

=====

과전류정수 ! 과전류강도

- 1) 두가지 특성은 모두 단락전류에 건디는 한계값
- 2) 단락전류가 점점 커질수록 CT오차(과.정수)가 커지고 더 커지면 코일이 끊어짐(열적강도) 거기서 더 커지면 철심이 변형이 가고 (기계적강도) 더더욱 커지면 기기가 파손됨

3-2. HVDC(High Voltage Direct Current) 송전 계통에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 직류 송전 계통구성 개요 2) 직류 송전의 장점과 단점**

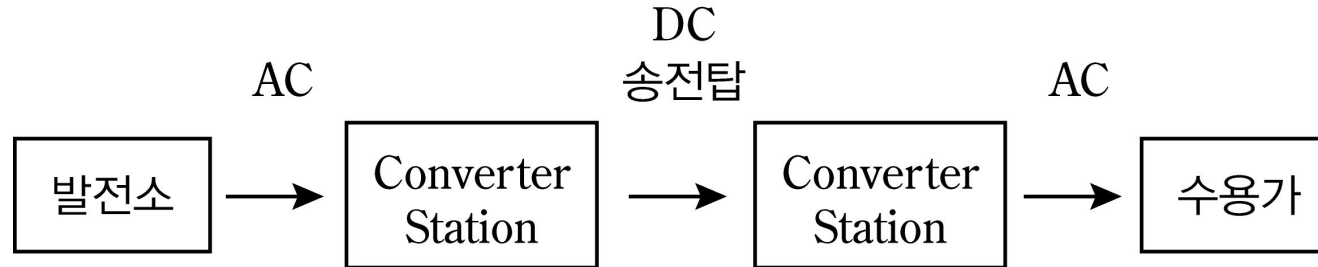
110회 전기안전기술사

1. 직류송전의 개요

- 1) 수은 정류기(70년대 초까지) 또는 사이리스터를 이용하여 발전소에서 생산된 교류전력을 직류전력으로 변환시켜 송전한 후 수전점에서 다시 교류전력으로 변환하여 부하 측에 공급하는 방식.**
- 2) 송전선로는 가공송전선, Cable이 사용될 수 있으며 주파수가 서로 다른 계통의 연계, 계통의 단락용량 억제의 필요성에 의해서 건설되는 Back-to Back 연계 계통에는 송전선로가 불 필요.**
- 3) 일반 변전소와는 달리 변환소에는 변환장치 외에도 변환장치에서 발생하는 고조파를 감소시키기 위한 캐패시터 및 리액터가 필요.**

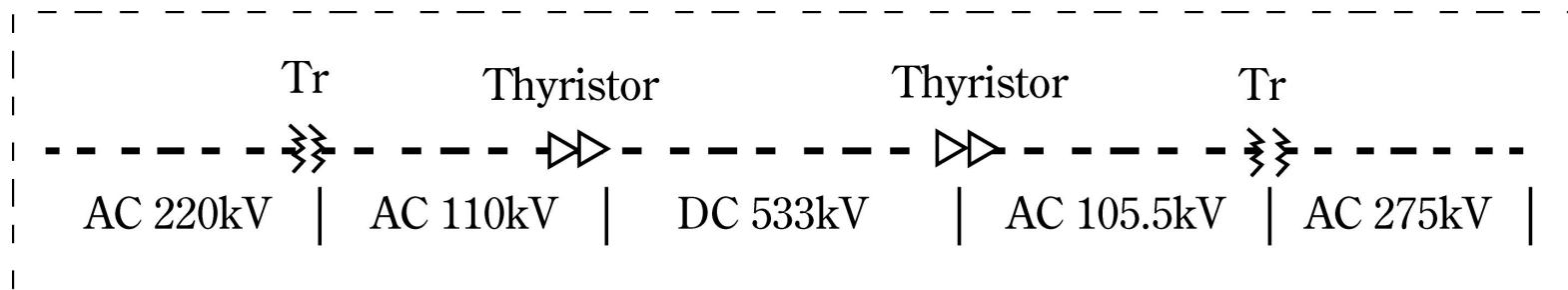
2. 직류 송전방식

1) 송전계통도



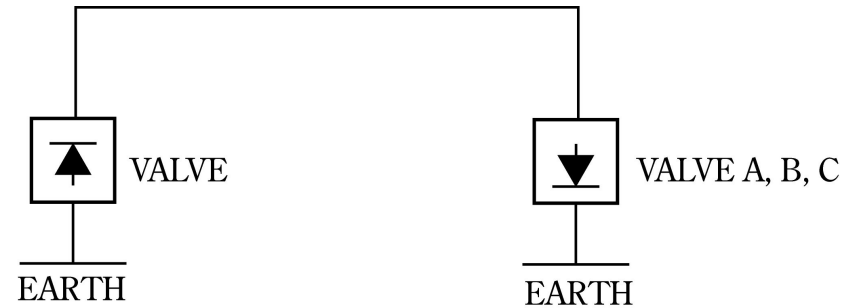
2) 직류 송전원리

발전소에서 생산된 교류전력을 대용량 정류기를 이용하여 직류전력으로 변환 송전 후 수전점에서 다시 교류전력으로 변환하여 부하 측에 공급하는 방식.

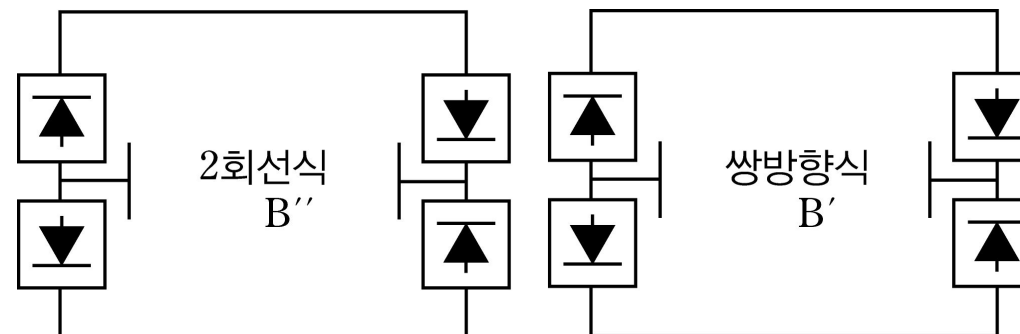


3) 송전방식

① Monopolar 방식



② Bipolar(BP)방식



3. 직류 송전(HVDC) 구성요소

1) 변환장치(Thyristor Valve)

2) 변환기용 변압기

3) 직류차단기

4) 직류송전의 제어

4. 직류송전의 장, 단점

1) 직류 송전 방식의 장점

- ① 절연 계급을 낮출 수 있다.**
- ② 송전 효율이 좋다.**
- ③ 안정도가 좋다.**
- ④ 유도 장애가 적다.**
- ⑤ 전압, 주파수가 다른 두 교류 계통을 연계할 수 있다.**

2) 직류 송전 방식의 단점

- ① 교류에서와 같이 전류의 영점이 없음으로, 직류 전류의 차단이 곤란하다.**
- ② 일단 전류로 변환된 후에는 승압 및 강압이 곤란하다.**
- ③ 인버터, 콘버터 등 교직 변환 장치들의 신뢰성과 보수가 문제**
- ④ 교직 변환 장치에서 발생하는 고조파를 제거하는 설비가 필요하다.**

3-3. 전기설비 방폭구조에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 화재·폭발 재해의 원인 현상인 연소(Combustion)와 폭발(Explosion)의 차이점**
- 2) 방폭구조에 관계있는 위험특성**
- 3) 폭발성가스분위기의 생성조건에 관계있는 위험특성**

111회 전기안전기술사

1. 연소(화재)와 폭발의 차이

1) 연소의 정의

- ① 빛과 열의 발생을 수반하는 급격한 산화반응**
- ② 가연성물질이 공기중의 산소와 반응하여 열과 빛을 발하면서 산화하는 현상**

2) 폭발의 정의

- ① 압력의 급격한 개방 또는 발생으로 격렬한 폭음을 동반하며 팽창 또는 파열하는 현상
- ② 순간적으로 물리적 또는 화학적 에너지가 기계에너지 또는 열에너지로 변환되어 사방으로 전달되는 거대한 에너지의 순간적인 발산 현상

3. 방폭구조와 관계있는 위험특성

1) 발화온도(ignition temperature)

규정된 조건하에서 공기와 가스 또는 증기의 형태로 혼합된 가연성 물질을 점화시키는 가열된 표면의 최저온도

[KS C IEC 60079-0, 정의3.26]

2) 화염일주한계

화염일주한계는 폭발성가스 분위기내에 설치한 표준용기의 접합면 틈새를 통하여 폭발화염이내부에서 외부로 전파되는 것을 저지 할 수 있는 틈새의 최대 간격치이며, 폭발성가스의 종류에 따라 다르다.

3) 최소점화전류

최소점화 전류는 폭발성가스 분위기가 전기불꽃에 의하여 폭발을 일으킬 수 있는 최소의 회로 전류로서 이수치는 폭발성 가스의 종류에 따라 다르다.

3. 폭발성 분위기 생성조건과 관계있는 위험특성

1) 폭발한계

폭발한계는 점화원에 의하여 폭발을 일으킬 수 있는 폭발성 가스와 공기와의 혼합가스농도 범위의 한계치로서 그 하한치를 폭발하한계, 상한치를 폭발상한계라 함.

2) 인화점(flashpoint)

인화점이란 표준상태하에서 가연성가스/공기혼합물을 형성 할 수 있는 양의 증기를 발생시키는 액체의 최저온도.

3) 증기밀도

증기밀도는 가스 또는 증기밀도를 이와 동일한 압력 및 온도를 공기 밀도를 “1” 로 하여 비교한 수치.

3-4. 저압전로에 사용하는 과전류차단기의 시설기준에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 과전류차단기로 저압전로에 사용하는 배선용차단기(전기용품 및 생활용품 안전관리법)**
- 2) IEC 표준을 도입한 과전류차단기로 저압전로에 사용하는 배선용차단기**

1. 관련 기준 : 전기설비기술기준의 판단기준 제38조

(저압전로중의 과전류차단기의 시설)

2. 과전류차단기로 저압전로에 사용하는 배선용차단기

- 1) 정격전류에 1배의 전류로 자동적으로 동작하지 아니할 것.**
- 2) 정격전류의 1.25배 및 2배의 전류를 통한 경우에 표에서 정한 시간 내에 자동적으로 동작할 것.**

정격전류의 구분	시 간	
	정격전류의 1.25배의 전류를 통한 경우	정격전류의 2배의 전류를 통한 경우
30 A 이하	60분	2분
30 A 초과 50 A 이하	60분	4분
50 A 초과 100 A 이하	120분	6분
100 A 초과 225 A 이하	120분	8분
225 A 초과 400 A 이하	120분	10분
400 A 초과 600 A 이하	120분	12분
600 A 초과 800 A 이하	120분	14분
800 A 초과 1,000 A 이하	120분	16분
1,000 A 초과 1,200 A 이하	120분	18분
1,200 A 초과 1,600 A 이하	120분	20분
1,600 A 초과 2,000 A 이하	120분	22분
2,000 A 초과	120분	24분

3. IEC 표준을 도입한 과전류차단기로 저압전로에 사용하는 배선차단기

- 1) 산업용은 표 1에, 주택용은 표 2 및 3에 적합한 것이어야 한다.
다만, 일반인이 접촉할 우려가 있는 장소(세대내 분전반 및 이와 유사한 장소)에는 주택용 배선차단기를 시설하여야 한다.

2) 표 1

정격전류의 구분	시 간	정격전류의 배수 (모든 극에 통전)	
		부동작 전류	동작 전류
63 A 이하	60분	1.05배	1.3배
63 A 초과	120분	1.05배	1.3배

3) 표 2

형	순시트립범위
B	$3I_n$ 초과 ~ $5I_n$ 이하
C	$5I_n$ 초과 ~ $10I_n$ 이하
D	$10I_n$ 초과 ~ $20I_n$ 이하

비고 1. B, C, D : 순시트립전류에 따른 차단기 분류

2. I_n : 차단기 정격전류

4) 표 3

정격전류의 구분	시 간	정격전류의 배수(모든 극에 통전)	
		부동작 전류	동작 전류
63 A 이하	60분	1.13배	1.45배
63 A 초과	120분	1.13배	1.45배

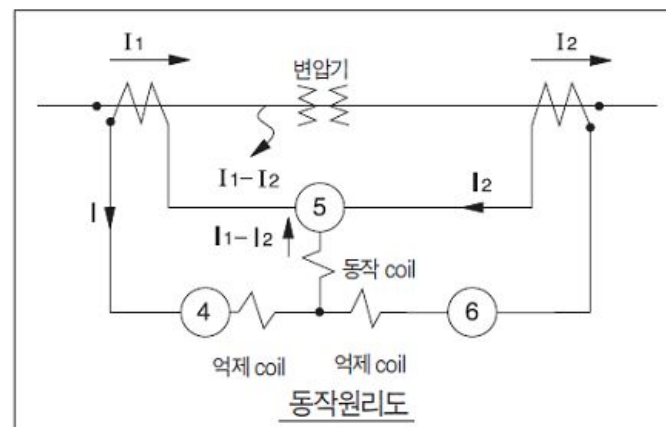
3-5. 특고압용 유입변압기의 보호장치와 전기설비기술기준의 판단기준 제48조에 의한 내부고장 보호장치 설치기준에 대하여 설명하시오.

113회 전기안전기술사

1. 전기적인 보호장치

1) 비율차동계전기

- ① 전류의 흐름을 정상상태 및 외부 고장 시에는 동작코일 쪽으로 흐르게 못하게 하고 내부 고장에만 동작코일에 흐르게 함으로서 고장을 제거하는 방식



② 여자돌입 전류로 인한 오동작 방지를 위하여 감도 저하법, 고조파 억제법, 비대칭 저지법등 3가지가 있다

2) 과전류계전기

3) 지락과전압계전기

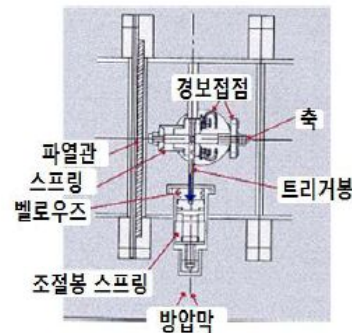
4) 방향지락계전기

5) 지락과전류계전기

2. 기계적인 보호장치

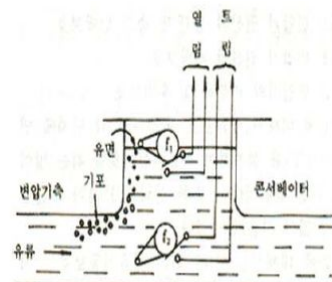
1) 방압장치

변압기 내부 고장으로 인하여 내부압력이 기준압력 이상으로 상승하면 변압기의 폭발을 방지



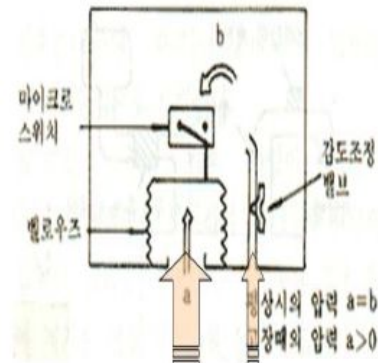
2) 부흐홀츠 계전기

가스의 부력과 절연유의 유속을 이용하여 변압기의 내부고장을 검출



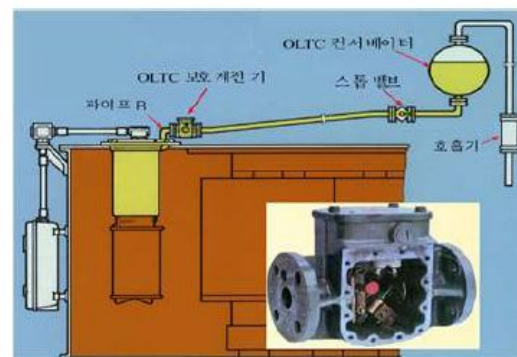
3) 충격가스압계전기

고장 지속시간을 단축하기 위하여 충격압력계전기를 설치



4) OLTC 보호계전기

변압기 OLTC 유격실 내 결함 발생 시 변압기와 탭 절환기를 보호하기 위하여 설치



5) 가스검출계전기

변압기 내부의 부분방전, 절연불량으로 생성된 가스를 검출하여 경보



6) 온도측정장치

변압기 운전 시 냉각장치의 고장이나 과부하 등에 의하여 온도 상승
한도를 측정



7) 권선온도계

변압기의 권선에서 발생하는 온도상승을 제한할 목적으로 냉각장치를 제어



8) 유류계

절연유의 흐름이 원활하지 못함을 사전에 파악하기 위함



3. 변압기 내부 고장 보호장치 설치기준

관련 기준(전기설비기술기준의 판단기준)

제48조(특고압용 변압기의 보호장치)특고압용의 변압기에는 그 내부에 고장이 생겼을 경우에 보호하는 장치....

뱅크용량의 구분	동작조건	장치의 종류
5,000 kVA 이상 10,000 kVA 미만	변압기내부고장	자동차단장치 또는 경보장치
10,000 kVA 이상	변압기내부고장	자동차단장치
타냉식변압기(변압기의 권선 및 철심을 직접 냉각시키기 위하여 봉입한 냉매를 강제 순환시키는 냉각 방식을 말한다)	냉각장치에 고장이 생긴 경우 또는 변압기의 온도가 현저히 상승한 경우	경보장치

3-6. 전력계통의 중성점 접지방식에 대하여 설명하시오.

110회 전기안전기술사

1. 개요

2. 전력계통의 중성점 접지목적

- 1) 고장 시 보호계전기의 동작을 확실히 할 수 있고, 고장전류를 신속히 소멸시킬 수 있다.
- 2) 전력계통의 중성점을 접지하여 각 상의 대지전위를 낮춰 기기 및 선로의 절연을 낮출 수 있다.
- 3) 중성점을 접지하여 $1/\sqrt{3}$ 배의 선간전압을 사용할 수 있다.
- 4) 변압기 저압측에서 상전압과 선간전압을 동시에 사용할 수 있다

3. 중성점 접지방식별 특징

구 분	직접접지계통	비접지계통	저항접지(고저항/저저항)
구 성			
중성점저항	$Z \doteq 0$	$Z \doteq \infty$	$Z \doteq R$
지락전류	매우 크다 (수~수십 kA)	매우 작다 (380mA~수A 정도)	5~100 / 100~300A
지락시전압	작다(1.3배 이하)	크다($\sqrt{3}$ 이상)	중간($1.3 \sim \sqrt{3}$)
공급길이	장거리 적합	단거리 적합	중거리
절연레벨	감소가능(단절연)	감소불능(전절연)	감소불능(전절연)
유도장애	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	가장 확실하다.	곤란하다.	확실하다.
적용 장소	장거리 배전선로	단거리 구내 배전선로	중거리 구내 배전선로
장 점	· 보통의 절연강도	· 고장전류가 매우작다.	· 고장전류가 작다.
단 점	· 큰 고장전류 발생	· 과도 과전압 상승.	· 고장 시 전원공급 중단.

4 교시

4-1. 특정 기술을 이용한 전기저장장치(ESS : Energy Storage System)를 일반인이 출입하는 건물과 분리된 별도의 장소에 시설하는 경우 아래 사항을 전기설비기술기준의 판단기준에 근거하여 설명하시오.

- 1) 전기저장장치 시설의 일반 요건**
- 2) 20 kWh를 초과하는 리튬·나트륨·레독스플로우 계열의 이차전지를 이용한 전기저장장치의 추가 설치 요건**
- 3) 전기저장장치의 보호장치 및 제어장치 시설 요건**

관련 기준 : 전기설비기술기준의 판단기준

제295조 외(이차전지를 이용한 전기저장장치의 시설)

연구반 Sub

4-2. 장애물제한구역 밖에 있는 물체의 항공장애표시등과 관련하여 다음을 설명하시오.

- 1) 항공장애표시등과 항공장애주간표지 설치대상**
- 2) 항공장애표시등과 항공장애주간표지 설치면제대상(3가지)**
- 3) 항공장애표시등을 설치한 자가 관리하여야 하는 사항**

관련 기준 : 항공장애표시등과 항공장애주간표지의 설치 및 관리기준

1. 항공장애표시등과 항공장애주간표지의 설치 대상

제7조(장애물제한구역 밖에 있는 물체)

- 1) 높이가 지표 또는 수면으로부터 150m 이상인 물체나 구조물에는 표시등과 표지를 설치하여야 한다.**

2) 높이가 지표 또는 수면으로부터 60m 이상인 다음 각 호의 물체나 구조물에는 표시등과 표지를 설치하여야 한다.

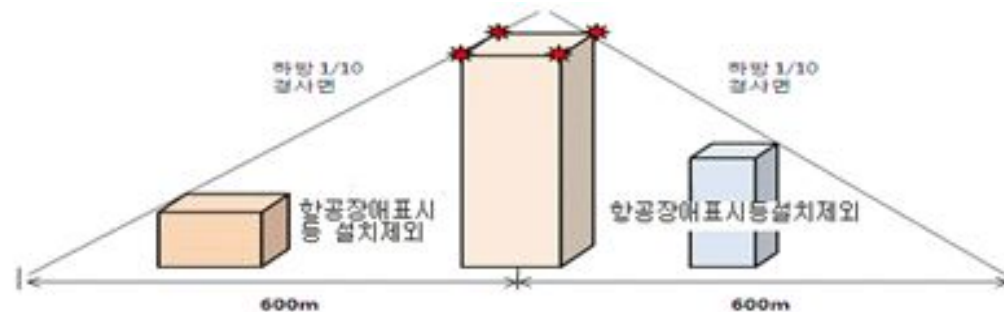
- ① 굴뚝, 철탑, 기둥, 그 밖에 높이에 비하여 그 폭이 좁은 물체 및 이들에 부착된 지선(支線)**
- ② 철탑, 건설크레인 등 뼈대로 이루어진 구조물**
- ③ 건축물이나 구조물 위에 추가로 설치한 철탑, 송전탑 또는 공중선 등**
- ④ 가공선이나 케이블·현수선 및 이들을 지지하는 탑**
- ⑤ 계류기구와 계류용 선(주간에 시정인 5,000m 미만인 경우와 야간에 계류하는 것에 한한다)**
- ⑥ 풍력터빈**

3) 그 밖의 물체들(수로나 고속도로와 같은 시계비행로에 인접한 물체를 포함한다) 중에서 지방항공청장의 항공학적 검토결과 항공기에 대한 위험요소라고 판단되는 물체에는 표시등이나 표지 중 적어도 하나를 설치하여야 한다.

2. 항공장애표시등과 항공장애주간표지의 설치 면제 대상(3가지)

제8조(표시등과 표지의 설치면제)

- 1) 표시등이 설치된 물체로부터 반지름 600m 이내에 위치한 물체로서 그 높이가 장애물 차폐면보다 낮은 물체



- 2) 표시등이 설치된 물체로부터 반지름 45m 이내의 지역에 위치한 물체로서 그 높이가 표시등이 설치된 물체와 같거나 그보다 더 낮은 물체

- 3) 등대로서 지방항공청장이 이 기준에서 정한 광도기준을 충족한다고 인정한 경우**
- 4) 비행장 이동지역 내에 설치되는 항공등화 및 표지. 지방항공청장이 항공기 안전운항을 위하여 표시등의 설치가 필요하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다.**

3. 항공장애표시등을 설치한 자가 관리하여야하는 사항

제21조(표시등 및 표지 관리)

- 1) 표시등은 보수·청소 등을 하여 항상 완전한 상태로 유지할 것**
- 2) 건축물, 식물 또는 그 밖의 물체에 의하여 표시등의 기능이 저해될 우려가 있는 경우에는 지체 없이 해당 물체의 제거 등 필요한 조치를 취할 것**
- 3) 천재지변 그 밖의 사유로 인하여 표시등이 고장 난 경우에는 지체 없이 표시등을 복구할 것**
- 4) 표시등의 예비품으로서 여분의 전구 및 퓨즈를 비치할 것**

4-3. 열전달(Heat Transfer)에 대한 다음 사항에 대하여 설명하시오.

- 1) 열전달의 정의 및 열전달 계수**
- 2) 각각의 열전달 형태의 특성 및 법칙**

1. 열 전달의 정의 및 열 전달계수

1) 열 전달의 정의

열 에너지가 평형상태를 유지하기 위해 이동하는 량을 취급

2) 열의 이동 과정

전도(conduction), 대류(convection), 복사(radiation)

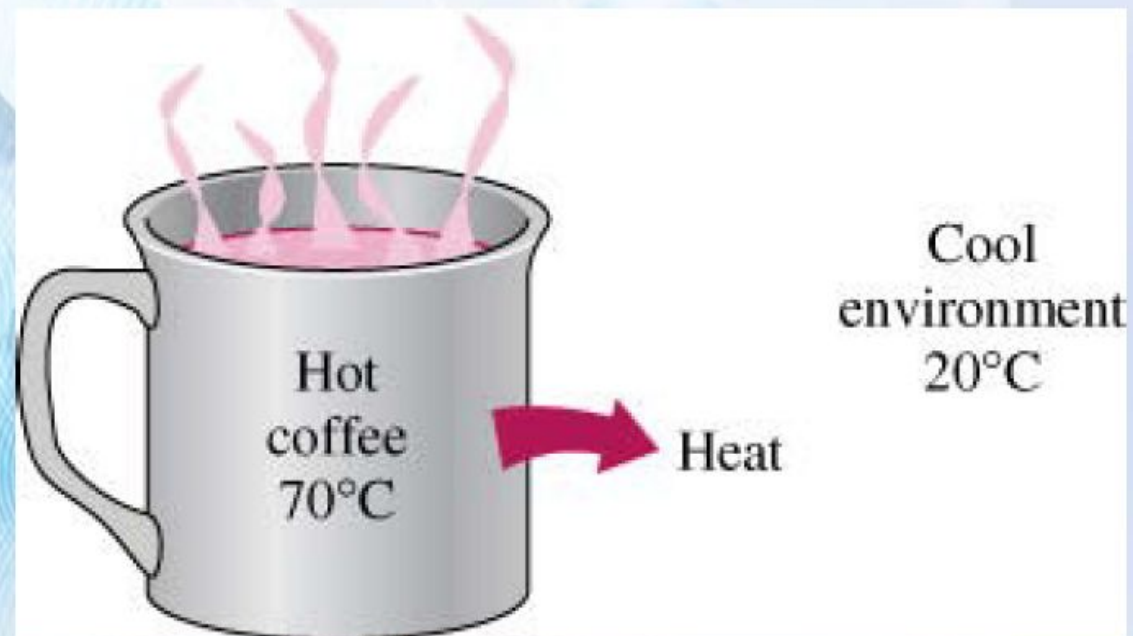
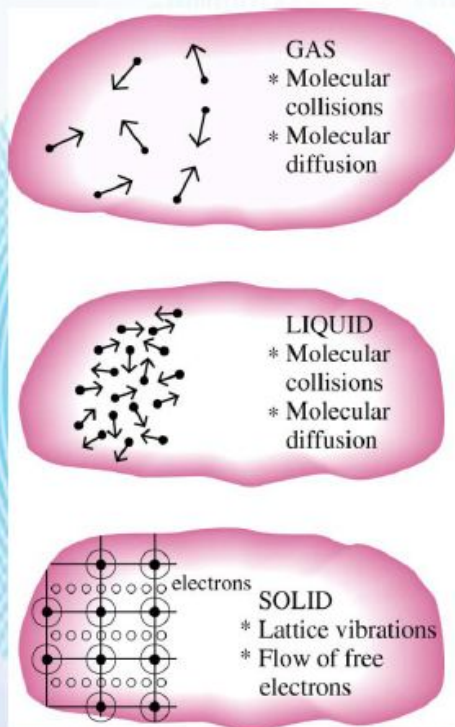
3) 열 전달 계수

- ① **총괄 열전달 계수 = 복사 열전달 계수 + 전도 열전달 계수 + 대류 열전달 계수**
- ② **복사 열전달 계수 : 외기 -> 열교환기표면**
- ③ **전도 열전달 계수 : 열교환기의 표면 -> 열교환기내면**
- ④ **대류 열전달 계수 : 열교환기 내면 -> 열교환기 내부의 유체**

2. 각각의 열 전달 형태의 특성 및 법칙

■ 전도(Conduction)

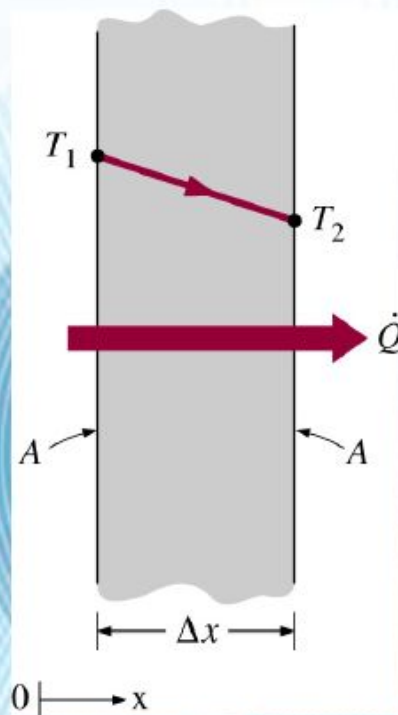
- 입자간 상호작용에 의해 에너지가 많은 입자에서 에너지가 적은 입자로 전달되는 에너지의 형태.
- 고체 : 분자의 진동과 자유전자의 에너지 전달에 의함.
- 기체, 액체 : 분자들의 충돌과 확산에 의함.



■ 전도(Conduction)

- 열전달률은 물체의 재질, 형상, 두께, 온도차에 의해 결정됨.

o 평면벽(plane wall)에서의 열전달



$$\dot{Q}_{cd} = kA \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1-1)$$

\dot{Q}_{cd} : 전도열전달률 [W]
 k : 물질의 열전도도 [W/m℃]
 A : 면적 [m²]
 ΔT : 온도차 [℃]
 Δx : 두께 [m]

$$\dot{Q}_{cd} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1-2)$$

; Fourier 의 열전도 법칙

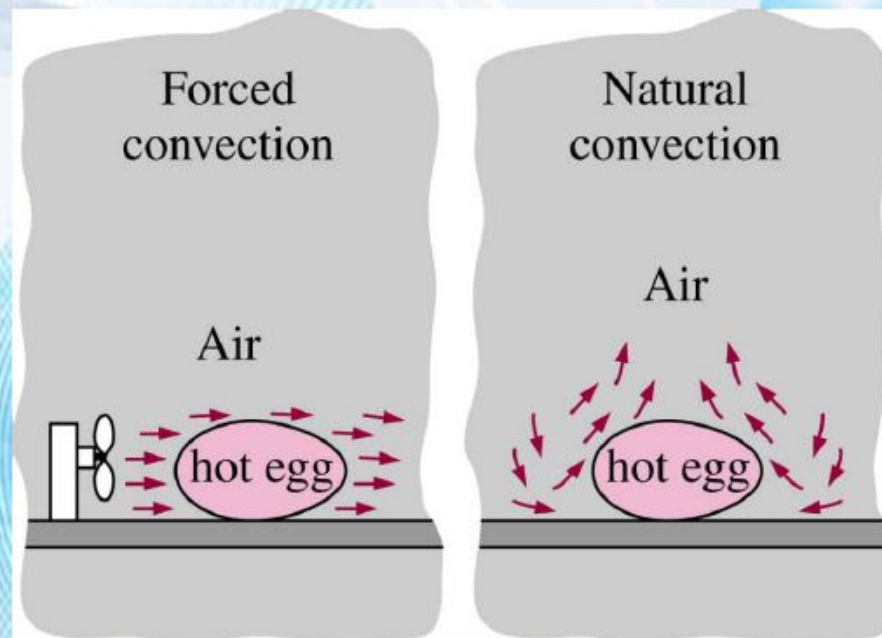
■ 대류(Convection)

; 고체면과 인접하여 유동하는 액체 또는 기체 사이에서 발생하는 열전달 현상.

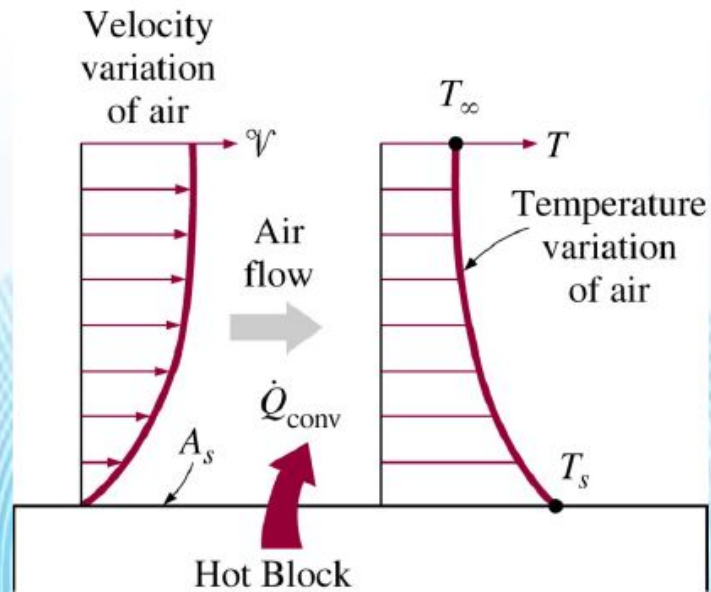
- 전도와 유체운동의 복합적 영향을 받음.

o 강제대류(forced convection) : 외부의 영향에 의하여 표면 위로 유체가 강제로 유동되는 경우.

o 자연대류(natural convection) : 유체 내부의 온도차에 의해 유체유동이 이루어 지는 경우.



■ 대류(Convection)



$$\dot{Q}_{cv} = h_{cv} A_s (T_s - T_\infty) \quad (1-4)$$

; Newton의 냉각법칙

\dot{Q}_{cv} : 대류열전달률 [W]

h_{cv} : 대류열전달 계수 [$W/m^2\text{℃}$]

A_s : 열전달 면적 [m^2]

T_s : 물체 표면온도 [$℃$]

T_∞ : 표면에서 충분히 떨어진 곳에서의 유체 온도 [$℃$]

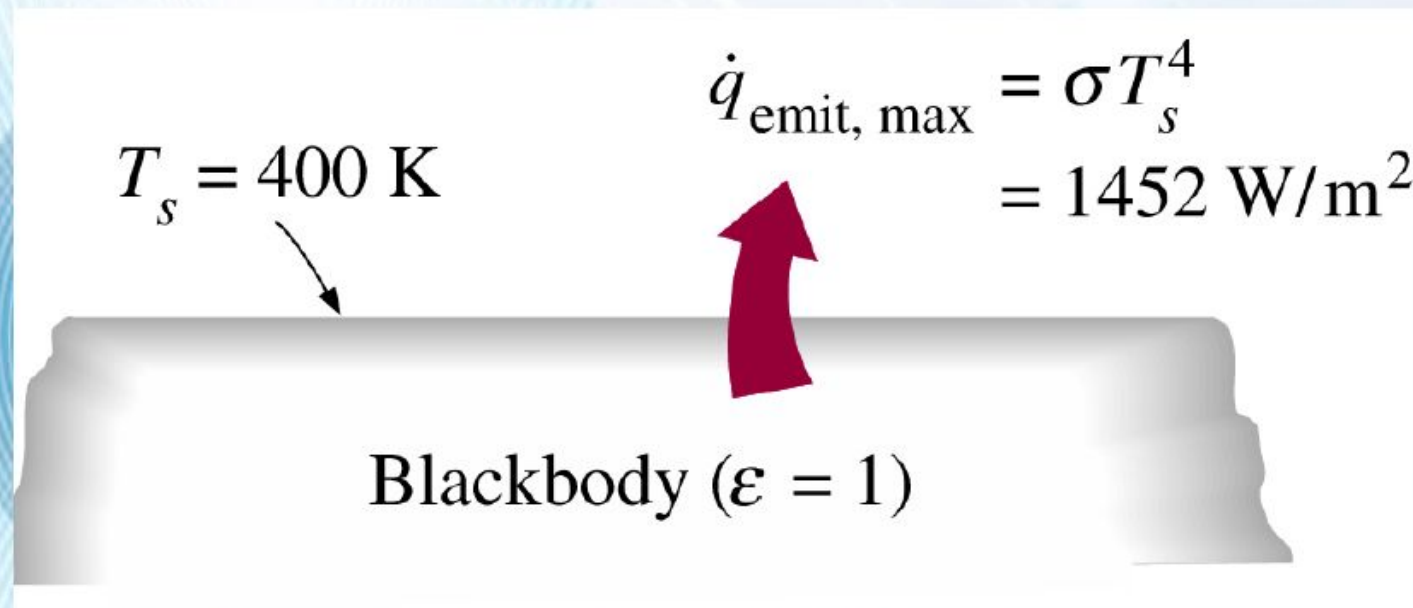
※ h 는 물체의 특성이 아님.

-표면의 기하학적 형상, 유체유동, 유체특성, 유속 등 에 영향을 받음.

■ 복사(Radiation)

; 물질의 원자나 분자의 구조가 변하면서 전자파 또는 광자의 형태로 방출되는 에너지의 전달.

- 중간매체가 필요 없음.
- 온도에 의해 물체가 방출하는 열복사(thermal radiation)만 취급.


$$T_s = 400 \text{ K}$$
$$\dot{q}_{\text{emit, max}} = \sigma T_s^4 = 1452 \text{ W/m}^2$$

Blackbody ($\epsilon = 1$)

■ 복사(Radiation)

○ 절대온도 T_s 인 표면에서 방출하는 최대 복사율

$$\dot{Q}_{et,max} = \sigma A_s T_s^4 \quad (1-5)$$

; Stefan-Boltzmann 법칙

\dot{Q}_{et} : 복사열전달률[W]

σ : Stefan-Boltzmann 상수 ($= 5.67 \times 10^{-8} [W/m^2 K^4]$)

A_s : 방출 면적 [m^2]

T_s : 물체 표면온도[K]

※ 흑체(blackbody) : 최대 복사열을 방출하는 이상적인 물체
 흑체복사(blackbody radiation) : 흑체가 방출하는 복사

○ 절대온도 T_s 인 표면의 실제 물체에서의 복사

$$\dot{Q}_{et} = \epsilon \sigma A_s T_s^4 \quad (1-6)$$

ϵ : 방사율(emissivity), $0 \leq \epsilon \leq 1$

4-4. 접촉상태에 따른 허용접촉전압과 산출근거 및 우리나라의 산업 안전보건법과 IEC기준에 따른 안전전압에 대하여 설명하시오.

110, 119회 전기안전기술사

1. 허용접촉전압과 산출근거

종 류	제 1종	2 종	3 종	4 종
보호 접지저항 $R(\Omega)$	$\frac{2.5}{E-2.5} R_2$	$\frac{25}{E-25} R_2$	$\frac{50}{E-50} R_2$	≤ 100
허용 접촉전압 (V)	2.5 이하	25 이하	50 이하	제한없음

2. 안전전압

1) 산업안전보건법 : 30V 이하

(감전재해 예방을 위한 기술상의 지침)

2) IEC 기준 : 42V 이하

3) 국가별 안전전압

국가명	안전전압(V)	국가명	안전전압(V)
한국	30	프랑스	AC(24), DC(50)
체코	20	네덜란드	50
독일	24	일본	24~30
영국	24	오스트리아	60(1.5초)

4-5. 공사 감리 업무 중 전력시설물의 공사 완료단계에서의 다음 사항에 대하여 설명하시오.

1) 시설물 인수·인계 2) 준공 후 현장문서 인수·인계 3) 유지관리 및 하자정비

119회 전기안전기술사

1. 관련근거 : 전력시설물 공사감리업무 수행지침

2. 시설물 인수, 인계 관련하여 감리업무

1) 63조(시설물 인수·인계)

1. 일반사항(공사개요 등)
2. 운영지침서(필요한 경우)
3. 시운전 결과 보고서(시운전 실적이 있는 경우)
4. 예비 준공검사결과
5. 특기사항

2) 제64조(현장문서 인수·인계)

- 1. 준공사진첩**
- 2. 준공도면**
- 3. 품질시험 및 검사성과 총괄표**
- 4. 기자재 구매서류**
- 5. 시설물 인수·인계서**
- 6. 그 밖에 발주자가 필요하다고 인정하는 서류**

3) 제65조(유지관리 및 하자보수)

- 1. 시설물의 규격 및 기능설명서**
- 2. 시설물 유지관리기구에 대한 의견서**
- 3. 시설물 유지관리방법**
- 4. 특기사항**

4-6. KS C IEC 60364 직류배전계통 접지방식에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 접지방식의 종류와 특징**
- 2) 부하특성에 따른 접지방식 적용 장소**

1. 관련근거

KE C IEC 60364

전기설비기술기준의 판단기준 제289조

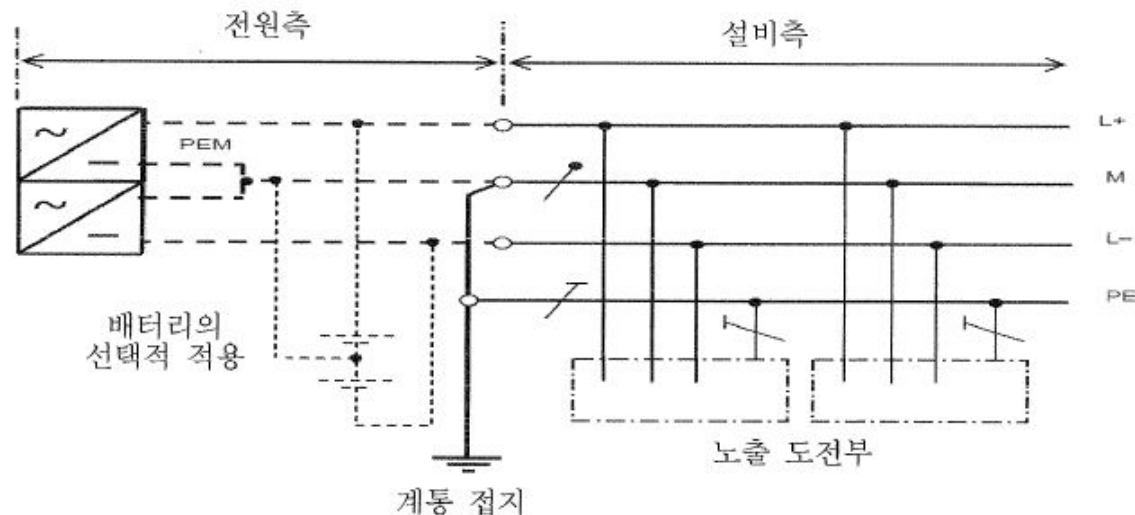
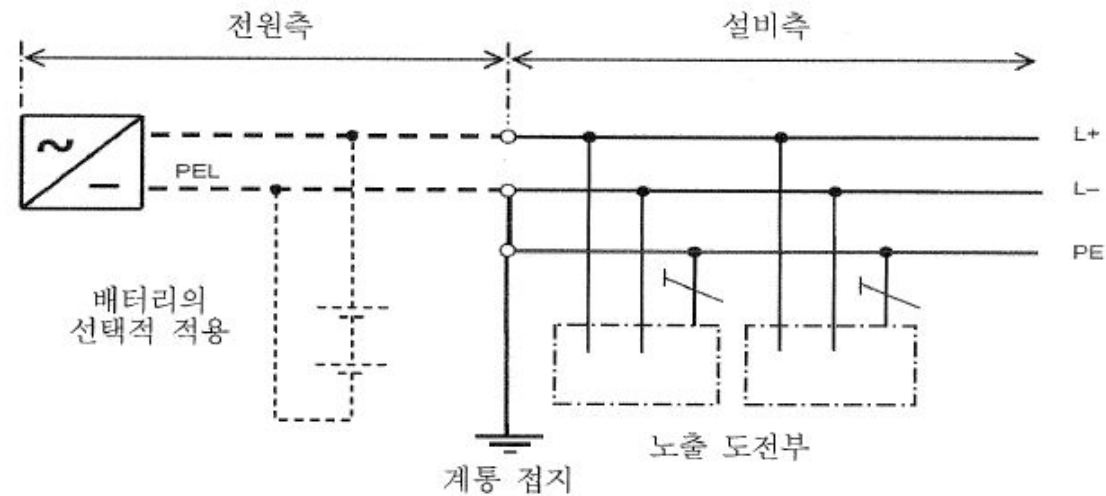
한국전기설비규정(KEC) 243 (2021년 예정)

내선 규정 제5부 저압전기설비의 시설

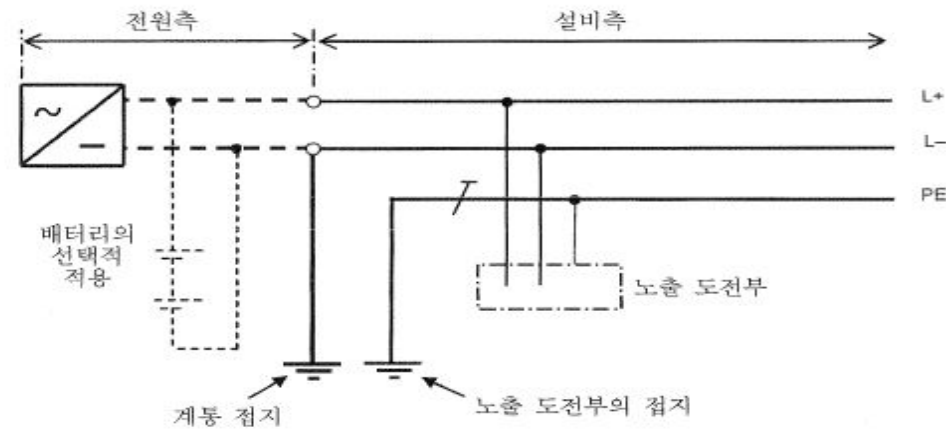
KOSHA GUIDE

1. 접지 방식의 종류와 특징

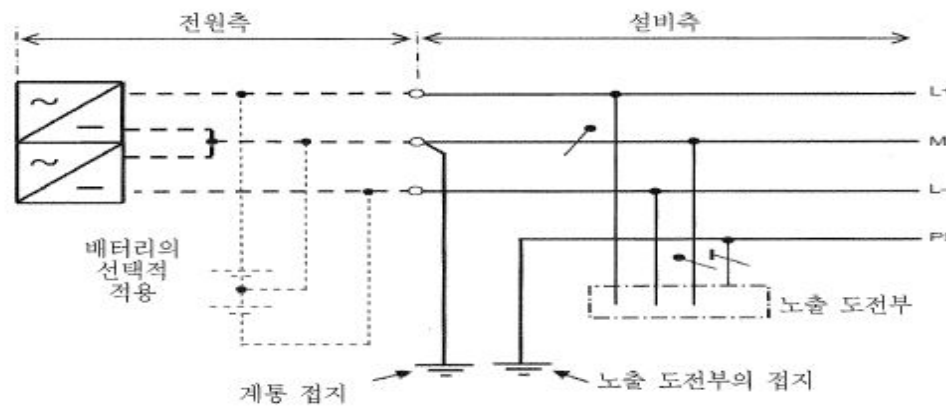
1) TN-S 방식



2) TT 방식

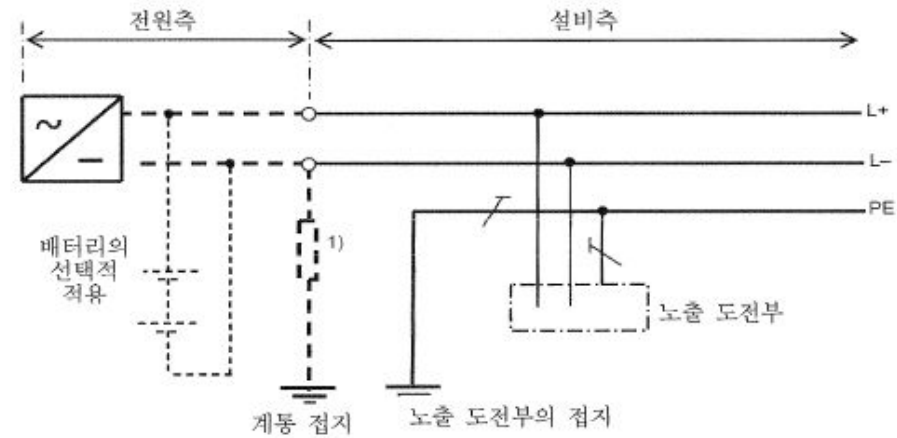


계통 (1)

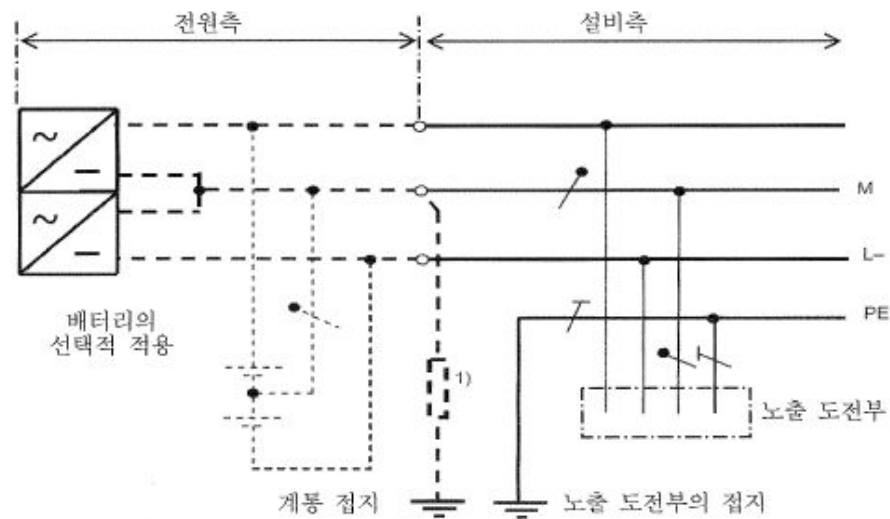


계통 (2)

2) IT 방식



1) 이 계통은 충분히 높은 임피던스를 통해 접지와 연결된다.
계통 (1)



1) 이 계통은 충분히 높은 임피던스를 통해 접지와 연결된다.
계통 (2)

3. 부하특성에 따른 접지방식의 적용 장소

1) 전기설비기술기준의 판단기준 제289조

2) 적용장소

- ① 저압 옥내직류 전기설비는 전로보호장치의 확실한 동작의 확보, 이상전압 및 대지전압의 억제를 위하여 직류 2선식의 임의의 한 점 또는 변환장치의 직류측 중간점, 태양전지의 중간점 등을 접지한다
- ② 접지공사는 제21조, 제22조, 제22조의2 및 제27조제2항을 준용하여 접지하여야 한다.
- ③ 직류전기설비의 접지시설을 양(+)도체를 접지하는 경우는 감전에 대한 보호를 하여야 한다.
- ④ 직류전기설비의 접지시설을 음(-)도체를 접지하는 경우는 제293조에 준용하여 전기부식방지를 하여야 한다.

- ⑤ 직류접지계통은 교류접지계통과 같은 방법으로 금속제 외함, 교류 접지선 등과 본딩하여야 하며 교류접지가 피뢰설비, 통신접지 등과 통합접지되어 있는 경우는 제18조제7항에 따라 시설하여야 한다.

3) 적용 예외장소

- ① 사용전압이 60 V 이하인 경우
- ② 접지검출기를 설치하고 특정구역내의 산업용 기계기구에만 공급하는 경우
- ③ 제23조의 규정에 적합한 교류계통으로부터 공급을 받는 정류기에서 인출되는 직류계통
- ④ 최대전류 30 mA 이하의 직류화재경보회로
- ⑤ 절연감시장치 또는 절연고장점검출장치를 설치하여 관리자가 확인할 수 있도록 경보장치를 시설하는 경우

감사합니다



면접 준비 하러 갑시다!