≫모아는 Challenge다≪

전기분야의 Legend, 모아소방전기학원

제 129회 전기안전기술사

[문제풀이집]

교수: 오부영 기술사

Legend 모아소방전기학원의 자랑!

모아소방전기학원 2012~2023년

전체수강생의 1/7을 합격시킨, 진정한 Legend!

"실제 수강생 대비 합격률 대한민국 1위"
강의만족도 90%, 강의 평균 재수강률 80%
"8년간의 검증"모방이 불가능한 커리큘럼"
열정적으로 2023 년을 시작합니다.

Legend 모아소방전기학원의 최강의 강사진!

황모아 원장 "건축전기 기본반과 연구반"
김영민 교수 "섬세한 발송배전 기본튼튼 강의"
오부영 교수 "최단기 합격비법 전기안전 · 전기응용반, 전기안전연구반 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

2023년 대비 전기분야 기술사 개강일정

전기안전 기술사 : 오 부 영 교수

CLASS	개강일정	요일	시간	강의수	교 재
마무리 토론과 모의고사 SBR 연구반	2023년 2월 11일 ~ 4월 15일	토	오전 10시~오후 2시	10강(40h)	모아전기안전기술사1,2권+보충자료
이론+쓸 수 있는 공부 정규반	2023년 2월 11일 ~ 4월 15일	토	오후 3시~오후 8시	10강(40h)	모아전기안전기술사 1권

발송배전기술사 : 김 영 민 교수

CLASS	개강일정	요일	시간	강의수	교 재
완벽한 이해 (김영민 교수) 기초.심화반	2023년 2월 18일 ~ 7월 15일	토	오후 3시 ~ 오후 8시	18강(90h)	345테마 발송배전기술사 (발전,송전,변전배전계통공학)
Mind Map 학습법 (김영민 교수) 합격반	2023년 2월 18일 ~ 7월 15일	토	오전9시30분 ~ 오후2시30분	18강(90h)	345테마 발송배전기술사 (발전,송전,변전배전계통공학)



충분한 공부시간 확 보!!

건축전기기술사	전기안전기술사	발송배전기술사
기본반(55H)	정규반(40H)	기본.심화반(90H)
심화반(55H)	연구반(스터디그룹)(40H)	합격반(90H)

수강료(내일배움카드 사용 가능)		방문접수 (내일배움카드,신분증 지참-필수)
건축전기기술사	SGN 기본반 (홍성철 교수)	자비부담금 320,000 원 / 일반 550,000 원
	SGN 연구반 (홍성철 교수)	
전기안전기술사	정규반 (오부영 교수)	자비부담금 302,820 원 / 일반 500,160 원
	연구반 (오부영 교수)	일반 600,000 원
발송배전기술사	심화반,합격반 (김영민 교수)	자비부담금 836,350 원 / 일반 1,280,360 원

*강의일정과 수강료는 학원 사정에 의해 조정될 수 있습니다.

합격은 모아! 전기는 모아! 전기분야 기술사로 향하는 지름길! 대한민국 전기분야기술사 *Legend of Moa*

모아소방전기학원 상 담:02-2068-2851 www.moate.co.kr

모아AI직업전문학교 상 담:02-2068-2854 www.ai.moafactory.net

동영상 전문 모아바 상 담:02-2068-2852 www.moa-ba.com

제129회 전기안전기술사 1차 시험 해설 (2023년02월04일)

[제1교시]

1. 산업재해 발생 시 단계별 조치내용을 설명하시오.
2. 전력품질에서 고조파와 전자파를 비교하여 설명하시오.
3. 접지전극의 과도특성을 설명하시오.
4. 내화전선과 내열전선에 대하여 설명하시오.
5. 폭발위험장소에서 방폭 전기설비 보수 시 유의사항에 대하여 설명하시오.
6. 전원설비 보호시스템을 설명하시오
   1) 주보호와 후비보호 2) 한시차 보호 3) 구간보호
7. 저압 전기설비(KS C IEC 60364)에서 규정하는 다음 용어를 설명하시오.
   1) 케이블트렁킹시스템(Cable Trunking System)
   2) 케이블래더(Cable Ladder)
   3) 케이블브래킷(Cable Bracket)
   4) 전기설비(Electrical Equipment)
   5) 전기사용설비(Current Using Equipment)
8. 전위강하법 접지저항 측정원리와 공통.통합(Mesh)접지 접지저항 측정방법에 대하여 설명하시오.
9. 한국전기설비규정(KEC)에서 정하는 누전차단기 시설기준에 대하여 설명하시오.
10. 전기사업법의 전기사업자가 유지하여야 하는 전기의 품질기준과 전압 및 주파수 측정에 대하여 설명하시오.
11. 전기화재 예방을 위한 합성수지관 공사의 적용 범위를 설명하시오.
12. 중대재해 처벌 등에 관한 법률의 목적과 중대재해에 대하여 설명하시오.
13. 특.고압전기설비에서 사용되는 전력퓨즈의 장점과 단점을 설명하시오.

모아소방전기학원

[2교시]

1. 전력시설물 공사감리업무 수행지침에서 다음을 설명하시오.
   1) 공사감리
   2) 책임감리원, 비상주감리원 및 지원업무담당자
   3) 착공신고서 검토항목
   4) 감리원의 검사업무 절차
   5) 감리원의 공사중지 명령
2. 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 사전조사 및 작업계획서를 작성해야 하는 13가지 대상 작업과 전기 작업에서의 작업계획서의 내용을 설명하시오.
3. 재해손실비용에서 다음 항목을 설명하시오.
   1) 하인리히(Heinrich) 방식
   2) 시몬즈(Simonds) 방식
4. 저압 전기설비(KS C IEC 60364)에서 정하는 특별저저압(ELV)의 종류와 감전보호 방법에 대하여 설명하시오.
5. 배전설비 간선에서 고조파전류의 발생원인과 영향 및 대책에 대하여 설명하시오.
6. 반도체 제조공정에서 정전기 발생원인과 대책을 설명하시오.

모아소방전기학원

[제3교시]

1. 공정안전보고서(PSM)의 제출대상 및 내용에 대하여 설명하시오.
2. 충전전로에서의 전기 작업과 충전전로 인근에서의 차량.기계장치 작업 시 사업주가 조치하여야 할 사항을 설명하시오.
3. 전기자동차 충전케이블 및 부속품 시설과 충전장치 등의 방호장치 시설에 대하여 설명하시오.
4. 전력시설물공사에서 공종별 중점 감리사항으로 수.변전설비공사 시공 전 검토사항과 변전실의 건축적, 환경적, 전기적 고려사항을 설명하시오.
5. 한국전기설비규정(KEC)에서 정하는 저압배선의 과전류 보호협조 방법을 설명하시오.
6. 감전보호용 등전위본딩에 대하여 설명하시오.

[제4교시]

1. 사업장 위험성 평가에서 다음 항목을 설명하시오.
   1) 위험성평가 절차
   2) 근로자 참여
   3) 유해.위험요인 파악
   4) 위험성 감소대책 수립 및 실행
2. 한국전기설비규정(KEC)에서 정하는 안전을 위한 보호에 대하여 설명하시오.
3. 산업안전보건기준에 관한 규칙에 따른 사업주의 전기 작업 위험방지 조치에 대하여 설명하시오.
   1) 유자격자의 대상
   2) 전로차단절차
   3) 전로를 차단하지 못하는 경우
   4) 정전작업 완료 후 준수사항
4. 산업현장에서 발생하는 정전기에 대하여 다음 항목을 설명하시오.
   1) 정전기 발생형태
   2) 정전기 방전종류
   3) 정전기 재해종류
   4) 정전기 방지대책
5. 화재의 확산을 최소화하는데 필요한 배선설비의 시설요건을 설명하시오.
   1) 배선설비의 성능향상
   2) 관통부 배선설비의 시설 및 내화 밀폐재료
6. 고압 차단기의 종류와 소호원리 및 특징에 대하여 설명하시오.

모아소방전기학원

제1교시 문제풀이

1-1. 산업재해 발생 시 단계별 조치내용을 설명하시오.

답) 출처 : 모아 전기안전기술사

1. 정의

재해 발생 시 초동조치 및 응급 행동요령 등 재해발생에 의한 인명피해 방지대책을 강구하고 긴급구출 및 구호활동을 위한 응급 처리방법과 비상 시 행동요령을 숙지

2. 산업재해 발생 시 단계별 조치내용

1) 상황전파 및 작업중지

재해 발생 최초 목격자는 비상경보(전화, 육성, 발신기 작동 등)로 주변 사람들에게 재해 상황전파 및 해당 관리감독자에게 신고

2) 초기대응 및 비상조치

관리감독자 및 안전보건주관부서장은 관련기관에 재해 발생 보고 및 피해 최소화를 위해 필요시 인원 동원 협조 요청

3) 긴급대피

화재 확산 등 초기대응 불가 시, 안전보건총괄책임자는 근로자를 비상대피장소로 긴급 대피 조치

4) 신고(보고) 및 현장보존

중대산업재해 발생 시 즉시 유선 보고 후 지체 없이 발생개요, 피해상황, 조치 등을 보고 및 작업중지 조치된 현장은 추가 피해방지를 위한 안전 및 보건조치, 사고 조사가 완료될 때까지 보존

5) 사고원인 조사 및 예방대책 수립

재해요인으로 파악된 문제점 및 재해원인에 근거하여 구체적이고 실시 가능한 내용으로 물적,인적, 관리적 측면에서 수립

6) 위험사항 개선 및 후속 조치

수시 위험성평가 실시를 통한 위험요인 개선

7) 종결

재발방지를 위해 재해 원인 및 처리결과를 전 근로자에게 교육 또는 게시 등의 방법으로 안내

1-2. 전력품질에서 고조파와 전자파를 비교하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 전기안전기술사

1. 전력품질의 정의

1) 사업장에 공급되는 전력의 상태를 의미하며, 수용가의 전력기기 사용에 이상이 없는 양질의 전력을 고품질전력이라고 한다.

2) 최근에는 고도의 첨단장비를 사용하는 부하들이 급증하여 고품질 전력과 고신뢰도 전력을 많이 필요로 하고 있다. 또한 상대적으로 부하의 특수성(인버터, 전자파 등)으로 인한 전력의 제어로 노이즈・고조파 등이 많이 발생하고 있다.

2. 고조파와 전자파의 특징 비교

항 목	고조파	전자파
주파수	보통 40~50차(3kHz) 이하	전자파(약 10kHz~MHz까지)
환경	선로, 전원 임피던스	공간, 거리, 경로
정량적 파악	이론 계산 가능	불규칙하게 발생, 정량적 파악곤란
발생량	부하용량에 거의 비례	전류변화율에 따른다. (전자기타, 고속스위칭 등)
피해기기 내량	기기마다 정격 표시	기기사양에 따라 다름
대책 예	리액터, 필터 설치 등	차폐, 노이즈 필터 부착

모아소방전기학원

1-3. 접지전극의 과도특성을 설명하시오.

답)

출처 : 건축전기설비 106회

1. 주파수에 따른 접지극 특성

1) 상용주파 영역

단순한 저항으로 해석

2) 고주파 영역

리액턴스의 영향이 크기 때문에 임피던스로 해석

3) 접지 임피던스

(1) 접지 임피던스는 접지극의 형상, 포설방식, 포설면적 등에 따라 달라진다.

(2) 접지 임피던스는 서지의 전류파형 및 대지저항률에 따라 달라진다.

2. 서지 침입 시 접지극의 특성

1) 서지파형의 특성

서지 침입시 대지전위는 수[μs]동안 급격히 증가 후 서서히 감소하고, dv/dt, di/dt가 상승 시에 매우 크다.

2) 서지의 파형이 접지 임피던스에 미치는 영향

정전용량이 큰 경우 순간적인 대전류가 흐른다.

3) 유도성 리액턴스가 큰 경우 역기전력이 커지고 접지극의 임피던스가 매우 커지므로 피뢰침의 인하도선은 금속관에 넣지 않는다.

3. 접지전극의 과도현상에 대한 대책

1) 서지임피던스를 감소시켜서 과도 접지전위 상승을 억제하는 것이 필요

2) 망상접지극 : 유효거리 내 면적이 넓을수록 임피던스가 감소

3) 주접지망의 서지 유입점 근처에 보조접지망 설치

4) 보조 접지망은 주접지망과 같거나 더 굵은 것을 사용하고 보조 접지망은 방사상으로 하는 것이 효과적임

5) 간격은 좁을수록 효과적이며 보조 접지망의 반경은 대지저항률이 클수록 넓게 한다.

대지저항률	100(Ω m)	500(Ω m)	1,000(Ω m)
보조 접지망의 반경	10(m)	20(m)	40(m)

1-4. 내화전선과 내열전선에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 전기안전기술사

1. 특징

1) 화재에 내열성이 있는 전선의 종류는 일반전선, 내화전선, 내열전선, 차폐전선 등이 있다.

2) 일반전선은 감지기에 사용되고 내화전선은 전원계통에 사용되며, 내열전선은 제어용에 사용된다.

2. 전선의 종류

1) 내화전선(FR-8, TFR-8)

⑴ 주로 비상전원, 소방용 동력에 사용하는 내화전선이다.

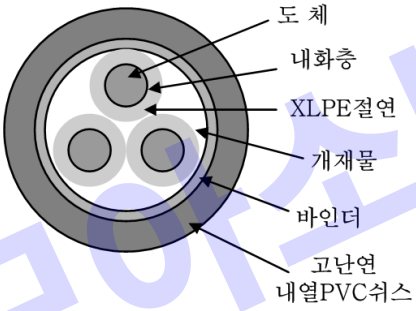
⑵ 전원용으로 일정 이상의 내화성능이 필요하다.

2) 내열전선(FR-3, TFR-3)

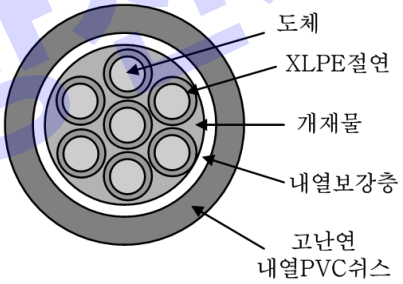
⑴ 주로 약전용, 소방 통신용 전선에 사용한다.

⑵ 통신용으로 일정 이상의 내열성능이 필요하다.

⑶ FR-3와 FR-8의 단면구조



[그림] FR-8



[그림] FR-3

3. 내화전선과 내열전선의 특성

구 분	FR-8	FR-3
구성도체	연동선, 연동연선	연동선, 연동연선
내화층	내화 Tape	-
절연체	XLPE	XLPE
보강층	내화 보강층(Glass Type)	내열 보강층(Glass Type)
연 합	선심소요 가닥수를 원형으로 연합	선심소요 가닥수를 원형으로 연합
Sheath (외장)	난연 PVC	난연 PVC
특 징	750℃ 3시간의 내화특성이 있음	380℃ 15분의 내열특성이 있음
용 도	비상용 전원, 동력 배선에 사용	제어용 배선에 사용

모아소방전기학원

1-5. 폭발위험장소에서 방폭 전기설비 보수 시 유의사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 기타자료

1. 방폭전기설비 보수의 기본원칙

1) 방폭구조상 특이한 면만이 아니고 전기기기의 기능면을 더욱 고려하여 통합적으로 실시함과 동시에 각각의 보수가 설비 전체의 보수관리와 충분히 연계되게 하여야 한다.

2) 점검항목, 보수기준, 보수실시 시기는 방폭전기기기의 종류, 방폭구조의 종류, 배선방법, 환경 등에 따라서 계획적으로 결정하여야 한다.

3) 방폭전기 설비의 보수는 당해 설비에 대하여 필요한 지식과 기능을 가진 자가 실시한다.

2. 방폭 전기설비 보수 시 유의사항

1) 보수 전 준비사항

(1) 보수내용의 명확화

(2) 공구, 재료, 교체부품 등의 준비

(3) 정전 필요성의 유무와 정전범위의 결정 및 확인

(4) 폭발성 가스 등의 존재유무와 비방폭지역으로서의 취급

(5) 작업자의 지식 및 기능

(6) 방폭지역 구분도등 관련서류 및 도면

2) 보수 중

(1) 통전중에 점검작업을 할 경우에는 방폭전기기기의 본체, 단자함, 점검함 등을 열어서는 안된다. 단, 본질안전 방폭구조의 전기설비에 대해서는 제외한다.

(2) 방폭지역에서 보수를 행할 경우에는 공구 등에 의한 충격불꽃을 발생시키지 않도록 실시하여야 한다.

(3) 정비 및 수리를 행할 경우에는 방폭전기기기의 방폭성능에 관계 있는 분해·조립 작업이 동반되므로 대상으로 하는 보수부분뿐만이 아니라 다른 부분에 대해서도 방폭성능이 상실되지 않도록 해야 한다.

3) 보수 후

(1) 방폭전기 설비 전체로서의 방폭성능을 복원시켜야 한다.

(2) 방폭전기 설비의 점검치 조정 기준에서 정해진 해당사항에 적합한지를 확인해야 한다.

1-6. 전원설비 보호시스템을 설명하시오
1) 주보호와 후비보호 2) 한시차 보호 3) 구간보호

답) 출처 : 모아 전기안전기술사

1. 보호계전 설비 기능

1) 정확성 : 고장발생 시 정확히 검출하여 제거하며 오동작을 일으키지 않는다.

2) 신속성 : 고장발생 시 신속히 동작하여 고장 구간을 제거한다.

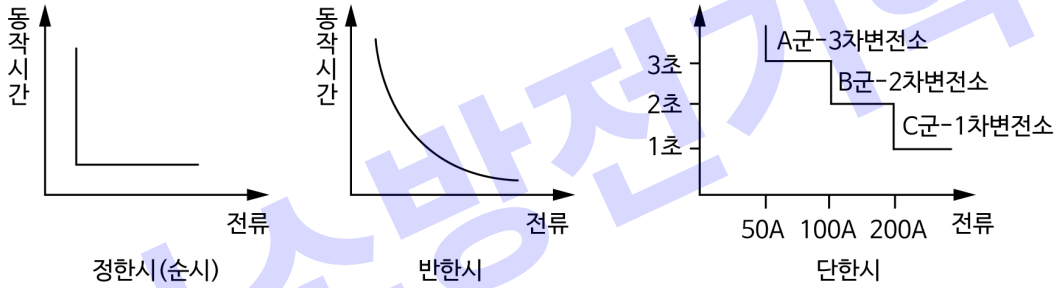
3) 선택성 : 고장발생 회선을 선택하여 제거하는 것 등을 기본 기능으로 한다.

2. 보호계전의 기본동작

1) 정한시 : 입력이 있으면 항상 정해진 시간에 동작

2) 반한시 : 입력량이 클수록 빨리 동작

3) 순시 : 설정된 입력량에서 즉시 고속 동작



[그림] 보호계전기 기본 동작특성

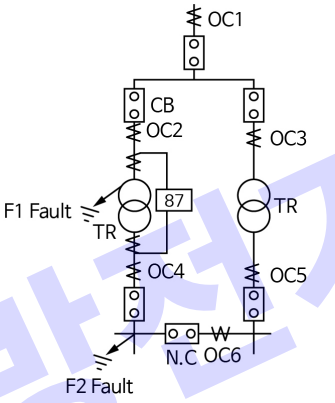
3. 보호방식의 종류

1) 주보호, 후비보호

(1) 보호 시스템을 계통 구분 개소마다 설치하여 사고 발생 시에 사고점 가장 가까운 위치부터 가장 빨리 동작시켜, 이상 부분을 최소한으로 분리하는 것이 주보호 장치이다.

(2) 주보호 장치가 어떤 원인에 의하여 오.부동작 상태에 있을 때 Back-up 동작하는 것이 후비보호 장치이다.

사고점	주보호	후비보호
F1	87	OC2
	OC2	OC1
F2	OC4	OC2
	OC6	OC5



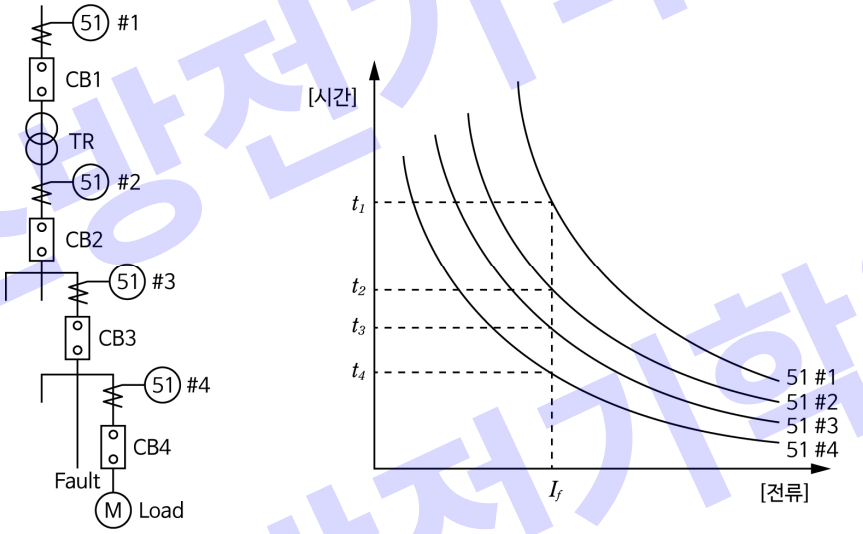
2) 한시차 계전방식

(1) 각 단계별 보호계전기(OCR) 동작시간을 조절하여 주보호와 후비보호가 상호 협조되도록 구성하는 방식을 말한다.

(2) 만일 주보호 차단기인 CB4 작동 실패 시, 후비보호 차단기 CB3이 작동하여 시간차를 두고 후비보호 하는 방식이다.

(3) 각각의 차단기는 일정한 시간 간격(Delay time)을 유지해야 한다.

Delay time = CB동작시간(3~8Cycle) + OCR 관성시간(공칭동작시간 15%) + 여유시간



[그림] 한시차 계전방식

3) 구간 보호방식

(1) 보호구간 양단에 계전기 동작 상태를 서로 전송하는 방식이다.

(2) 가장 확실한 선택성을 얻을 수 있고, 방식으로는 비율차동계전기나 표시선계전기에 의한 송전선 보호가 대표적이다.

모아소방전기학원

1-7. 저압 전기설비(KS C IEC 60364)에서 규정하는 다음 용어를 설명하시오.

1) 케이블트렁킹시스템(Cable Trunking System)
2) 케이블래더(Cable Ladder)
3) 케이블브래킷(Cable Bracket)
4) 전기설비(Electrical Equipment)
5) 전기사용설비(Current Using Equipment)

답)

출처 : KS C IEC 60364

1. 용어의 정의

1) 케이블트렁킹시스템(Cable Trunking System)
건축물에 고정된 본체부와 벗겨내기가 가능한 커버로 이루어진 절연전선, 케이블 또는 코드를 완전히 수용할 수 있는 크기의 것을 말한다.

2) 케이블래더(Cable Ladder)
케이블지지용 자재의 종류로써 길이방향으로 사이드레일에 케이블 지지용 가로대(Rung)를 고정시킨 사다리 모양의 것을 말한다.

3) 케이블브래킷(Cable Bracket)
케이블을 포설하기 위한 수평의 지지재로 한쪽만을 벽 등에 시설한 것으로 케이블의 길이 방향에 균등 간격으로 시설한 것을 말한다.

4) 전기설비(Electrical Equipment)
기계, 변압기, 기구, 계측기, 보호기, 배선용 기기, 발전, 변전, 송전, 배전 또는 전기에너지의 이용을 목적으로 사용되는 모든 설비를 말한다.

5) 전기사용설비(Current Using Equipment)
IEC 규격에서는 전력을 빛, 열, 원동력 등 다른 에너지로 변환하는 목적의 설비를 말한다.

모아소방전기학원

1-8. 전위강하법 접지저항 측정원리와 공통.통합(Mesh)접지 접지저항 측정방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 전기안전기술사, KESCO 검사기준

1. 전위 강하법의 원리

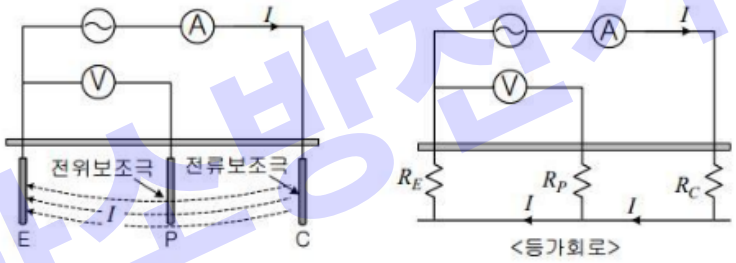
1) 전위강하법은 오옴의 법칙에 따라 접지저항을 측정하는 방법으로 가장 널리 사용되는 접지저항 측정방법이다.

2) 측정대상 접지전극 E에서 일정 거리에 전위보조극 P, 전류보조극 C 일정한 거리에 박고 접지극 E와 전류보조극 C 사이에 전원을 연결하여 대지에 저주파 교류 전류를 흐르게 한다.

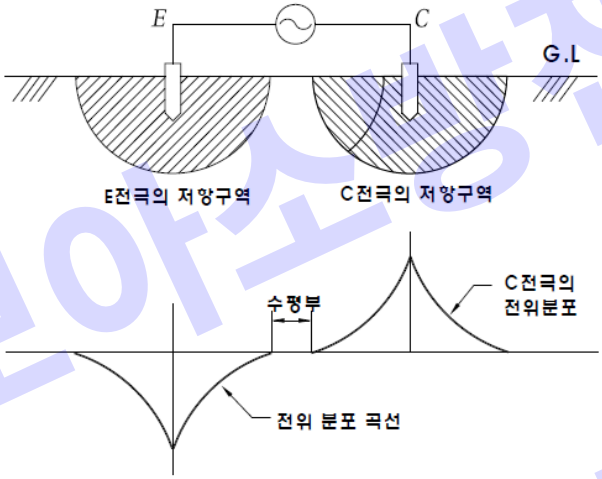
3) 직류는 대지와 화학작용을 일으키고 고주파 교류는 전선에 큰 리액턴스를 일으키므로 교류 저주파 전류를 흘린다 (1[kHz] 이하)

4) 이 때 접지전극 E와 전류보조극 C사이의 전류 I와 접지전극 E와 전위보조극 P 사이의 전위차를 측정하여 접지저항을 산정한다. 접지저항 R = V/I [Ω] 이 된다.

5) 이 방법은 접지극 (E)에서 일정한 거리에 전류보조극(C)을 설치한 후 접지전극(E)와 전류(C) 사이에 전위보조극(P)를 설치하여 접지저항을 측정하는 방법이다.



6) 접지전극 E와 전위보조극 P와의 간격은 접지전극 E와 전류보조극 C와의 간격의 61.8%가 접지저항 측정에 최적의 위치이다.



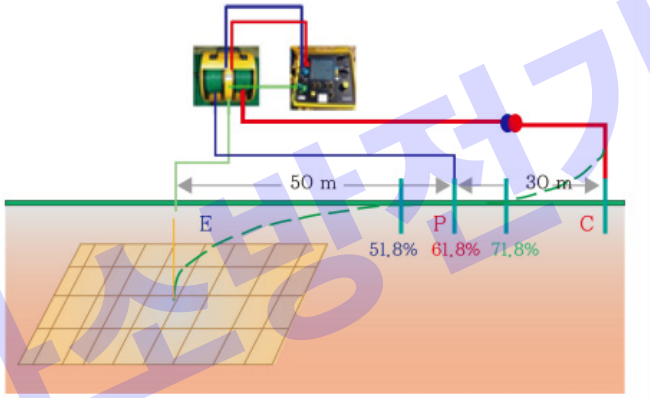
2. Mesh 접지접지저항 측정방법

1) 보조극을 일직선으로 배치하여 측정하는 방법

(1) 보조극은 저항구역이 중첩되지 않도록 접지극 규모의 6.5배를 이격하거나, 접지극과 전류보조극 간 80 m 이상을 이격한다.

(2) P위치는 전위변화가 적은 E, C 간 일직선상 61.8 % 지점에 설치한다.

(3) 접지극의 저항이 참값인가를 확인하기 위해서는 P를 C의 61.8 % 지점, 71.8 % 지점 및 51.8 % 지점에 설치하여 세 측정값을 취한다.



(4) 세 측정값의 오차가 ±5 % 이하이면 세 측정값의 평균을 E의 접지저항 값으로 판정.

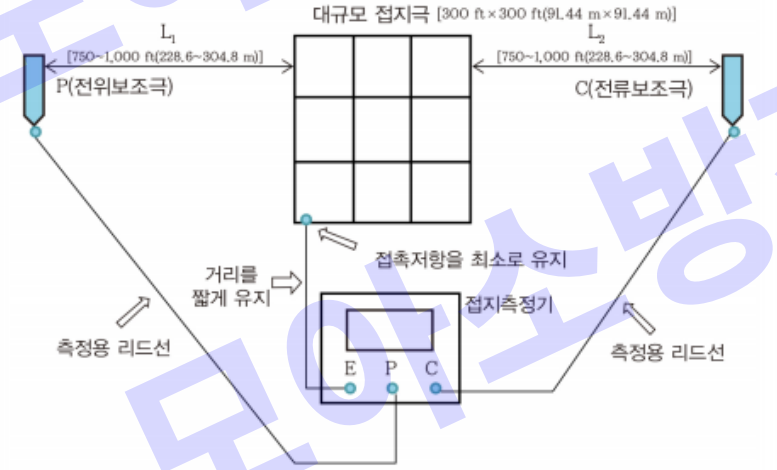
(5) 세 측정값의 오차가 ±5 %를 초과하면 E와 C 간의 거리를 늘려 시험을 반복.

$$R = \frac{R_{51.8\%} + R_{61.8\%} + R_{71.8\%}}{3},\ \text{오차}\ \epsilon = \frac{R_{71.8\%} - R}{R} \times 100 \le 5\%$$

2) 보조극을 90 °~ 180 °배치하여 접지저항을 측정하는 방법

(1) 91.44m × 91.44m(300 ft×300 ft) 규모의 접지극은 보조극과의 이격거리가 228.6m ~ 304.8m(750 ft~1000 ft)로 약 2.5배 이상 되어야 한다.

(2) C와 P를 연결하여 측정한 값과 결선을 반대로 하여 측정한 두 측정값을 취한다.



(3) 측정한 저항값의 차이가 15[%] 이하이면 두 측정값의 평균을 E의 접지저항값으로 판정

$$R = \frac{R_{cp} + R_{pc}}{2},\ \text{오차}\ \epsilon \frac{R_{cp(\text{or}\,pc)} - R}{R} \times 100 \le 15\%$$

1-9. 한국전기설비규정(KEC)에서 정하는 누전차단기 시설기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 한국전기설비규정

관련규정 : KEC 211.2.4

1. 누전차단기 시설 기준

1) 시설 대상

⑴ 금속제 외함을 가지는 사용전압이 50 V를 초과하는 저압의 기계기구로서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 시설하는 것에 전기를 공급하는 전로.

⑵ 주택의 인입구 등 이 규정에서 누전차단기 설치를 요구하는 전로

⑶ 특고압전로, 고압전로 또는 저압전로와 변압기에 의하여 결합되는 사용전압 400 V 초과의 저압전로 또는 발전기에서 공급하는 사용전압 400 V 초과의 저압전로(발전소 및 변전소와 이에 준하는 곳에 있는 부분의 전로를 제외).

2) 설치 제외 대상

⑴ 기계기구를 발전소·변전소·개폐소 또는 이에 준하는 곳에 시설하는 경우

⑵ 기계기구를 건조한 곳에 시설하는 경우

⑶ 대지전압이 150 V 이하인 기계기구를 물기가 있는 곳 이외의 곳에 시설하는 경우

⑷ 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」의 적용을 받는 이중절연구조의 기계기구를 시설하는 경우

⑸ 그 전로의 전원측에 절연변압기(2차 전압이 300 V 이하인 경우에 한한다)를 시설하고 또한 그 절연 변압기의 부하측의 전로에 접지하지 아니하는 경우

⑹ 기계기구가 고무·합성수지 기타 절연물로 피복된 경우

⑺ 기계기구가 유도전동기의 2차측 전로에 접속되는 것일 경우

⑻ 기계기구가 131의 8에 규정하는 것일 경우

⑼ 기계기구내에 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」의 적용을 받는 누전차단기를 설치하고 또한 기계기구의 전원 연결선이 손상을 받을 우려가 없도록 시설하는 경우

2. 자동복구 기능을 갖는 누전차단기를 시설 대상

1) 독립된 무인 통신중계소 · 기지국

2) 관련법령에 의해 일반인의 출입을 금지 또는 제한하는 곳

3) 옥외의 장소에 무인으로 운전하는 통신중계기 또는 단위기기 전용회로. 단, 일반인이 특정한 목적을 위해 지체하는(머물러 있는) 장소로서 버스정류장, 횡단보도 등에는 시설할 수 없다.

3. 기타

1) 저압용 비상용 조명장치·비상용승강기·유도등·철도용 신호장치, 비접지 저압전로, 322.5의 6에 의한 전로, 기타 그 정지가 공공의 안전 확보에 지장을 줄 우려가 있는 기계기구에 전기를 공급하는 전로의 경우, 그 전로에서 지락이 생겼을 때에 이를 기술원 감시소에 경보하는 장치를 설치한 때에는 제1에서 규정하는 장치를 시설하지 않을 수 있다.

2) IEC 표준을 도입한 누전차단기를 저압전로에 사용하는 경우 일반인이 접촉할 우려가 있는 장소(세대 내 분전반 및 이와 유사한 장소)에는 주택용 누전차단기를 시설하여야 한다.

모아소방전기학원

1-10. 전기사업법의 전기사업자가 유지하여야 하는 전기의 품질기준과 전압 및 주파수 측정에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 전기사업법 및 동법 시행령

1. 전기의 품질기준

1) 관련규정

전기사업법 시행규칙 제18조(별표3)

2) 표준전압 허용오차

표준전압	허용오차
110볼트	110볼트의 상하로 6볼트 이내
220볼트	220볼트의 상하로 13볼트 이내
380볼트	380볼트의 상하로 38볼트 이내

3) 표준주파수 및 허용오차

표준주파수	허용오차
60헤르츠	60헤르츠 상하로 0.2헤르츠 이내

2. 전압 및 주파수 측정

1) 관련규정

전기사업법 시행규칙 제19조

2) 측정 항목

매년 1회 이상 측정하여야 하며 측정 결과를 3년간 보존

⑴ 발전사업자 및 송전사업자의 경우에는 전압 및 주파수

⑵ 배전사업자 및 전기판매사업자의 경우에는 전압

⑶ 한국전력거래소의 경우에는 주파수

모아소방전기학원

1-11. 전기화재 예방을 위한 합성수지관 공사의 적용 범위를 설명하시오.

답)

출처 : 한국전기설비규정, 기타자료

1. 합성수지관 공사 적용 범위

1) 옥내

⑴ 노출장소

① 건조한 장소 혹은 습기(물기)가 많은 장소

⑵ 은폐장소

① 직접콘크리트에 매입

② 옥내 전개된 장소에 시설하는 경우 외에는 불연성마감재 내부, 전용의 불연성 관 또는 덕트에 넣어 시설

2) 옥측 및 옥외장소

⑴ CD관 시설 불가

2. 합성수지관 공사 시설 기준

1) 전선은 절연전선(옥외용 비닐절연전선을 제외한다)일 것

2) 전선은 연선일 것. (다만, 짧고 가는 합성수지관에 넣은 것과 단면적 10 ㎟(알루미늄선은 단면적 16 ㎟) 이하인 것은 제외)

3) 전선은 합성수지관 안에서 접속점이 없도록 할 것

4) 중량물의 압력 또는 현저한 기계적 충격을 받을 우려가 없도록 시설할 것

5) 이중천장(반자 속 포함) 내에는 시설금지

모아소방전기학원

1-12. 중대재해 처벌 등에 관한 법률의 목적과 중대재해에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 중대재해 처벌 등에 관한 법률

1. 목적(제1조)

1) 사업 또는 사업장, 공중이용시설 및 공중교통수단을 운영하거나 인체에 해로운 원료나 제조물을 취급하면서 안전·보건 조치의무를 위반하여 인명피해를 발생하게 한 사업주, 경영책임자, 공무원 및 법인의 처벌 등을 규정

2) 중대재해를 예방하고 시민과 종사자의 생명과 신체를 보호함을 목적으로 함.

2. 중대재해(제2조)

1) 중대산업재해
   ⑴ 사망자가 1명 이상 발생
   ⑵ 동일한 사고로 6개월 이상 치료가 필요한 부상자가 2명 이상 발생
   ⑶ 동일한 유해요인으로 급성중독 등 대통령령으로 정하는 직업성 질병자가 1년 이내에 3명 이상 발생

2) 중대시민재해
   ⑴ 사망자가 1명 이상 발생
   ⑵ 동일한 사고로 2개월 이상 치료가 필요한 부상자가 10명 이상 발생
   ⑶ 동일한 원인으로 3개월 이상 치료가 필요한 질병자가 10명 이상 발생

모아소방전기학원

1-13. 특.고압전기설비에서 사용되는 전력퓨즈의 장점과 단점을 설명하시오.

답)

출처 : 모아 전기안전기술사

1. 퓨즈의 특성

1) 한류특성

⑴ 한류형 퓨즈(전압 "0"점에서 차단한다.)

높은 아크저항을 발생하여 사고전류를 강제적으로 한류차단하는 퓨즈를 한류형 전력퓨즈라 하고 현재 밀폐퓨즈통 안에 엘레멘트와 규소 등 소호제를 충전한 규소퓨즈로 대표되고 있다.

⑵ 비한류형 퓨즈(전류 "0"점에서 차단한다.)

소호가스를 뿜어대어 전류 0점인 극간이 절연내력을 재기전압 이상으로 높여서 차단하는 퓨즈를 비한류형 전력퓨즈라 하고 붕산 혹은 파이바에서의 발생가스를 이용하는 퓨즈가 실용되고 있다.

2) 퓨즈 선정 시 고려사항

⑴ 정격 전압 선정

전 원	퓨즈 개수	Vn : 퓨즈 정격 전압, V : 회로, 선간전압
3ø	3	$V_n > V \times (1.2/1.1)$
1ø	2	

⑵ 차단 용량 선정

① 회로의 단락전류

- 회로의 단락전류 충분히 차단할 것
- 대칭 단락 전류는 전원측과 케이블 치수용량과 관계가 있다.

② 소요차단용량 (일반적 40kA)

- 회로의 대칭 단락용량을 구하여 그 이상 값의 퓨즈를 선정한다.

③ 정격 전류 선정

- 일반적 선정기준 : 상시통전 전류의 안전통전 타 기기 회로와 보호협조
- 용단특성 전동기, 진상용 콘덴서 선정기준 등

④ 최소 차단 전류

- 광역퓨즈 : 소전류에서 장시간까지 차단
- 후비 보호퓨즈 : 최소 차단부터 전 전류까지의 차단

2. 전력퓨즈의 장점과 단점

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

제2교시 문제풀이

2-1. 전력시설물 공사감리업무 수행지침에서 다음을 설명하시오.
1) 공사감리
2) 책임감리원, 비상주감리원 및 지원업무담당자
3) 착공신고서 검토항목
4) 감리원의 검사업무 절차
5) 감리원의 공사중지 명령

답) 출처 : 전력시설물 공사감리업무 수행지침

1. 공사감리

공사에 대하여 발주자의 위탁을 받은 감리업자가 설계도서, 그 밖의 관계 서류의 내용대로 시공되는지 여부를 확인하고, 품질관리·공사관리 및 안전관리 등에 대한 기술지도를 하며, 관계 법령에 따라 발주자의 권한을 대행하는 것

2. 책임감리원, 비상주감리원, 지원업무담당자(제3,5,6조)

1) 책임감리원

감리업자를 대표하여 현장에 상주하면서 해당 공사 전반에 관하여 책임감리 등의 업무를 총괄하는 사람

2) 비상주감리원

감리업체에 근무하면서 상주감리원의 업무를 기술적·행정적으로 지원하는 사람

⑴ 설계도서 등의 검토

⑵ 상주감리원이 수행하지 못하는 현장 조사분석 및 시공상의 문제점에 대한 기술검토와 민원사항에 대한 현지조사 및 해결방안 검토

⑶ 중요한 설계변경에 대한 기술검토

⑷ 설계변경 및 계약금액 조정의 심사

⑸ 기성 및 준공검사

⑹ 정기적(분기 또는 월별)으로 현장 시공상태를 종합적으로 점검·확인·평가하고 기술지도

⑺ 공사와 관련하여 발주자(지원업무수행자 포함)가 요구한 기술적 사항 등에 대한 검토

⑻ 그 밖에 감리업무 추진에 필요한 기술지원 업무

3) 지원업무담당자

감리업무 수행에 따른 업무 연락 및 문제점 파악, 민원해결, 용지보상 지원 그 밖에 필요한 업무를 수행하게 하기 위하여 발주자가 지정한 발주자의 소속 직원

⑴ 입찰참가자격심사(PQ) 기준 작성 (필요한 경우)

⑵ 감리업무 수행계획서, 감리원 배치계획서 검토

⑶ 보상 담당부서에서 수행하는 통상적인 보상업무 외에 감리원 및 공사업자와 협조하여 용지측량, 기공(起工)승락, 지장물 이설 확인 등의 용지보상 지원업무 수행

⑷ 감리원에 대한 지도·점검(근태상황 등)

⑸ 감리원이 수행할 수 없는 공사와 관련한 각종 관·민원업무 및 인·허가 업무를 해결하고, 특히 지역성 민원해결을 위한 합동조사, 공청회 개최 등 추진

⑹ 설계변경, 공기연장 등 주요사항 발생시 발주자로부터 검토, 지시가 있을 경우, 현지 확인 및 검토・보고

⑺ 공사관계자회의 등에 참석, 발주자의 지시사항 전달 및 감리·공사수행상 문제점 파악·보고

⑻ 필요시 기성검사 및 각종검사 입회

⑼ 준공검사 입회

⑽ 준공도서 등의 인수

⑾ 하자발생시 현지조사 및 사후조치

3. 착공신고서 검토항목(제11조)

1) 계약내용의 확인

⑴ 공사기간(착공~준공)

⑵ 공사비 지급조건 및 방법(선급금, 기성부분 지급, 준공금 등)

⑶ 그 밖에 공사계약문서에 정한 사항

2) 현장기술자의 적격여부

⑴ 시공관리책임자 :「전기공사업법」제17조

⑵ 안전관리자 :「산업안전보건법」제15조

3) 공사 예정공정표 : 작업 간 선행·동시 및 완료 등 공사 전·후 간의 연관성이 명시되어 작성되고, 예정 공정률이 적정하게 작성되었는지 확인

4) 품질관리계획 : 공사 예정공정표에 따라 공사용 자재의 투입시기와 시험방법, 빈도 등이 적정하게 반영되었는지 확인

5) 공사 시작 전 사진 : 전경이 잘 나타나도록 촬영되었는지 확인

6) 안전관리계획 : 산업안전보건법령에 따른 해당 규정 반영여부

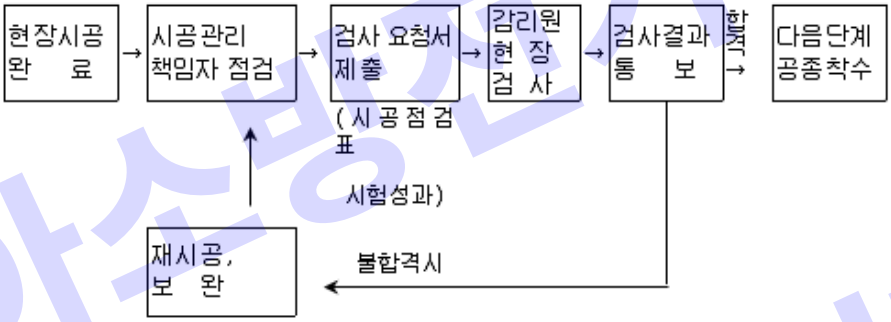
7) 작업인원 및 장비투입 계획 : 공사의 규모 및 성격, 특성에 맞는 장비형식이나 수량의 적정여부 등

4. 감리원의 검사업무 절차(제34조)

1) 검사 체크리스트에 따른 검사는 1차적으로 시공관리책임자가 검사하여 합격된 것을 확인한 후 그 확인한 검사 체크리스트를 첨부하여 검사 요청서를 감리원에게 제출하면 감리원은 1차 점검내용을 검토한 후, 현장 확인 검사를 실시하고 검사결과 통보서를 시공관리책임자에게 통보한다.

2) 검사결과 불합격인 경우에는 그 불합격된 내용을 공사업자가 명확히 이해할 수 있도록 상세하게 불합격 내용을 첨부하여 통보하고, 보완시공 후 재검사를 받도록 조치한 후 감리일지와 감리보고서에 반드시 기록하고 공사업자가 재검사를 요청할 때에는 잘못 시공한 시공기술자의 서명을 받아 그 명단을 첨부하도록 하여야 한다.

3) 검사 절차



5. 감리원의 공사중지 명령(제41조)

1) 감리원은 공사업자가 공사의 설계도서, 설계설명서 그 밖에 관계 서류의 내용과 적합하지 아니하게 시공하는 경우에는 재시공 또는 공사 중지명령이나 그 밖에 필요한 조치를 할 수 있다.

2) 감리원으로부터 재시공 또는 공사 중지명령 그 밖에 필요한 조치에 대한 지시를 받은 공사업자는 특별한 사유가 없으면 이에 응하여야 한다.

3) 감리원이 공사업자에게 재시공 또는 공사 중지명령 그 밖에 필요한 조치를 취한 때에는 발주자에게 보고하여야 한다. 다만, 경미한 시정사항 및 재시공은 보고를 생략할 수 있다.

4) 발주자는 감리원으로부터 제3항에 따른 재시공 또는 공사 중지명령 그 밖에 필요한 조치에 관한 보고를 받은 때에는 이를 검토한 후 시정여부의 확인, 공사 재개지시 등 필요한 조치를 하여야 한다.

5) 감리원은 1)에 따른 재시공 또는 공사 중지명령을 하였을 경우에는 발주자가 공사 중지 사유가 해소되었다고 판단되어 공사 재개를 지시할 때에는 특별한 사유가 없으면 이에 응하여야 한다.

6) 발주자는 1)에 따른 감리원의 공사 중지명령 등의 조치를 이유로 감리원 등의 변경, 현장상주의 거부, 감리대가 지급의 거부·지체 등 감리원에게 불이익한 처분을 하여서는 아니 된다.

7) 공사중지 및 재시공 지시 등의 적용한계

⑴ 재시공 : 시공된 공사가 품질확보 미흡 또는 위해를 발생시킬 우려가 있다고 판단되거나, 감리원의 확인·검사에 대한 승인을 받지 아니하고 후속 공정을 진행한 경우와 관계 규정에 맞지 아니하게 시공한 경우

⑵ 공사중지: 시공된 공사가 품질확보 미흡 또는 중대한 위해를 발생시킬 우려가 있다고 판단되거나, 안전상 중대한 위험이 발견된 경우에는 공사중지를 지시할 수 있으며 공사중지는 부분중지와 전면중지로 구분한다.

① 부분중지

- 재시공 지시가 이행되지 않는 상태에서는 다음 단계의 공정이 진행됨으로써 하자발생이 될 수 있다고 판단될 때
- 안전시공상 중대한 위험이 예상되어 물적, 인적 중대한 피해가 예견될 때
- 동일 공정에 있어 3회 이상 시정지시가 이행되지 않을 때
- 동일 공정에 있어 2회 이상 경고가 있었음에도 이행되지 않을 때

② 전면중지

- 공사업자가 고의로 공사의 추진을 지연시키거나, 공사의 부실 발생우려가 짙은 상황에서 적절한 조치를 취하지 않은 채 공사를 계속 진행하는 경우
- 부분중지가 이행되지 않음으로써 전체공정에 영향을 끼칠 것으로 판단될 때
- 지진·해일·폭풍 등 불가항력적인 사태가 발생하여 시공을 계속할 수 없다고 판단될 때
- 천재지변 등으로 발주자의 지시가 있을 때

8) 감리원은 공사업자가 재시공, 공사 중지명령 등에 대한 필요한 조치를 이행하지 아니한 때에는 법 제13조에 따라 공사업자에 대한 제재조치를 취하도록 발주자에게 요구하여야 한다.

모아소방전기학원

2-2. 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 사전조사 및 작업계획서를 작성해야 하는 13가지 대상 작업과 전기 작업에서의 작업계획서의 내용을 설명하시오.

답) 출처 : 모아 전기안전기술사, 산업안전보건기준에 관한 규칙

1. 사전조사 및 작업계획서의 작성 (제38조)

1) 위험방지 위한 사전조사 및 작업계획서 작성 대상

⑴ 타워크레인을 설치·조립·해체하는 작업

⑵ 차량계 하역운반기계 등을 사용하는 작업(화물자동차의 도로상의 주행작업 제외)

⑶ 차량계 건설기계를 사용하는 작업

⑷ 화학설비와 그 부속설비를 사용하는 작업

⑸ 전기작업(전압 50 V 초과 또는 전기용량 250 VA 초과 경우만)

⑹ 굴착면의 높이가 2 m 이상이 되는 지반의 굴착작업

⑺ 터널굴착작업

⑻ 교량(상부구조가 금속 또는 콘크리트로 구성되는 교량으로서 그 높이가 5미터 이상이거나 교량의 최대 지간 길이가 30미터 이상인 교량으로 한정한다)의 설치·해체 또는 변경 작업

⑼ 채석작업

⑽ 건물 등의 해체작업

⑾ 중량물의 취급작업

⑿ 궤도나 그 밖의 관련 설비의 보수·점검작업

⒀ 열차의 교환·연결 또는 분리 작업(이하 “입환작업”이라 한다.)

2) 근로자에게 고시

⑴ 작성한 작업계획서의 내용을 해당 근로자에게 알려야 한다.

⑵ 항타기나 항발기를 조립·해체·변경 또는 이동하는 작업을 하는 경우 그 작업방법과 절차를 정하여 근로자에게 주지시켜야 한다.

2. 전기작업에서의 작업계획서 내용(별표4)

작업명	작업계획서 내용
전기작업	1. 전기작업의 목적 및 내용 2. 전기작업 근로자의 자격 및 적정 인원 3. 작업 범위, 작업책임자 임명, 전격·아크 섬광·아크 폭발 등 전기 위험 요인 파악, 접근 한계거리, 활선접근 경보장치 휴대 등 작업시작 전에 필요한 사항 4. 전로차단에 관한 작업계획 및 전원 재투입 절차 등 작업 요령 5. 절연용 보호구 및 방호구, 활선작업용 기구·장치 등의 준비·점검·착용 등의 사항 6. 점검·시운전을 위한 일시 운전, 작업 중단 등에 관한 사항 7. 교대 근무 시 근무 인계에 관한 사항 8. 전기작업장소에 대한 관계 근로자가 아닌 사람의 출입금지에 관한 사항 9. 전기안전작업계획서를 해당 근로자에게 교육할 수 있는 방법과 평가·관리계획 10. 전기 도면, 기기 세부 사항 등 작업과 관련되는 자료

2-3. 재해손실비용에서 다음 항목을 설명하시오.
1) 하인리히(Heinrich) 방식
2) 시몬즈(Simonds) 방식

답)

출처 : 전기안전 125회

1. 하인리히(Heinrich) 방식

1) 정의

⑴ 1962년 W. H. Heinrich는 산업재해에 의해서 발생한 재해코스트에 대해서 산업재해보험의 경비 외의 코스트에 대해서 처음 분명하게 하였다.

⑵ 회사 신청에 의해서 보험회사가 지불한 금액을 「직접코스트」로 하고 그 이외의 재산 손실이나 생산정지 때문에 회사가 입은 손실을 「간접코스트」로 해서 조사한 결과 전반적으로 산업에 있어서 간접코스트는 직접코스트의 4배가 된다는 것을 분명하게 하였다.

2) 재해 코스트 산정 공식

재해 코스트 : 직접 코스트 + 간접코스트(직접코스트×4배)

3) 직접 코스트

회사 신청에 의해서 보험회사가 지불한 금액

4) 간접코스트

⑴ 산재보험이외의 기업 자체 보상관련 비용

① 요양보상비(비보험 진료의 경우)
② 휴업생계보상비
③ 급여제한보상비
④ 위로금
⑤ 제3자보상비
⑥ 회사장의 경우 장의비용
⑦ 공상의 경우 치료비
⑧ 기타 비용

⑵ 인적손실

① 재해자의 시간손실: 사고당일 및 결근 동안의 근로시간손실, 통원치료 등에 의한
② 근로시간손실
③ 동료들의 시간손실: 사고 당일 구조, 연락, 모여서 지켜보기 등의 근로시간손실
④ 작업장의 정리, 복구 등의 시간손실
⑤ 관리감독자의 일상업무 이외의 사고조사 및 관련업무수행 시간손실
⑥ 대체, 충원에 의한 시간손실(교육시간 등)

⑶ 물적손실

① 건물, 설비 등의 손실

② 기계, 기구, 공구류의 손실

③ 원료, 재료, 제품의 손실

④ 보호구 등의 손실, 동력, 연료 등의 손실

⑤ 생산체제 복구를 위한 제비용

⑷ 생산손실

① 생산 감소량 회복을 위해 추가적으로 부담한 경비

② 가동정지 및 고장으로 인한 생산손실비용

③ 대체, 충원된 직원의 생산성감소에 따른 손실비용

④ 기타 생산손실비용

⑸ 기타 손실비용

① 생산정지, 생산 감소량으로 인한 판매이익의 감소

② 대체자 능력부족의 임금손실

③ 재해조사 및 수습관련 비용(여비, 접대, 통신비 등)

④ 재해관련 소송진행 비용

⑤ 계약 미이행 연체금 등

⑥ 근로자의 신규채용비용

⑦ 생산체제 복구비 등 자금에 대한 금리부담

⑧ 벌금 및 행정명령 이행비

⑨ 보험료의 증가

⑩ 기업 이미지 실추에 따른 추정손실

모아소방전기학원

2. 시몬즈(Simonds) 방식

1) 정의

1965년 R. H. 시몬즈는 하인리치 방식의 불완전한 곳을 지적, 시정해서 시몬즈 방식에 의한 재해 코스트의 산정방법을 제창함.

2) 재해 코스트 산정 공식

재해 코스트 : 보험코스트 + 비 보험코스트

3) 보험 코스트

보험의 범위에서 지불되는 비용

4) 비보험 코스트

⑴ 하인리히의 직접코스트와 간접코스트의 구분에 대해서 「보험코스트」와 「비보험코스트」로 구분했다.

⑵ 하인리히의 간접코스트와 시몬즈의 비보험코스트는 같은 사고방식에 의해서 하고 있지만, 그 구성요소에 상위가 있다.

⑶ 하인리히의 직간비 1:4를 전면적으로 부정하고 여기에 대신하는 평균치법(平均値法)을 채용했다.

비보험 코스트 = A × 휴업상해건수
+ B × 통원상해건수
+ C × 구급치료상해건수
+ D × 무 상해사고건수

* 여기서, A, B, C 및 D는 각각 상해의 정도별 비보험 코스트의 평균금액을 나타내는 일정한 값이며, 미리 파일럿 스터디(Pilot study)에 의해 어떤 기간 사이에 발생한 재해의 개개에 대해서 재해코스트를 산출한 결과에서 얻어져 신뢰도가 높은 것이다.

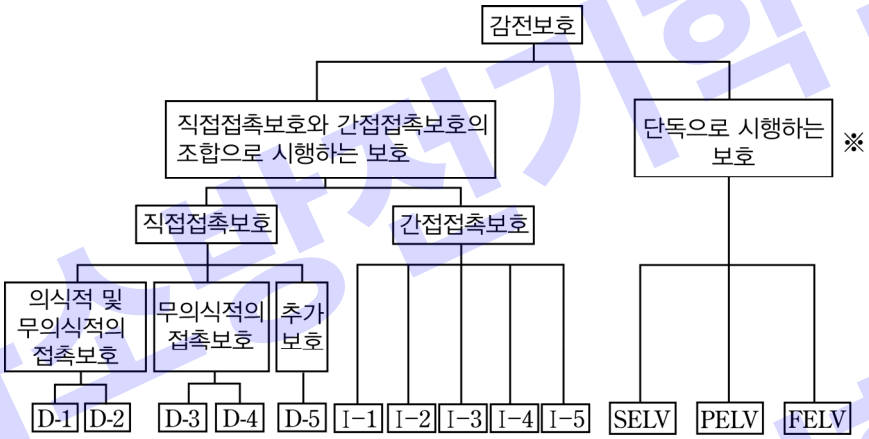
모아소방전기학원

2-4. 저압 전기설비(KS C IEC 60364)에서 정하는 특별저저압(ELV)의 종류와 감전보호 방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 전기안전 122회

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 국부적접속에 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

3) 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

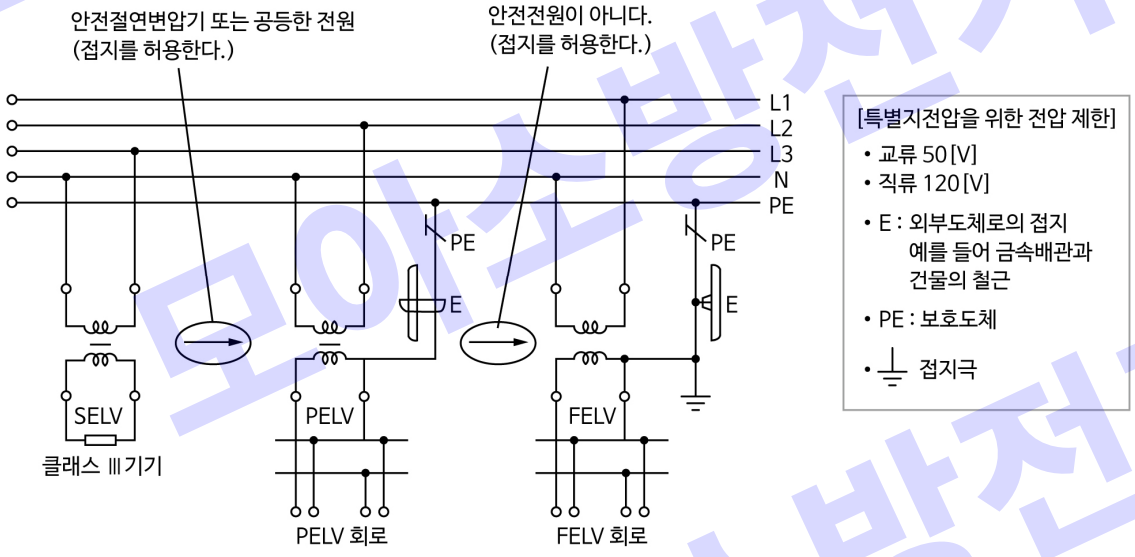
(1) FELV회로의 직접접촉보호

(2) FELV회로의 간접접촉보호

(3) FELV회로의 플러그와 콘센트

4. ELV(Extra Low Voltage)의 3가지 분류

구분	전원 및 회로	접지와 보호도체 관계	접촉전압
SELV	• 안전절연변압기 • 구조적 분리의 구조	• 비접지 회로로 한다. • 노출도전성부를 접지하지 않는다.	50V 이하
PELV	상 동	• 접지회로를 허용한다. • 노출도전성부를 접지한다.	50V 이하
FELV	• 안전한 전원이 아닌 것 • 구조적 분리 없음	• 접지회로를 허용한다. • 노출도전성부 1차측 보호도체 접속을 허용 한다. • 보호도체 회로 접속을 허용한다.	50V 이하



2-5. 배전설비 간선에서 고조파전류의 발생원인과 영향 및 대책에 대하여 설명하시오.

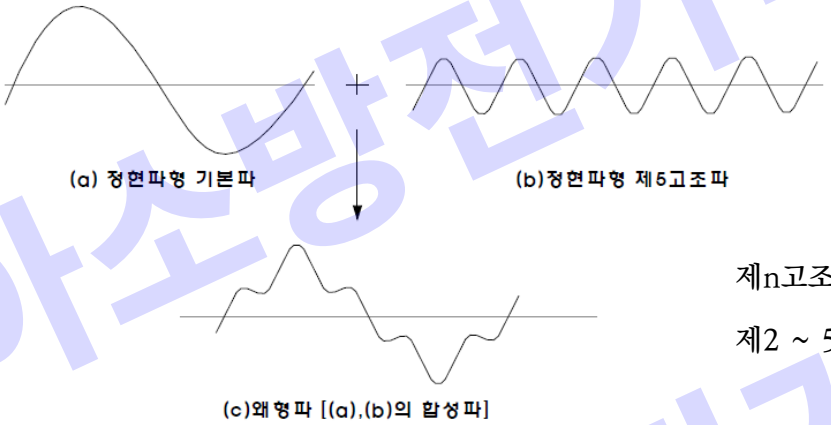
답)

출처 : 전기안전 119회

1. 고조파의 정의

1) 고조파(Harmonics)는 주기적 복합파의 각 성분 중 기본파 이외의 것을 의미한다.

2) 제 n조파라는 것은 기본파의 n배 주파수라고 정의할 수 있다. 그래서 왜형파는 하나의 기본파와 그 정수배 주파수를 갖는 고조파로 분해할 수 있다.



제n고조파 : 크기 1/n, 주파수 n배

제2 ~ 50고조파 : 120 ~ 3,000[Hz]

3) 고조파는 정수배를 갖는 전압, 전류를 의미하며, 일반적으로 50차수 정도까지를 말한다. 그 이상은 고주파(High Frequency) 혹은 Noise로 구분된다.

4) 전력계통에서의 유효성이 있는 고조파 범위는 일반적으로 5~37고조파 까지를 의미하고, 고조파의 대상이 되는 주파수 범위는 일반적으로 약 50차(약 3kHz)까지를 말하며, 노이즈와는 구별되는 파형이다.

5) 고조파 중에서 특히 3, 5, 7차 고조파가 현실적으로 문제가 되며 직류 사용기기에서는 고차 고조파(11차 이상 고조파)가 다수 나타나기도 한다.

2. 고조파 발생원인

1) 비선형부하

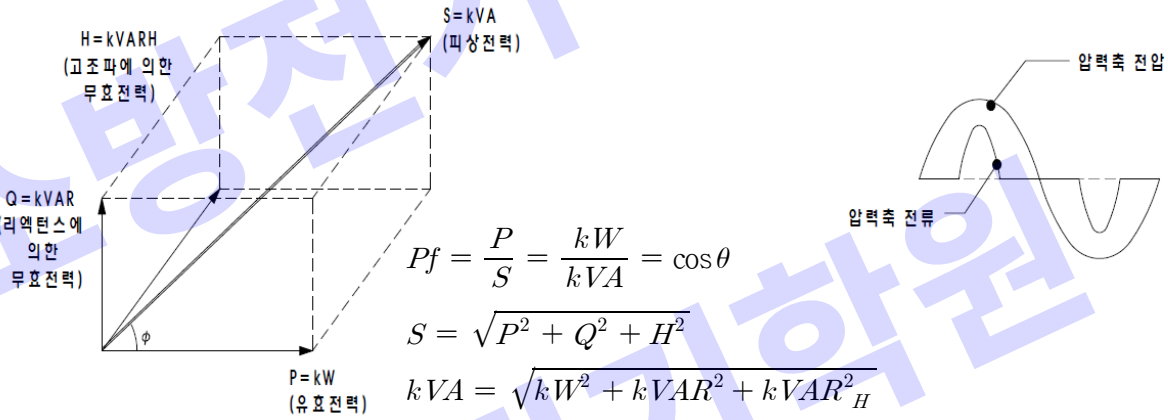
⑴ 입력전류 형태에 따라 전기기기를 구분하자면 선형 부하와 비선형 부하로 구분 지을 수 있다.

⑵ 선형부하(Linear)는 저항성 부하, 유도성 부하로 전기난로히터, 선풍기, 환풍기 등으로 고조파를 발생시키지 않는다.

⑶ 비선형 부하(Non-linear)는 반도체 스위치 사용 부하로 형광등, UPS, 정류기, TV, 에어컨, PC, 온도조절 전기장판 등으로 고조파발생의 주원인이다.

⑷ 선형부하는 무효전력 증가 시 역률이 저하되지만, 비선형 부하는 고조파 발생으로 인하여 고조파에 의한 무효전력(H) 증가 시 역률이 저하된다.

<비선형부하>



$$Pf = \frac{P}{S} = \frac{kW}{kVA} = \cos\theta$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + H^2}$$

$$kVA = \sqrt{kW^2 + kVAR^2 + kVAR^2{}_H}$$

3. 고조파의 영향

1) 전기설비(Cable, Motor, 변압기 등) 의 과열 , 소음 및 소손

2) 계전기 오동작에 의한 차단기 Trip, Fuse의 소손

3) 콘덴서의 과열 및 소손, System의 병렬공진, 전류치 증폭

4) 중성선에 과전류발생, 통신선의 유도장해, 계측기기의 에러현상

5) Flat-Topping : 비선형부하에 정현파 전압의 Peak치를 낮추는 현상이다,

6) Notching Voltage : 일종의 주기성을 갖는 단락현상으로 서지라 하지 않는다.
(전압상승 또는 강하)

7) 각 기기별 영향

4. 고조파 억제대책

1) 리액터(ACL, DCL) 설치

① 고조파 발생 부하장치의 1차측에 교류리액터(ACL)를 부착하여 전원의 Total 임피던스를 크게 함으로써 전원 전류 내에 포함되어 있는 저차 고조파를 저감한다.

② 직류리액터(DCL)을 고조파 발생 부하장치의 직류회로에 삽입하여 직류파형의 리플을 작게 하고, 리액터에 의한 한류작용으로 전류의 변화를 완만하게 하여 고조파를 저감시킬 수 있다.

2) 역률개선 콘덴서 설치

① 콘덴서는 역률개선의 목적으로 수변전 설비에 설치되어 있는데 역률개선 콘덴서는 발생 고조파 전류를 분류시켜 유출전류를 억제한다. 역률개선 콘덴서는 리액터와 콘덴서가 직렬로 접속되어 있기 때문에 수동 필터의 특성을 가지고 있다.

② 특히, 고조파 발생 부하장치가 저압일 경우에는 고압측에 직렬리액터와 콘덴서를 설치하는 것보다 저압측에 직렬리액터와 콘덴서를 설치하는 경우가 효과가 크다.

3) 정류기의 다펄스화

① 펄스 수는 정류기 등의 변환장치에 있어서 전원전압의 1 Cycle 중에 독립하여 생기는 전류(Commutation)의 수로 정의하고 있으며, 실제는 직류전압에 포함되어있는 맥동 펄스의 수와 같다.

② 3상 브리지 접속의 펄스 수는 6이 되고, 이 펄스의 수가 커지면 교류 전류에 포함 되어있는 고조파 차수가 높게 되고, 동시에 고조파 전류의 크기도 감소된다.

4) PWM 컨버터 방식 채용

① 전원 고조파 전류를 발생 측에서 억제하는 방식으로 PWM 컨버터가 있다. 주회로 구성은 범용 인버터의 입출력을 반대로 하여 교류전원측에 리액터를 접속하고 다이오드 정류기를 제거한 것이다.

② 교류전원과 AC 리액터간에 콘덴서를 넣는 경우가 있다. 이 방식으로는 저차의 고조파를 대폭 저감시킬 수 있으며 스위칭 주파수를 6~7kHz 이상으로 하면 종합 전류왜형율을 약 5% 정도 이하로 억제할 수 있다.

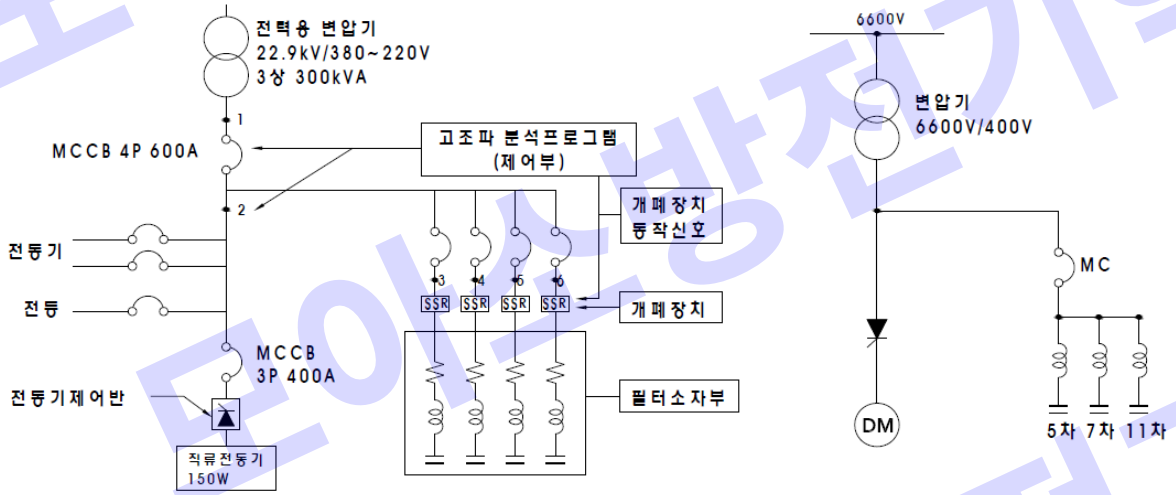
5) 수동필터(Passive Filter)

① 수동 Filter는 교류 Filter, L-C Filter, Passive Filter라고 부르며 여기에는 동조 Filter와 고차수 Filter가 있다.

③ LC 필터는 그림과 같이 부하와 병렬로 접속한다. LC 필터는 직렬 리액터와 전력용 콘덴서를 접속한 분로를 여러 분로로 조합해서 구성하고 있다. 각 분로는 고조파 차수에 직렬 공진시키는 인덕턴스(L)와 커패시턴스(C)를 선정하고 있으므로 각 고조파 차수에 대해 저임피던스가 된다.

④ 이에 의해 부하에서 발생한 고조파 전류는 임피던스비에 의해 분류하므로 전원측으로의 분류는 적어지고 LC 필터에 많이 분류(흡수)하여 고조파를 억제하는 것이다.

⑤ 또한, 일반 진상콘덴서 설비는 LC 필터와 동일 구성이지만 직렬 리액터는 L = 6%를 접속하고 있다. 이 경우는 제4차 고조파 공진하고 있다. LC 필터와 진상 콘덴서 설비의 상위점은 공진점과 고조파 과부하 내량에 있다.



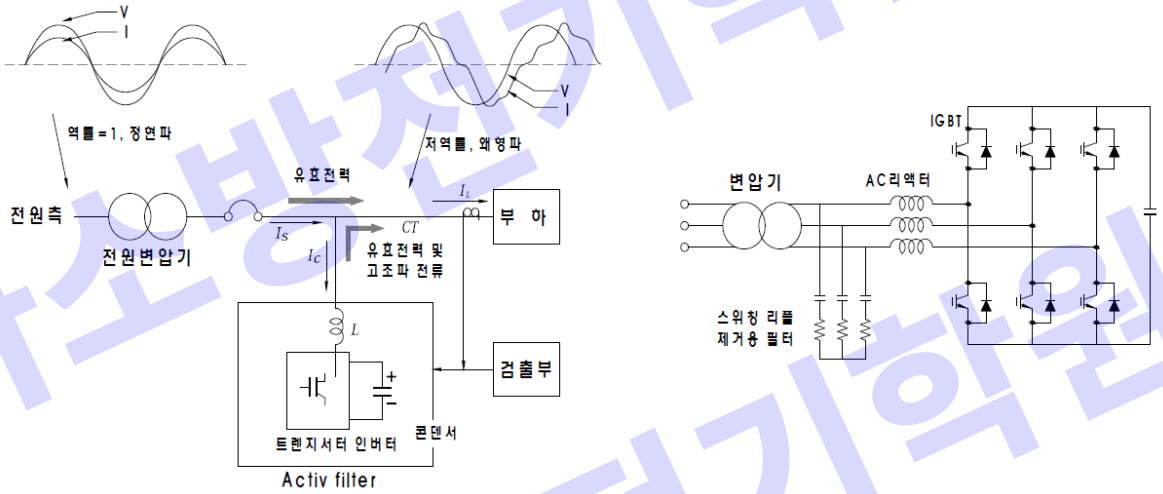
[그림] 고조파 발생설비의 계통도와 필터 시스템

6) 능동필터(Active Filter)

① Active Filter는 수동 Filter와 같이 공진특성을 사용하지 않고, 인버터 응용기술에 의하여 역위상의 고조파를 발생시켜 고조파를 소거하기 위한 이상적인 Filter이다.

② 그림과 같이 Active Filter는 고조파 발생부하와 병렬로 접속한 것으로, 부하전류 I_L을 CT에서 검출하고, 부하전류에 포함된 고조파 전류성분 I_H를 끄집어낸다.

③ 이 I_H를 전류제어의 기준 신호로써 인버터에 흐르는 전류를 제어하는 것으로, I_H와 역위상의 전류 I_C를 Active Filter로 흐르게 함으로써 전원전류에 포함된 고조파 전류성분을 상쇄하기 때문에 전원전류 I_S는 정현파가 되는 것이다.



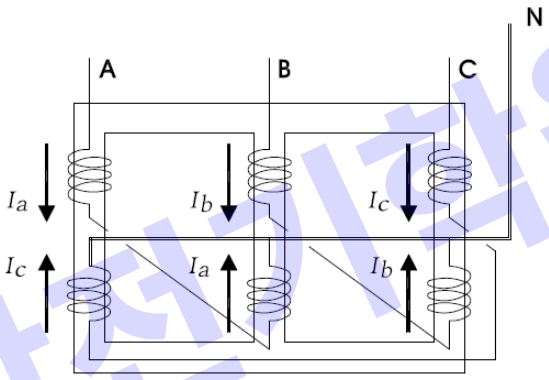
[그림] 액티브 필터의 주회로 구성

※ 수동·능동필터의 비교

구 분	Active Filter	Passive Filter
고조파 억제 효과	· 임의의 고조파를 동시에 억제 가능 · 저차 고조파의 확대는 없다. · 전원 임피던스의 영향에 의한 효과의 변화가 적지 않다.	· 분로를 설치한 차수만 억제한다. · 저차 고조파를 확대하는 일이 있다. · 전원 임피던스의 영향을 크게 받는다.
과부하	과부하가 되지 않는다.	부하의 증가나 계통전원전압 왜곡이 커지면 과부하가 된다.
역률 개선	있다(가변제어 가능).	고정적으로 있다.
증설	용이	필터간의 협조 필요
손실	장치용량에 대해서 5~10%	장치용량에 대해서 1~2%
가격	300~600%	100%

7) 중성선 영상분고조파 제거장치(Neutral Current Eliminator)

⑴ NCE는 그림과 같이 같은 철심에 다중의 권선이 감겨져 있으며 2개의 상이 서로 반대로 결선되어 있어 영상분 자속은 Cancel 되고 정상 및 역상분 자속은 Cancel 되지 않는 구조로 되어 있다. 즉 영상분 임피던스가 낮은 일종의 Zig-Zag 결선이다.

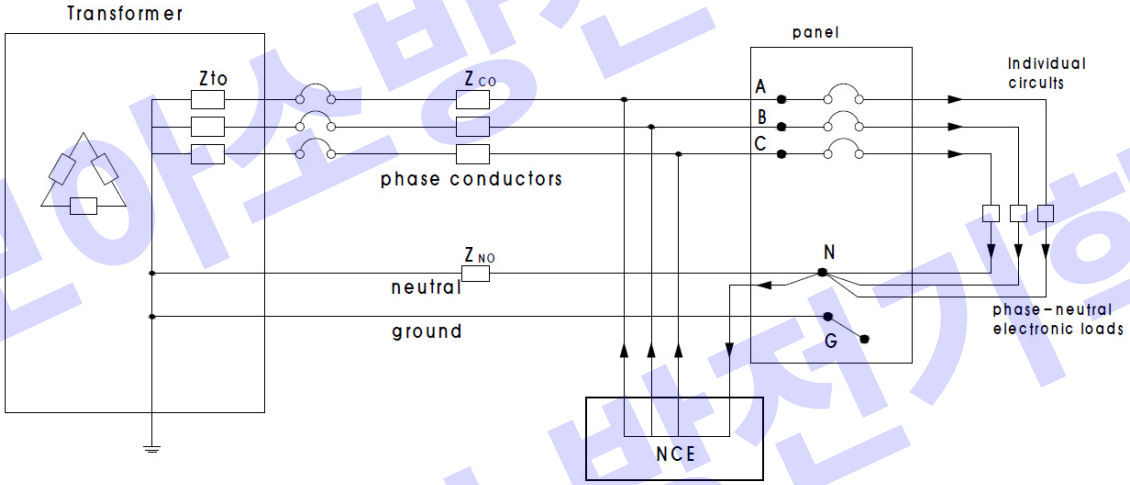


[그림] Zig-Zag 결선(Zero Sequence)

⑵ NCE 설치 영상분고조파 흡수

① 각상의 기본파는 중성선에서 Vector 합이 되어 0으로 되지만 각상의 영상분고조파(3.6.9 고조파)는 중성선에 0이 되지 않고 스칼라 합으로 나타난다. 이러한 이유로 빌딩의 3상4선식 중성선에는 많은 전류가 흐르게 되어 대지 전위 상승 및 과열 소손 등의 원인이 된다.

② 중성선 말단에 NCE를 설치하여 영상분은 NCE를 통하여 순환 되도록 하고 3상4선식 중성선에는 역상 및 정상분 고조파만 흐르게 하는 것이다.



[그림] 영상분 고조파 흡수

2-6. 반도체 제조공정에서 정전기 발생원인과 대책을 설명하시오.

답)

출처 : 모아 전기안전기술사

1. 개요

1) 반도체 소자나 액정 디스플레이를 제조하는 클린룸에서는 물체 표면의 대전이 제조공정에 문제를 일으키게 되므로 특별한 관리가 필요하다.

2) 반도체 공정에서의 정전기 대책은 아주 중요한 사항이며 정전기로 인하여 화재사건이 발생되고 있는바 사고의 발생 이전에 적절한 대책을 수립하여 준비 시행하는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 것이다.

2. 정전기 발생원인

1) 클린룸 구성 물질에서의 대전

⑴ 클린룸의 벽이나 천정에서의 구성 부재에 의한 입자

⑵ 입자의 대전으로 부유 상태에서 표면에 부착

2) 프로세서에서의 대전

⑴ 기판의 특성

① 액정기판은 보통 직사각형의 글라스판의 절연체

② 대전하기가 쉬운 특성

③ 정전기 발생에 의한 미립자의 흡착

④ 제품수율 저하의 원인

⑵ 세정 공정에서의 대전

① 세정 후에 액정기판을 순수한 물에서 끌어올릴 때

② 에어 나이프에 의하여 건조할 경우

⑶ 컬러 필터 인쇄 공정

액정기판에 스크린 인쇄를 할 때

⑷ 레지스트

① 폴리아미드 얇은 막 형성 공정

② 액정기판을 가열 후 핫 플레이트에서 벗길 때

⑸ 래핑 공정

기판을 레이온이나 면의 래핑천으로 마찰 시 대전

⑹ 갭재 도핑 공정

① 두 장의 기판을 액정을 주입하기 위해 갭을 형성하는 공정

② 갭재의 비산 방지를 위해서 무풍을 유지하는데 이때 무풍에서의 제전

⑺ 편광막 붙이기 공정

액정 기판에 롤러와 커터를 사용하여 편광막을 붙이는 공정

⑻ 반송공정

반송 도중 내지는 공정 간의 인도 시 발생

3. 대책

⑴ 접지에 의한 대책

① 도전성 테이블

② 플로어의 시공

③ 리스트 스트랩의 부착

④ 도전성 신발의 착용

⑵ 이오나이저에 의한 대전의 중화

① 코로나 방전식

② 클린룸의 천장에 설치

③ 노즐 타입은 웨이퍼나 글라스의 표면에서의 대전을 방지

④ 스핀드라이어 타입은 건조 시에 발생하는 웨이퍼나 글라스의 중화

⑤ 슬릿노즐 타입은 이온공기를 3초간 글라스 기판의 표면에 분사

⑶ 표면 청정화

① 글라스 표면의 유기계 오염물질을 제거한다.

② 오염물질은 LCD의 전기특성에 영향을 미치게 된다.

③ 세정 후의 기판은 가급적 빨리 이송한다.

모아소방전기학원

제3교시 문제풀이

3-1. 공정안전보고서(PSM)의 제출대상 및 내용에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 전기안전기술사

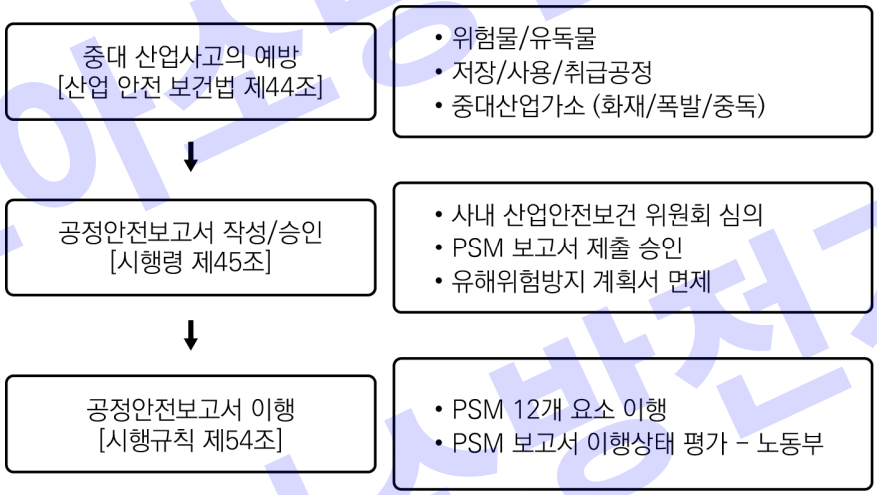
1. 개 요

1) 석유화학공장의 경우 유해물질의 누출, 화재 등 재난은 대규모의 피해를 야기하고, 복구에도 많은 시간과 노력이 소요된다.

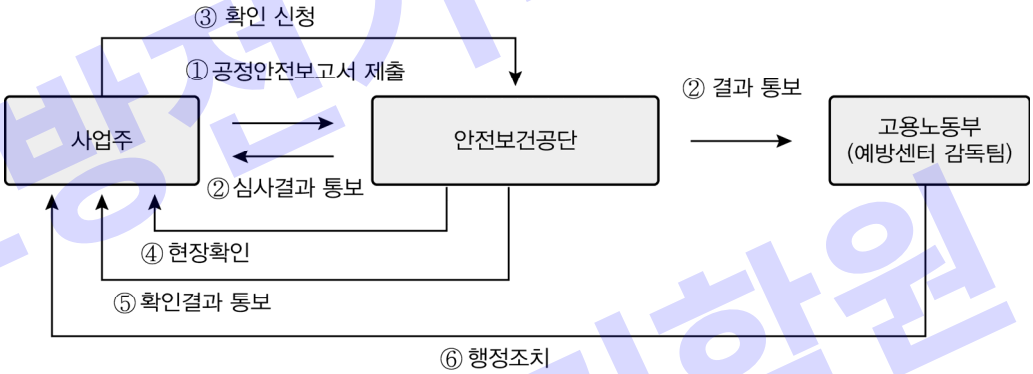
2) 이를 예방하기 위하여 미국 법령에 채택된 안전관리체계로 1995년 처음 도입되어 중대사고 발생 위험이 큰 화학물질을 사용하는 사업장 또는 유해, 위험 설비를 보유한 사업장에서는 산업안전 보건법 제44조에 따라 고용노동부 장관에 공정안전보고서를 제출하도록 하는 법적 제도를 시행하고 있다.

3) 이는 종합적인 공정안전관리 체계로 중대산업사고 관리제도를 말하며, 공정에서 발생 가능한 화재, 폭발 독성가스 누출로부터 종업원, 주민보호, 생산시설의 보호유지에 그 목적이 있다.

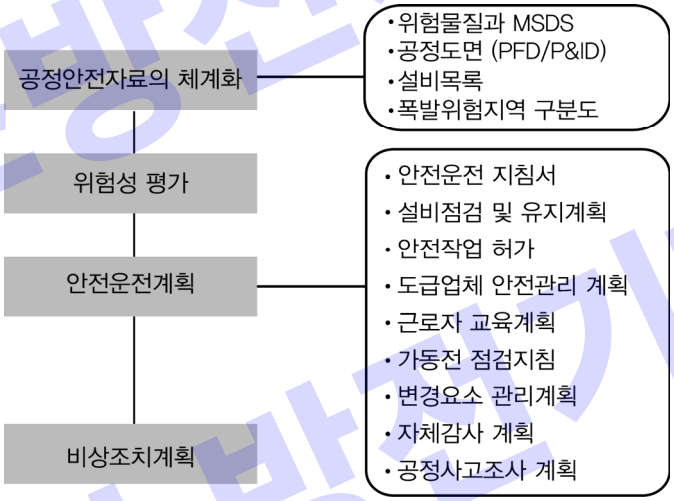
2. 산업안전보건법의 체계



3. 공정안전보고서 심사절차



4. 공정안전보고서 구성



5. 공정안전보고서 제출대상

1) 대상사업(산업안전보건법 시행령)

⑴ 원유 정제처리업

⑵ 기타 석유정제물 재처리업

⑶ 석유화학계 기초화학물질 제조업 또는 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업. 다만, 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업은 별표 10의 제1호 또는 제2호에 해당하는 경우로 한정.

⑷ 질소, 인산 및 칼리질 비료 제조업(인산 및 칼리질 비료 제조업에 해당하는 경우는 제외)

⑸ 복합비료 제조업(단순혼합 또는 배합에 의한 경우는 제외)

⑹ 농약 제조업(원제 제조만 해당)

⑺ 화약 및 불꽃제품 제조업

2) 대상물질(산업안전보건법 시행령)

유해, 위험물질을 규정량 이상 제조·취급·저장하는 경우

번호	유해·위험물질명	규정수량(kg)
1	인화성 가스	200,000
2	인화성 액체	200,000
3	메틸이소시아네이트	150
4	포스겐	750
5	아크릴로니트릴	20,000

번호	유해·위험물질명	규정수량(kg)
6	암모니아	200,000
7	염소	20,000
8	이산화황	250,000
9	삼산화황	75,000
10	이황화탄소	5,000

⇒ 이하 항목 생략

6. 공정안전보고서(Process Safety Management)의 세부내용 등

1) 공정안전자료

⑴ 취급·저장하고 있거나 취급·저장하려는 유해·위험물질의 종류 및 수량

⑵ 유해·위험물질에 대한 물질안전보건자료

⑶ 유해·위험설비의 목록 및 사양

⑷ 유해·위험설비의 운전방법을 알 수 있는 공정도

⑸ 각종 건물·설비의 배치도

⑹ 폭발위험장소 구분도 및 전기단선도

⑺ 위험설비의 안전설계·제작 및 설치 관련 지침서

2) 공정위험성 평가서 및 잠재위험에 대한 사고예방·피해 최소화 대책

공정위험성 평가서는 공정의 특성 등을 고려하여 다음 각 목의 위험성평가 기법 중 한 가지 이상을 선정하여 위험성평가를 한 후 그 결과에 따라 작성하여야 하며, 사고예방·피해최소화 대책의 작성은 위험성평가 결과 잠재위험이 있다고 인정되는 경우만 해당

⑴ 체크리스트(Check List)

⑵ 상대위험순위 결정(Dow and Mond Indices)

⑶ 작업자 실수 분석(HEA)

⑷ 사고 예상 질문 분석(What-if)

⑸ 위험과 운전 분석(HAZOP)

⑹ 이상위험도 분석(FMECA)

⑺ 결함 수 분석(FTA), 사건 수 분석(ETA), 원인결과 분석(CCA)

모아소방전기학원

3) 안전운전계획

(1) 안전운전지침서

(2) 설비점검·검사 및 보수계획, 유지계획 및 지침서

(3) 안전작업허가

(4) 도급업체 안전관리계획

(5) 근로자 등 교육계획

(6) 가동 전 점검지침

(7) 변경요소 관리계획

(8) 자체감사 및 사고조사계획

4) 비상조치계획

(1) 비상조치를 위한 장비·인력보유현황

(2) 사고발생 시 각 부서·관련 기관과의 비상연락체계

(3) 사고발생 시 비상조치를 위한 조직의 임무 및 수행 절차

(4) 비상조치계획에 따른 교육계획

(5) 주민홍보계획

모아소방전기학원

3-2. 충전전로에서의 전기 작업과 충전전로 인근에서의 차량.기계장치 작업 시 사업주가 조치하여야 할 사항을 설명하시오.

답)

출처 : 산업안전보건기준에 관한 규칙

1. 충전전로에서의 전기작업(제321조)

1) 사업주는 근로자가 충전전로를 취급하거나 그 인근에서 작업하는 경우에는 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.

⑴ 충전전로를 정전시키는 경우에는 제319조에 따른 조치를 할 것

⑵ 충전전로를 방호, 차폐하거나 절연 등의 조치를 하는 경우에는 근로자의 신체가 전로와 직접 접촉하거나 도전재료, 공구 또는 기기를 통하여 간접 접촉되지 않도록 할 것

⑶ 충전전로를 취급하는 근로자에게 그 작업에 적합한 절연용 보호구를 착용시킬 것

⑷ 충전전로에 근접한 장소에서 전기작업을 하는 경우에는 해당 전압에 적합한 절연용 방호구를 설치할 것. 다만, 저압인 경우에는 해당 전기작업자가 절연용 보호구를 착용하되, 충전전로에 접촉할 우려가 없는 경우에는 절연용 방호구를 설치하지 아니할 수 있다.

⑸ 고압 및 특별고압의 전로에서 전기작업을 하는 근로자에게 활선작업용 기구 및 장치를 사용하도록 할 것

⑹ 근로자가 절연용 방호구의 설치·해체작업을 하는 경우에는 절연용 보호구를 착용하거나 활선작업용 기구 및 장치를 사용하도록 할 것

⑺ 유자격자가 아닌 근로자가 충전전로 인근의 높은 곳에서 작업할 때에 근로자의 몸 또는 긴 도전성 물체가 방호되지 않은 충전전로에서 대지전압이 50킬로볼트 이하인 경우에는 300센티미터 이내로, 대지전압이 50킬로볼트를 넘는 경우에는 10킬로볼트당 10센티미터씩 더한 거리 이내로 각각 접근할 수 없도록 할 것

⑻ 유자격자가 충전전로 인근에서 작업하는 경우에는 다음 각 목의 경우를 제외하고는 노출 충전부에 다음 표에 제시된 접근한계거리 이내로 접근하거나 절연 손잡이가 없는 도전체에 접근할 수 없도록 할 것

① 근로자가 노출 충전부로부터 절연된 경우 또는 해당 전압에 적합한 절연장갑을 착용한 경우

② 노출 충전부가 다른 전위를 갖는 도전체 또는 근로자와 절연된 경우

③ 근로자가 다른 전위를 갖는 모든 도전체로부터 절연된 경우

충전전로의 선간전압 (단위 : 킬로볼트)	충전전로에 대한 접근 한계거리 (단위 : 센티미터)
0.3 이하	접촉금지
0.3 초과 0.75 이하	30
0.75 초과 2 이하	45
2 초과 15 이하	60
15 초과 37 이하	90
37초과 88 이하	110
88 초과 121 이하	130
121 초과 145 이하	150
145 초과 169 이하	170
169 초과 242 이하	230
242 초과 262 이하	380
362 초과 550 이하	550
550 초과 800 이하	790

2) 사업주는 절연이 되지 않은 충전부나 그 인근에 근로자가 접근하는 것을 막거나 제한할 필요가 있는 경우에는 울타리를 설치하고 근로자가 쉽게 알아볼 수 있도록 하여야 한다. 다만, 전기와 접촉할 위험이 있는 경우에는 도전성이 있는 금속제 울타리를 사용하거나, 제1항의 표에 정한 접근 한계거리 이내에 설치해서는 아니 된다. 〈개정 2019. 10. 15.〉

3) 사업주는 2)의 조치가 곤란한 경우에는 근로자를 감전위험에서 보호하기 위하여 사전에 위험을 경고하는 감시인을 배치하여야 한다.

2. 충전전로 인근에서의 차량 · 기계장치 작업(제322조)

1) 사업주는 충전전로 인근에서 차량, 기계장치 등(이하 이 조에서 “차량등”이라 한다)의 작업이 있는 경우에는 차량등을 충전전로의 충전부로부터 300센티미터 이상 이격시켜 유지시키되, 대지전압이 50킬로볼트를 넘는 경우 이격시켜 유지하여야 하는 거리(이하 이 조에서 “이격거리”라 한다)는 10킬로볼트 증가할 때마다 10센티미터씩 증가시켜야 한다. 다만, 차량등의 높이를 낮춘 상태에서 이동하는 경우에는 이격거리를 120센티미터 이상(대지전압이 50킬로볼트를 넘는 경우에는 10킬로볼트 증가할 때마다 이격거리를 10센티미터씩 증가)으로 할 수 있다.

2) 1)에도 불구하고 충전전로의 전압에 적합한 절연용 방호구 등을 설치한 경우에는 이격거리를 절연용 방호구 앞면까지로 할 수 있으며, 차량등의 가공 붐대의 버킷이나 끝부분 등이 충전전로의 전압에 적합하게 절연되어 있고 유자격자가 작업을 수행하는 경우에는 붐대의 절연되지 않은 부분과 충전전로 간의 이격거리는 제321조제1항제8호의 표에 따른 접근 한계거리까지로 할 수 있다.

3) 사업주는 다음 각 호의 경우를 제외하고는 근로자가 차량등의 그 어느 부분과도 접촉하지 않도록 울타리를 설치하거나 감시인 배치 등의 조치를 하여야 한다.

⑴ 근로자가 해당 전압에 적합한 제323조 1)항의 절연용 보호구등을 착용하거나 사용하는 경우

⑵ 차량등의 절연되지 않은 부분이 제321조 1)항의 표에 따른 접근 한계거리 이내로 접근하지 않도록 하는 경우

4) 사업주는 충전전로 인근에서 접지된 차량등이 충전전로와 접촉할 우려가 있을 경우에는 지상의 근로자가 접지점에 접촉하지 않도록 조치하여야 한다.

3-3. 전기자동차 충전케이블 및 부속품 시설과 충전장치 등의 방호장치 시설에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 한국전기설비규정

1. 전기자동차의 충전 케이블 및 부속품 시설(241.17.4)

충전 케이블 및 부속품(플러그와 커플러를 말한다)은 다음에 따라 시설하여야 한다.

1) 충전장치와 전기자동차의 접속에는 연장코드를 사용하지 말 것

2) 충전장치와 전기자동차의 접속에는 자동차 어댑터(자동차 커넥터와 자동차 인렛 사이에 연결되는 장치 또는 부속품을 말한다)를 사용할 수 있다.

3) 충전 케이블은 유연성이 있는 것으로서 통상의 충전전류를 흘릴 수 있는 충분한 굵기의 것일 것

4) 전기자동차 커플러[충전 케이블과 전기자동차를 접속 가능하게 하는 장치로서 충전 케이블에 부착된 커넥터(connector)와 전기자동차의 인렛(inlet) 두 부분으로 구성되어 있다]는 다음에 적합할 것

   ⑴ 다른 배선기구와 대체 불가능한 구조로서 극성이 구분이 되고 접지극이 있는 것일 것

   ⑵ 접지극은 투입 시 제일 먼저 접속되고, 차단 시 제일 나중에 분리되는 구조일 것

   ⑶ 의도하지 않은 부하의 차단을 방지하기 위해 잠금 또는 탈부착을 위한 기계적 장치가 있는 것일 것

   ⑷ 전기자동차 커넥터(충전 케이블에 부착되어 있으며, 전기자동차 접속구에 접속하기 위한 장치를 말한다)가 전기자동차 접속구로부터 분리될 때 충전 케이블의 전원공급을 중단시키는 인터록 기능이 있는 것일 것

5) 전기자동차 커넥터 및 플러그(충전 케이블에 부착되어 있으며, 전원측에 접속하기 위한 장치를 말한다)는 낙하 충격 및 눌림에 대한 충분한 기계적 강도를 가질 것일 것

2. 충전장치 등의 방호장치 시설(241.17.5)

충전장치 등의 방호장치는 다음에 따라 시설하여야 한다.

1) 충전 중 전기자동차의 유동을 방지하기 위한 장치를 갖추어야 하며, 전기자동차 등에 의한 물리적 충격의 우려가 있는 경우에는 이를 방호하는 장치를 시설할 것

2) 충전 중 환기가 필요한 경우에는 충분한 환기설비를 갖추어야 하며, 환기설비를 나타내는 표지를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것

3) 충전 중에는 충전상태를 확인할 수 있는 표시장치를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것

4) 충전 중 안전과 편리를 위하여 적절한 밝기의 조명설비를 설치 할 것

3-4. 전력시설물공사에서 공종별 중점 감리사항으로 수.변전 설비공사 시공 전 검토사항과 변전실의 건축적, 환경적, 전기적 고려사항을 설명하시오.

답)

출처 : 감리실무교재

1. 개요

1) 감리업무를 위해서는감리원의 많은 업무 중에서도 수변전설비 설계도의 검토는 모든 업무의 시작이며 끝이 되어 매우 중요하다

2) 수변전 설비는 대상건물의 규모, 사용설비, 경제성 등을 충분히 고려하여 발주자의 이념이 반영되어야 한다.

2. 수. 변전설비공사 시공 전 검토사항

1) 시공 전 검토사항

⑴ 현장조건의 부합여부

⑵ 건축물 및 전기시설의 용도

⑶ 수변전설비 설계도면, 시방서, 기술계산서, 산출내역서 등의 내용에 대한 상호일치여부

⑷ 수변전설비 설계도서의 누락, 오류, 등 불명확한 부분의 존재여부

⑸ 다른 공사 또는 주변 공정과의 상호부합 여부

⑹ 기기제작의 실제가능 여부

⑺ 기기설치의 예상문제점 등

⑻ 안전성 및 유지관리성

⑼ 관련법, 규정에 적합성여부

2) 시공단계의 검토

⑴ 최종 수변전설비 설계도서의 접수

⑵ 제작발주 기계기구의 시방서(기초, 배관경로, 인입점, 출구점확인)

⑶ 시공방법의 선정 적정성

⑷ 설계변경의 발생요인 검토 및 시공자재의 수급

⑸ 제작기자재의 제작공정 확인(입고 및 설치일정)

⑹ 간선규격의 여유용량(설계변경여부 확인)

⑺ 격실간 격리유지(방연, 방염 등)

⑻ 배관배선경로의 개구부 확보(옹벽, 외부, 철골, 빔 등)

⑼ 배관의 군집여부 및 보강대책

⑽ 배관, Cable Tray Bus Duct등의 하중

⑾ 배선 식별이 용이하도록 배치하고 태그를 설치

⑿ 전선과 중성선과 보호도체의 식별이 양호

3. 변전실 선정 시 고려사항

1) 건축적 사항

(1) 장비 반입 및 반출 통로가 확보

(2) 장비의 배치에 용이하고 유지보수가 가능한 면적

(3) 충분한 유효높이를 확보

(4) 수변전 관련 설비실(발전기실, 축전기실, UPS실)과 인접한곳

(5) 수변전실은 불연재료의 구조로 구획하고, 출입구는 방화문

2) 환경적 사항

(1) 수변전실에는 가연성 가스, 물, 연료 등의 배관이 시설되지 않아야 함

(2) 화재, 폭발의 우려가 있는 위험물 제조소나 저장소 등의 부근은 피함

(3) 화재, 폭발, 염해의 우려가 있거나 부식성, 유독성 가스가 체류하는 장소는 피함

(4) 환기가 잘되어야 하고 고온 다습한 장소는 피해야 하며

(5) 부득이한 경우는 환기설비, 냉방또는 제습장치를 설치

(6) 홍수 또는 물배관 사고시 침수나 물방울이 떨어질 우려가 없는 위치에 설치하고,

(7) 변전실 상부층의 누수로 인한 사고의 우려가 없도록 해야함

(8) 수변전실은 내부 소음이 외부로 전달되지 않도록 하여야 함

구 분	소 음	환 기	염.진해
대 책	변압기 : 방진스토퍼, 방진고부, 방음벽 설치 발전기: $150mm$ $CON'C$ 벽 설치, 소음기 부착	열을 외부로 방출 전기실 환기량 $= \frac{10 \times \text{바닥면적}}{60}\ [\text{m}^3/\text{min}]$	절연강화 세정, 실리콘, 콤파운드도포 노출부분억제

3) 전기적 사항

(1) 수전 전원의 인입이 편리한 위치

(2) 사용부하의 중심에 가깝고, 간선의 배선이 용이한 곳

(3) 용량의 증설에 대한 면적을 확보할 수 있는 장소

(4) 수전 및 배전을 경제적으로 할 수 있는 곳

모아소방전기학원

4) 면적산정

(1) 수전전압 및 방법, 용량 및 수량, 강압방식, 배치, 관리 등

(2) 변전실 면적 산정식(일본전설공업협회)

공 식㎡ 〈KVA〉	비 고
$K \times (TR용량)^{0.7}$	K : 특고 → 고압(1.7) 특고 → 저압(1.4) 고압 → 저압(0.93)
$3.3\sqrt{TR용량} \times a$	a : 건물면적 6,000m^2 미만(2.66) 10,000m^2 미만(3.55) 10,000m^2 이상(5.5)
$2.15 \times (TR용량)^{0.52}$	

(3) 발전실

운반 설치용이, 진동 소음고려, 냉각, 연료탱크 고려

구 분	넓 이	높 이
산 정	$S > 2\sqrt{출력(P.S)}$ 또는 $S > 1.7\sqrt{출력(P.S)}$ $[m^2]$ 권장넓이 $S \geqq 3\sqrt{출력(P.S)}$ $[m^2]$	H : (8~17)D + (4~8) D D : 실린더 지름 $[mm]$ (8~17)D : 엔진높이 (속도따라 결정) (4~8) D : 해체 필요 높이

3-5. 한국전기설비규정(KEC)에서 정하는 저압배선의 과전류 보호협조 방법을 설명하시오.

답)

출처 : 한국전기설비규정

1. 일반사항(212.1)

1) 적용범위

과전류의 영향으로부터 회로도체를 보호하기 위한 요구사항으로서 과부하 및 단락고장이 발생할 때 전원을 자동으로 차단하는 하나 이상의 장치에 의해서 회로도체를 보호하기 위한 방법을 규정한다. 다만, 플러그 및 소켓으로 고정 설비에 기기를 연결하는 가요성 케이블(또는 가요성 전선)은 이 기준의 적용 범위가 아니므로 과전류에 대한 보호가 반드시 이루어지지는 않는다.

2) 일반 요구사항

과전류로 인하여 회로의 도체, 절연체, 접속부, 단자부 또는 도체를 감싸는 물체 등에 유해한 열적 및 기계적인 위험이 발생되지 않도록, 그 회로의 과전류를 차단하는 보호장치를 설치해야 한다.

2. 보호장치의 종류 및 특성(212.3)

1) 과부하전류 및 단락전류 겸용 보호장치

과부하전류 및 단락전류 모두를 보호하는 장치는 그 보호장치 설치 점에서 예상되는 단락전류를 포함한 모든 과전류를 차단 및 투입할 수 있는 능력이 있어야 한다.

2) 과부하전류 전용 보호장치

과부하전류 전용 보호장치는 212.4의 요구사항을 충족 하여야 하며, 차단용량은 그 설치 점에서의 예상 단락전류 값 미만으로 할 수 있다.

3) 단락전류 전용 보호장치

⑴ 단락전류 전용 보호장치는 과부하 보호를 별도의 보호장치에 의하거나, 212.4에서 과부하 보호장치의 생략이 허용되는 경우에 설치할 수 있다.

⑵ 이 보호장치는 예상 단락전류를 차단할 수 있어야 하며, 차단기인 경우에는 이 단락전류를 투입할 수 있는 능력이 있어야 한다.

4) 보호장치의 특성

⑴ 과전류 보호장치는 KS C 또는 KS C IEC 관련 표준(배선차단기, 누전차단기, 퓨즈 등의 표준)의 동작특성에 적합하여야 한다.

⑵ 과전류차단기로 저압전로에 사용하는 범용의 퓨즈(「전기용품 및 생활용품 안전관리법」에서 규정하는 것을 제외한다)는 다음표에 적합한 것이어야 한다.

정격전류의 구분	시 간	정격전류의 배수	
		불용단전류	용단전류
4 A 이하	60분	1.5배	2.1배
4 A 초과 16 A 미만	60분	1.5배	1.9배
16 A 이상 63 A 이하	60분	1.25배	1.6배
63 A 초과 160 A 이하	120분	1.25배	1.6배
160 A 초과 400 A 이하	180분	1.25배	1.6배
400 A 초과	240분	1.25배	1.6배

⑶ 과전류차단기로 저압전로에 사용하는 산업용 배선차단기(「전기용품 및 생활용품 안전관리법」에서 규정하는 것을 제외한다)는 표 212.3-2에 주택용 배선차단기는 표 212.3-3 및 표 212.3-4에 적합한 것이어야 한다. 다만, 일반인이 접촉할 우려가 있는 장소(세대내 분전반 및 이와 유사한 장소)에는 주택용 배선차단기를 시설하여야 한다.

표 212.3-2 과전류트립 동작시간 및 특성(산업용 배선차단기)

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

표 212.3-3 순시트립에 따른 구분(주택용 배선차단기)

형	순시트립범위
B	3In 초과 ~ 5In 이하
C	5In 초과 ~ 10In 이하
D	10In 초과 ~ 20In 이하
비고 1. B, C, D: 순시트립전류에 따른 차단기 분류 2. In: 차단기 정격전류	

표 212.3-4 과전류트립 동작시간 및 특성(주택용 배선차단기)

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. 과부하전류에 대한 보호(212.4)

1) 도체와 과부하 보호장치 사이의 협조

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

$I_B \leq I_n \leq I_Z$ ..... (식 212.4-1)

$I_2 \leq 1.45 \times I_Z$ ..... (식 212.4-2)

I_B : 회로의 설계전류

I_Z : 케이블의 허용전류

I_n : 보호장치의 정격전류

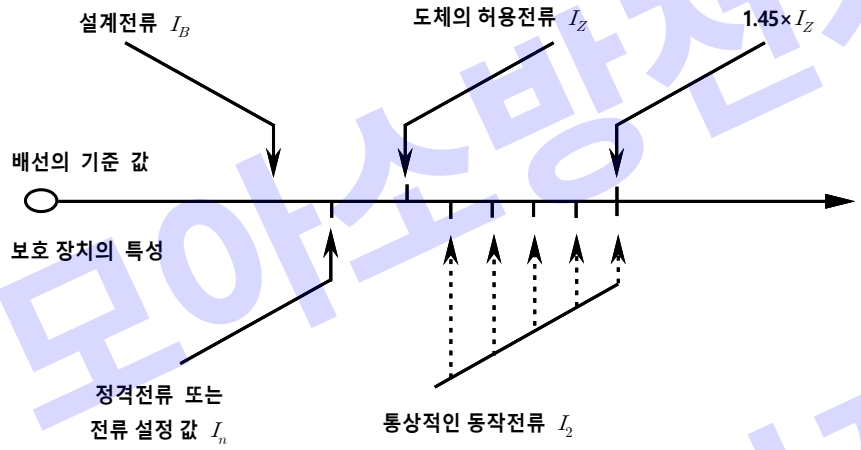
I_2 : 보호장치가 규약시간 이내에 유효하게 동작하는 것을 보장하는 전류

2) 조정할 수 있게 설계 및 제작된 보호장치의 경우, 정격전류 I_n은 사용현장에 적합하게 조정된 전류의 설정 값이다.

3) 보호장치의 유효한 동작을 보장하는 전류 I_2는 제조자로부터 제공되거나 제품 표준에 제시되어야 한다.

4) 식 212.4-2에 따른 보호는 조건에 따라서는 보호가 불확실한 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우에는 식 212.4-2에 따라 선정된 케이블 보다 단면적이 큰 케이블을 선정하여야 한다.

5) I_B는 선도체를 흐르는 설계전류이거나, 함유율이 높은 영상분 고조파(특히 제3고조파)가 지속적으로 흐르는 경우 중성선에 흐르는 전류이다.



(그림) 과부하 보호 설계 조건도

4. 과부하 보호장치의 설치 위치(212.4.2)

1) 설치위치

과부하 보호장치는 전로 중 도체의 단면적, 특성, 설치방법, 구성의 변경으로 도체의 허용전류 값이 줄어드는 곳(이하 분기점이라 함)에 설치해야 한다.

2) 설치위치의 예외

과부하 보호장치는 분기점(O)에 설치해야 하나, 분기점(O)점과 분기회로의 과부하 보호장치의 설치점 사이의 배선 부분에 다른 분기회로나 콘센트 회로가 접속되어 있지 않고, 다음 중 하나를 충족하는 경우에는 변경이 있는 배선에 설치할 수 있다.

⑴ 그림 212.4-2와 같이 분기회로(S_2)의 과부하 보호장치(P_2)의 전원 측에 다른 분기회로 또는 콘센트의 접속이 없고 212.5의 요구사항에 따라 분기회로에 대한 단락보호가 이루어지고 있는 경우, P_2는 분기회로의 분기점(O)으로부터 부하 측으로 거리에 구애 받지 않고 이동하여 설치할 수 있다.

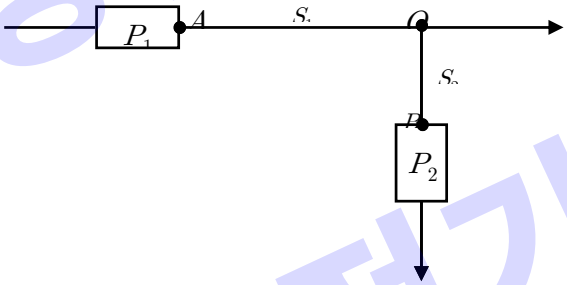


그림 212.4-2 분기회로(S_2)의 분기점(O)에 설치되지 않은 분기회로 과부하보호장치(P_2)

⑵ 그림 212.4-3과 같이 분기회로 (S_2)의 보호장치 (P_2)는 (P_2)의 전원 측에서 분기점(O) 사이에 다른 분기회로 또는 콘센트의 접속이 없고, 단락의 위험과 화재 및 인체에 대한 위험성이 최소화 되도록 시설된 경우, 분기회로의 보호장치 (P_2)는 분기회로의 분기점(O)으로부터 3 m 까지 이동하여 설치할 수 있다.

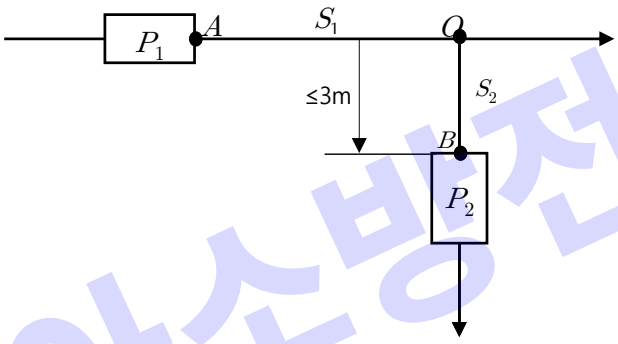


그림 212.4-3 분기회로(S_2)의 분기점(O)에서 3 m 이내에 설치된 과부하 보호장치(P_2)

3-6. 감전보호용 등전위본딩에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 한국전기설비규정

1. 개요

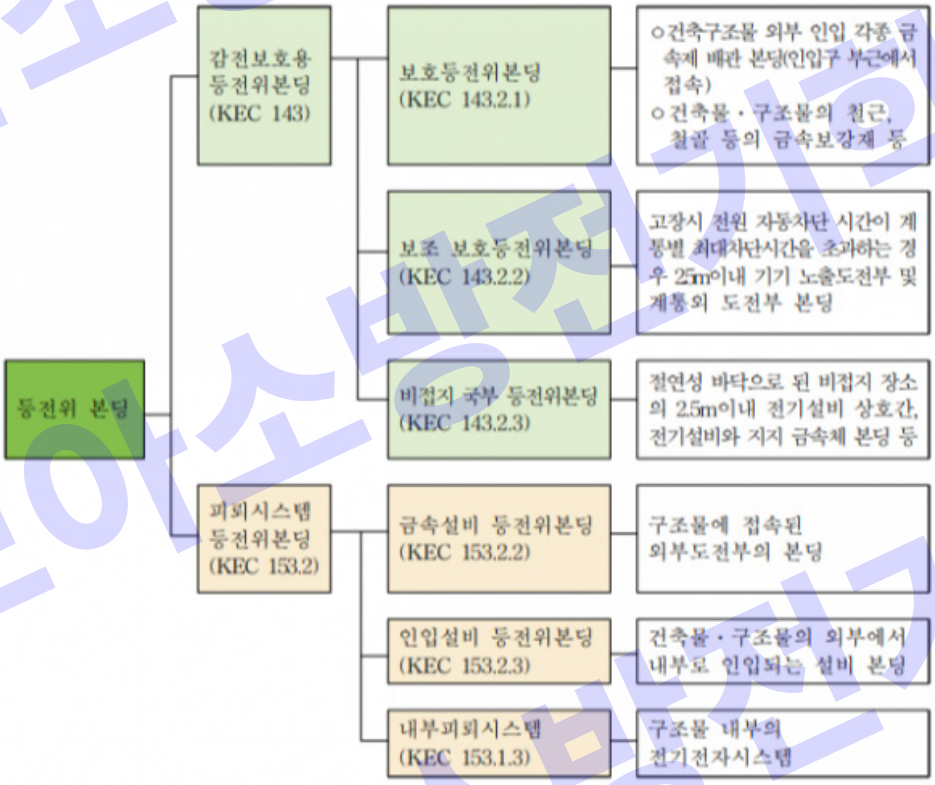
1) 등전위 본딩의 정의

⑴ 동시 접근 가능한 도전성 부분 간 동시에 접속하더라도 위험한 접촉전압이 발생되지 않기위한 안전(Safety)을 위한 도전성 부분 간의 전기적 접속

⑵ 주등전위 본딩, 보조등전위 본딩, 비접지 등전위 본딩으로 구분한다.

2. 등전위본딩의 분류

저압 전로설비, 정보통신설비, 피뢰시스템 등에 있어서 필수적인 기술



3. 주 등전위본딩

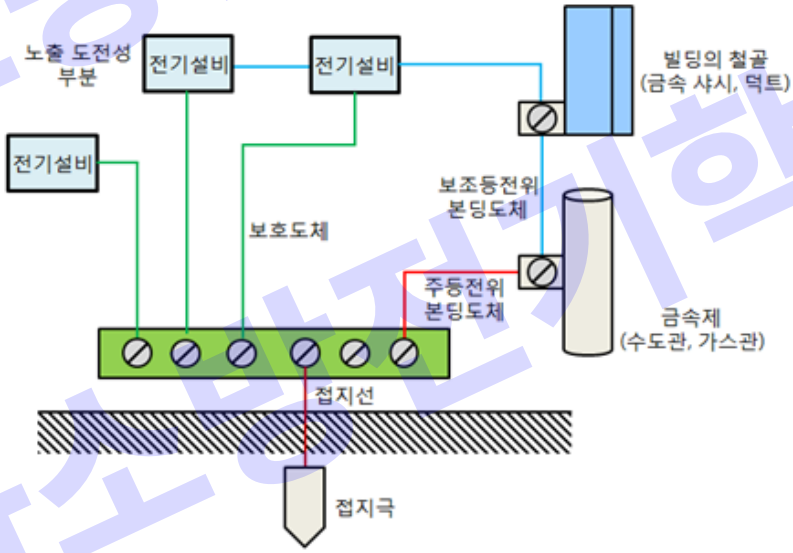
1) 건축물의 외부에서 인입하는 각종 금속제 인입설비의 배관은 최대 단면적을 갖는 배관부분에서 서로 접속되어야 하며, 가능한 한 인입구 부근에서 접속한다. 건축물 안에서 수도관과 가스관의 배관은 건축물로 유입되는 방향의 최초 밸브 후단에서 등전위본딩을 한다.

2) 건축물에서 접지도체, 주 접지단자와 다음의 도전성 부분은 등전위본딩에 접속한다.

(1) 수도관, 가스관과 같이 건축물로 인입되는 인입계통의 금속관

(2) 접촉할 수 있는 건축물의 계통 외 도전부, 금속제 중앙 난방설비

(3) 철근콘크리트조의 금속보강



4. 보조 등전위본딩

1) 보조 등전위본딩은 고장에 대한 추가 보호대책으로서 화재, 기기의 응력에 대한 보호 등 다른 이유에 의한 전원의 차단이 필요한 경우도 포함되며, 설비 전체 또는 일부분, 특정한 장소 및 기기에 적용될 수 있다.

2) 전기 부분에 고장 발생 시 자동 차단 조건이 충족되지 않는 경우 보조 등전위본딩을 하며, 보조 등전위본딩을 실시한 경우라도 전원의 차단이 필요하다. 사람이 동시에 접촉할 수 있는 범위(2.5m 미만의 이격거리)에 설치되어 있는 고정 기기의 노출 도전부, 수도관, 가스관, 덕트, 철근콘크리트 바닥의 주요 금속보강재와 같은 계통 외 도전부는 보조 등전위본딩을 한다.

3) 보조 등전위본딩은 주 등전위본딩을 보완하기 위한 것이다. 또한 교류 계통의 유효성이 의심되는 경우에는 노출 도전부와 계통 외 도전부 사이의 전기저항( )이 [Ω]의 조건을 충족하는지를 확인해야 한다. 여기서, [A]는 보호장치의 동작전류로 누전차단기의 경우 정격감도전류, 과전류차단기의 경우 5초 이내에 동작하는 전류이다.

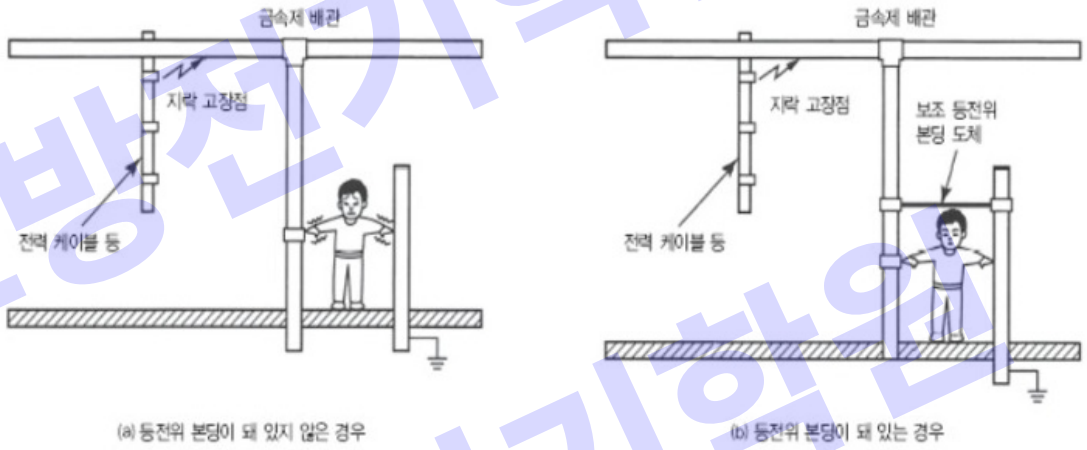
4) 보조 등전위본딩를 실시하는 특수한 장소

(1) 욕조 또는 샤워욕조가 설치된 장소

(2) 수영풀장 또는 기타 욕조가 설치된 장소

(3) 이동식 숙박차량 또는 숙박차량 정박지의 전기설비

(4) 피뢰설비

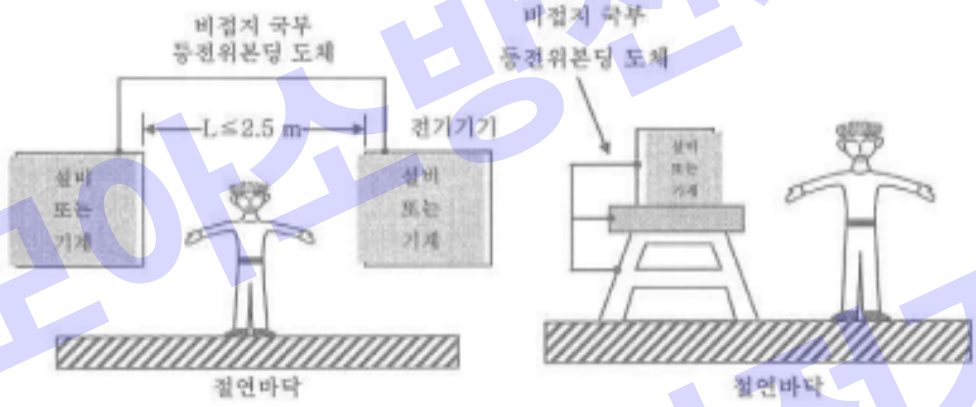


(a) 등전위 본딩이 돼 있지 않은 경우　　(b) 등전위 본딩이 돼 있는 경우

5. 비접지 국부 등전위본딩

1) 비접지 국부 등전위본딩은 절연고장에 대한 감전보호대책으로 전원의 자동차단에 의한 보호가 적용될 수 없는 경우, 즉 접지를 하지 않은 경우에 보호대책으로 사용

2) 접지 국부 등전위본딩은 대지에 전기적으로 접촉되어서는 안되며, 노출도전부 또는 계통 외 도전부를 통해서도 대지에 직접 전기적으로 접촉되어서는 안된다. 대지로부터 절연된 도전성 바닥이 비접지 등전위본딩 계통에 접속되어 있는 경우 등전위 장소에 있는 사람이 위험한 전위차에 노출되지 않도록 한다.



6. 등전위본딩의 시설방법

1) 등전위본딩 도체로 사용 안되는 도체의 종류

(1) 금속제 수도관

(2) 인화성 가스 또는 액체가 채워진 관

(3) 통상의 사용 상태에서 기계적 응력을 받는 구조물의 부품

(4) 등전위본딩용으로 설계되지 않은 가요성 금속관

(5) 가요성 금속제 부품

(6) 지지선

2) 주 접지단자에 접속되는 본딩도체의 단면적

재질	구리	알루미늄	강철
단면적(㎟)	6	16	50
(낙뢰 포함)	16	25	50

모아소방전기학원

제4교시 문제풀이

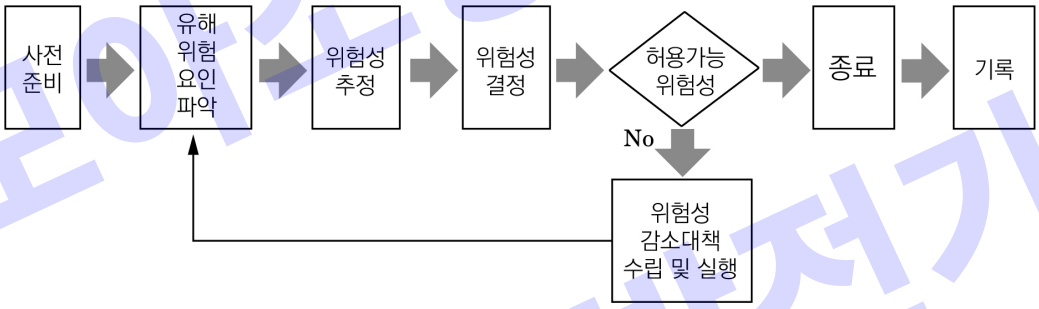
4-1. 사업장 위험성 평가에서 다음 항목을 설명하시오.
1) 위험성평가 절차
2) 근로자 참여
3) 유해.위험요인 파악
4) 위험성 감소대책 수립 및 실행

답)

출처 : 사업장 위험성평가에 관한 지침

1. 위험성 평가 절차(제8조)

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



1) 1단계
사전준비를 통해 평가대상을 확정하고 실무에 필요한 자료를 입수

2) 2단계
다양한 방법을 통해 유해·위험요인을 파악

3) 3단계
파악된 유해·위험요인에 대한 위험성을 추정

4) 4단계
유해·위험요인에 대한 위험성을 결정하고 허용 가능 여부를 판단

5) 5단계

허용할 수 없는 위험성의 경우 감소대책을 세워야 하며 감소대책은 실행 가능하고 합리적인 대책인지를 검토하고 감소대책은 우선순위를 정해 실행하고 실행 후에는 허용할 수 있는 범위 이내이어야 함. 위험성평가가 종료되면 그 결과를 기록하여 문서로 보존하여야 하며, 남아있는 유해·위험 정보를 게시하고 근로자에게 주지시켜야 함.

2. 근로자 참여(제6조)

1) 관리감독자가 해당 작업의 유해·위험요인을 파악하는 경우

2) 사업주가 위험성 감소대책을 수립하는 경우

3) 위험성평가 결과 위험성 감소대책 이행여부를 확인하는 경우

3. 유해. 위험요인 파악(제10,11조)

1) 유해. 위험요인 파악

⑴ 사업장 순회점검에 의한 방법

⑵ 청취조사에 의한 방법

⑶ 안전보건 자료에 의한 방법

⑷ 안전보건 체크리스트에 의한 방법

⑸ 그 밖에 사업장의 특성에 적합한 방법

2) 위험성추정

⑴ 가능성과 중대성을 행렬을 이용하여 조합하는 방법

⑵ 가능성과 중대성을 곱하는 방법

⑶ 가능성과 중대성을 더하는 방법

⑷ 그 밖에 사업장의 특성에 적합한 방법

⑸ 위험성 추정 시 유의사항

① 예상되는 부상 또는 질병의 대상자 및 내용을 명확하게 예측할 것

② 최악의 상황에서 가장 큰 부상 또는 질병의 중대성을 추정할 것

③ 부상 또는 질병의 중대성은 부상이나 질병 등의 종류에 관계없이 공통의 척도를 사용하는 것이 바람직하며, 기본적으로 부상 또는 질병에 의한 요양기간 또는 근로손실 일수 등을 척도로 사용할 것

④ 유해성이 입증되어 있지 않은 경우에도 일정한 근거가 있는 경우에는 그 근거를 기초로 하여 유해성이 존재하는 것으로 추정할 것

⑤ 기계·기구, 설비, 작업 등의 특성과 부상 또는 질병의 유형을 고려할 것

4. 위험성 감소대책 수립 및 실행(제13조)

1) 위험성을 결정한 결과 허용 가능한 위험성이 아니라고 판단되는 경우에는 위험성의 크기, 영향을 받는 근로자 수 및 다음 순서를 고려하여 위험성 감소를 위한 대책을 수립하여 실행하여야 한다. 이 경우 법령에서 정하는 사항과 그 밖에 근로자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위하여 필요한 조치를 반영하여야 한다.
   ⑴ 위험한 작업의 폐지·변경, 유해·위험물질 대체 등의 조치 또는 설계나 계획 단계에서 위험성을 제거 또는 저감하는 조치
   ⑵ 연동장치, 환기장치 설치 등의 공학적 대책
   ⑶ 사업장 작업절차서 정비 등의 관리적 대책
   ⑷ 개인용 보호구의 사용

2) 위험성 감소대책을 실행한 후 해당 공정 또는 작업의 위험성의 크기가 사전에 자체 설정한 허용 가능한 위험성의 범위인지를 확인하여야 한다.

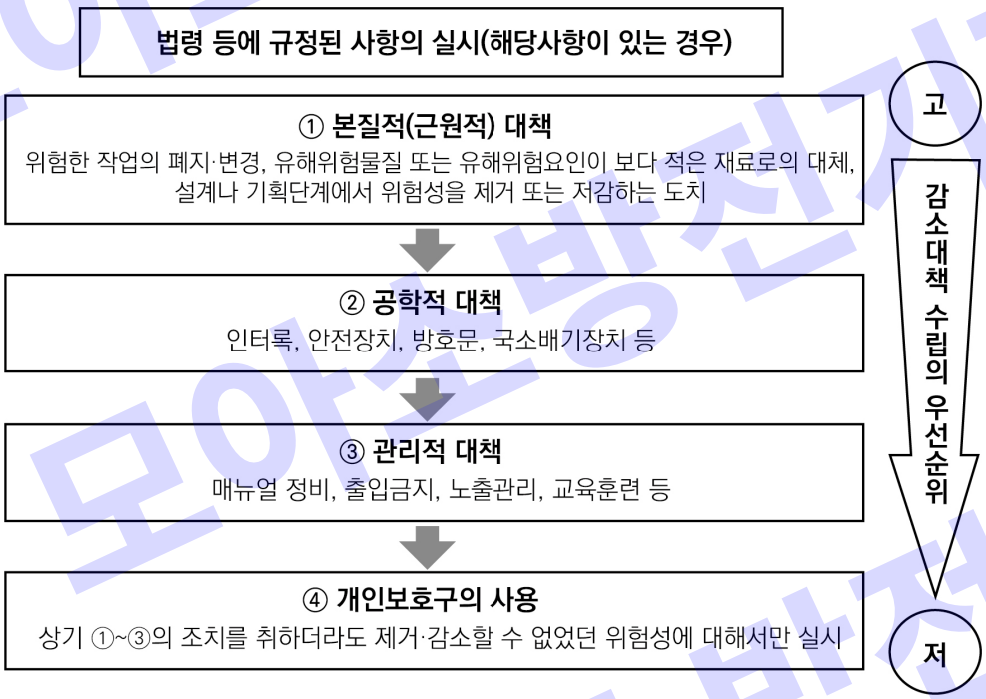
3) 확인 결과, 위험성이 자체 설정한 허용 가능한 위험성 수준으로 내려오지 않는 경우에는 허용 가능한 위험성 수준이 될 때까지 추가의 감소대책을 수립·실행하여야 한다.

4) 중대재해, 중대산업사고 또는 심각한 질병이 발생할 우려가 있는 위험성으로서 제1)에 따라 수립한 위험성 감소대책의 실행에 많은 시간이 필요한 경우에는 즉시 잠정적인 조치를 강구하여야 한다.

5) 위험성평가를 종료한 후 남아 있는 유해·위험요인에 대해서는 게시, 주지 등의 방법으로 근로자에게 알려야 한다.

6) 위험성 감소대책 흐름도





4-2. 한국전기설비규정(KEC)에서 정하는 안전을 위한 보호에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 한국전기설비규정

안전을 위한 보호(KEC 113)

1. 일반 사항(113.1)

안전을 위한 보호의 기본 요구사항은 전기설비를 적절히 사용할 때 발생할 수 있는 위험과 장애로부터 인축 및 재산을 안전하게 보호함을 목적으로 하고 있다. 가축의 안전을 제공하기 위한 요구사항은 가축을 사육하는 장소에 적용할 수 있다.

2. 감전에 대한 보호(113.2)

1) 기본보호

기본보호는 일반적으로 직접접촉을 방지하는 것으로, 전기설비의 충전부에 인축이 접촉하여 일어날 수 있는 위험으로부터 보호되어야 한다. 기본보호는 다음 중 어느 하나에 적합하여야 한다.

⑴ 인축의 몸을 통해 전류가 흐르는 것을 방지

⑵ 인축의 몸에 흐르는 전류를 위험하지 않는 값 이하로 제한

2) 고장보호

고장보호는 일반적으로 기본절연의 고장에 의한 간접접촉을 방지하는 것이다.

⑴ 노출도전부에 인축이 접촉하여 일어날 수 있는 위험으로부터 보호되어야 한다.

⑵ 고장보호는 다음 중 어느 하나에 적합하여야 한다.

① 인축의 몸을 통해 고장전류가 흐르는 것을 방지

② 인축의 몸에 흐르는 고장전류를 위험하지 않는 값 이하로 제한

③ 인축의 몸에 흐르는 고장전류의 지속시간을 위험하지 않은 시간까지로 제한

3. 열 영향에 대한 보호(113.3)

고온 또는 전기 아크로 인해 가연물이 발화 또는 손상되지 않도록 전기설비를 설치하여야 한다. 또한 정상적으로 전기기기가 작동할 때 인축이 화상을 입지 않도록 하여야 한다.

4. 과전류에 대한 보호(113.4)

1) 도체에서 발생할 수 있는 과전류에 의한 과열 또는 전기·기계적 응력에 의한 위험으로부터 인축의 상해를 방지하고 재산을 보호하여야 한다.

2) 과전류에 대한 보호는 과전류가 흐르는 것을 방지하거나 과전류의 지속시간을 위험하지 않는 시간까지로 제한함으로써 보호할 수 있다.

5. 고장전류에 대한 보호(113.5)

1) 고장전류가 흐르는 도체 및 다른 부분은 고장전류로 인해 허용온도 상승 한계에 도달하지 않도록 하여야 한다. 도체를 포함한 전기설비는 인축의 상해 또는 재산의 손실을 방지하기 위하여 보호장치가 구비되어야 한다.

2) 도체는 113.4에 따라 고장으로 인해 발생하는 과전류에 대하여 보호되어야 한다.

6. 과전압 및 전자기 장애에 대한 대책(113.6)

1) 회로의 충전부 사이의 결함으로 발생한 전압에 의한 고장으로 인한 인축의 상해가 없도록 보호하여야 하며, 유해한 영향으로부터 재산을 보호하여야 한다.

2) 저전압과 뒤이은 전압 회복의 영향으로 발생하는 상해로부터 인축을 보호하여야 하며, 손상에 대해 재산을 보호하여야 한다.

3) 설비는 규정된 환경에서 그 기능을 제대로 수행하기 위해 전자기 장애로부터 적절한 수준의 내성을 가져야 한다. 설비를 설계할 때는 설비 또는 설치 기기에서 발생되는 전자기 방사량이 설비 내의 전기사용기기와 상호 연결 기기들이 함께 사용되는 데 적합한지를 고려하여야 한다.

7. 전원공급 중단에 대한 보호(113.7)

전원공급 중단으로 인해 위험과 피해가 예상되면, 설비 또는 설치기기에 적절한 보호장치를 구비하여야 한다.

모아소방전기학원

4-3. 산업안전보건기준에 관한 규칙에 따른 사업주의 전기 작업 위험방지 조치에 대하여 설명하시오.
1) 유자격자의 대상
2) 전로차단절차
3) 전로를 차단하지 못하는 경우
4) 정전작업 완료 후 준수사항

답)

출처 : 산업안전보건기준의 관한 규칙

산업안전보건기준에 관한 규칙(제318, 319조)

1. 유자격자의 대상

자격 · 면허 · 경험 또는 기능을 갖춘 사람

1) 「국가기술자격법」에 따른 전기기능사, 철도신호기능사 및 전기철도기능사 이상의 자격
2) 「초·중등교육법」에 따른 고등학교에서 전기에 관한 학과를 졸업한 사람 또는 이와 같은 수준 이상의 학력 소지자
3) 「국민 평생 직업능력 개발법」에 따른 해당 분야 직업능력개발훈련 이수자
4) 관계 법령에 따라 해당 작업을 할 수 있도록 허용된 사람

2. 전로차단절차

1) 전기기기등에 공급되는 모든 전원을 관련 도면, 배선도 등으로 확인할 것
2) 전원을 차단한 후 각 단로기 등을 개방하고 확인할 것
3) 차단장치나 단로기 등에 잠금장치 및 꼬리표를 부착할 것
4) 개로된 전로에서 유도전압 또는 전기에너지가 축적되어 근로자에게 전기위험을 끼칠 수 있는 전기기기등은 접촉하기 전에 잔류전하를 완전히 방전시킬 것
5) 검전기를 이용하여 작업 대상 기기가 충전되었는지를 확인할 것
6) 전기기기등이 다른 노출 충전부와의 접촉, 유도 또는 예비동력원의 역송전 등으로 전압이 발생할 우려가 있는 경우에는 충분한 용량을 가진 단락 접지기구를 이용하여 접지할 것

3. 전로를 차단하지 못하는 경우

1) 생명유지장치, 비상경보설비, 폭발위험장소의 환기설비, 비상조명설비 등의 장치 · 설비의 가동이 중지되어 사고의 위험이 증가되는 경우
2) 기기의 설계상 또는 작동상 제한으로 전로차단이 불가능한 경우
3) 감전, 아크 등으로 인한 화상, 화재 · 폭발의 위험이 없는 것으로 확인된 경우

4. 정전작업 완료 후 준수사항

1) 작업기구, 단락 접지기구 등을 제거하고 전기기기등이 안전하게 통전될 수 있는지를 확인할 것

2) 모든 작업자가 작업이 완료된 전기기기등에서 떨어져 있는지를 확인할 것

3) 잠금장치와 꼬리표는 설치한 근로자가 직접 철거할 것

4) 모든 이상 유무를 확인한 후 전기기기등의 전원을 투입할 것

모아소방전기학원

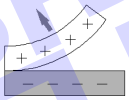
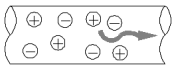
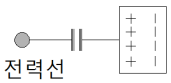
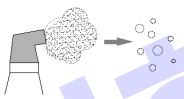
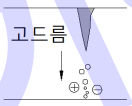
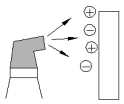
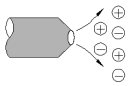
4-4. 산업현장에서 발생하는 정전기에 대하여 다음 항목을 설명하시오.

1) 정전기 발생형태
2) 정전기 방전종류
3) 정전기 재해종류
4) 정전기 방지대책

답)

출처 : 모아 전기안전기술사

1. 정전기 발생형태

구 분	설 명	형 태
마찰대전	• 마찰대전은 물체가 마찰하면 일어나는 대전현상이며, 서로 마찰한 2개의 물체의 접촉, 분리에 의해 정전기가 발생한다. • ex) 벨트, 롤, 분체, 시트 등은 주로 마찰대전 현상 발생한다.	
박리대전	• 밀착 접촉된 물체를 당길 때 일어나는 대전현상이다. • ex) 밀착된 종이, 필름, 시트 등 얇은 물질 분리 시 발생한다.	
유동대전	• 고유저항이 큰 액체류의 배관 내 유동 시 대전현상이다. • 액체류의 상호충돌, 관벽과의 마찰에 의해서 발생한다.	
유도대전	• 전력선의 정전유도 현상으로 근처에 도체가 대전된다. • 전력선의 상호커패시턴스가 불평형되면 그 크기가 증대된다.	
비말대전	• 분출된 액체류가 비산되어 분리할 때 발생한다. • 비산분리 후에 새로운 표면을 형성하여 물방울로 될 때 발생한다.	
적하대전	• 물방울이 떨어지면서 전하분리 발생하여 대전되는 현상 • 고드름에 부착해 있는 액체가 물방울로 떨어질 때 발생한다.	
충돌대전	• 분체류에 의한 입자끼리 또는 입자와 고체(예 : 용기벽)와의 충돌에 의해서 빠르게 접촉, 분리가 일어나기 때문에 발생.	
분출대전	• 분체류, 액체류, 기체류가 단면적이 작은 개구부(노즐, 균열 등)에서 분출할 때 마찰이 일어나서 정전기가 발생하는 현상	
기 타	• 침강대전·부상대전 : 액체 유동 중 정지에 따른 비중차에 따른 침강·부상 중 발생 • 동결대전 : 극성을 갖는 물 등이 동결되어 파괴할 때 발생하는 대전현상	

2. 정전기 방전종류

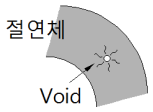
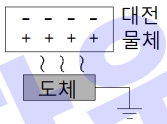
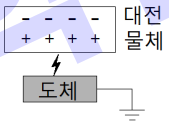
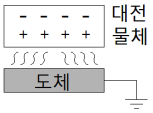
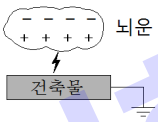
1) 방전 이론

(1) 방전이란 정전기의 전기적 작용에 의해 일어나는 전리작용(전자를 완전분리)에 의해 발생하는 현상이다.

(2) 공기의 절연파괴 강도(DC 약 30kV/cm)에 달한 경우에 일어나는 기체의 전리현상이다.

(3) 정전기 방전 시 축적된 에너지가 공간에 방출하여 열, 파괴음, 발광 등을 발생시킨다.

2) 방전의 종류

방전구분	설 명	형 태
Corona 방전	• 국부적인 불평등 전계로 인한 전계의 집중에 의한 방전이다. • 아주 작은 파괴음을 수반하며, 재해원인이 될 확률은 작다. • 절연체 내부에서는 Void, 외부에서는 돌기에서 발생한다. • 고압송전선의 코로나 방전과는 구분이 필요하다.	
Streamer (Brush방전)	• 대전량이 큰 물체와 평활한 도체(접지) 사이에서의 방전이다. • 비교적 강한 파괴음과 발광을 동반하는 방전이다. • 코로나방전이 강하여 전리될 때 발생할 수도 있다. • 방전에너지 밀도가 커서 정전기 재해원인이 된다.	
불꽃방전	• 대전량 큰 물체와 평활한 도체의 간격이 작은 경우 방전이다. • 갑자기 발생하는 강한 파괴음과 발광을 동반한다. • 방전에너지 밀도가 매우 커서 정전기 재해원인이 된다.	
연면방전	• 대전물체 표면에 전위상승으로 표면을 따라 발생하는 방전이다. • 방전에너지 밀도가 커서 정전기 재해원인이 된다.	
뇌상방전	• 전하를 많이 축적한 뇌운이 공기의 절연을 파괴하며 대지로 매우 큰 에너지를 방전한다. • 자연상태에서 발생하는 방전 중에 가장 크고 위험하다.	

모아소방전기학원

3. 정전기 재해종류

1) 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.

2) 전격재해
   (1) 인체에 정전기가 방전되면 갑자기 전류가 흘러 전격재해가 발생한다.
   (2) 사망하지는 않지만 근육의 수축 등으로 추락, 전도, 접촉 등으로 2차 재해 우려가 크다.
   (3) 인체의 영향의 대전전하량 2~3× 10-7C 이상 시 통증이 발생한다.

3) 생산 장애
   (1) 정전기에 의해서 생산 물품의 품질저하, 생산성 저하 등의 장애가 나타난다.
   (2) 생산공정에서의 기기의 오동작, 생산품의 오염 등의 현상이 나타난다.

4. 정전기 방지대책

1) 접 지(Earth)
   (1) 대전되어 축적된 전하들은 전위가 낮은 대지로 방류한다.
   (2) 정전기 방지의 가장 기초적인 방법으로 가장 많이 사용하는 방법이다.

2) 본 딩(Bonding)
   (1) 대전된 물체를 상호 간에 전기적으로 접속하여 전위차에 의한 감전을 방지한다.
   (2) 정전기를 근본적으로 없애지는 못하여, 일반적으로 본딩을 하고 접지를 한다.

3) 가 습(Humidification)
   (1) 일반적으로 상대습도가 60~70% 이상이 되면 공기가 약간에 도전성을 갖는다.
   (2) 또한 물체 표면에 수막이 생겨 공기 중에 CO_2가 녹아 전이되고, 정전기가 누설된다.

4) 이온화법(Ionization)
   (1) 공기 중에 이온을 만들어 대전체 표면의 전하를 중화시켜 공기 중에 방전한다.
   (2) 제전은 대전전하를 완전히 중화시키는 것은 아니고, 재해 발생을 막을 정도만 중화시킨다.
   (3) 제전기는 전압인가식 제전기, 자기방전식 제전기, 방사선식 제전기가 있다.

5) 전도성 부여(Metallizing)
   (1) 전기저항이 높은 물질 대신에 전도성이 있는 물질을 사용하여 정전기의 축적을 방지한다.
   (2) 액체의 전도성을 증가시키거나, 배관재질을 도체를 사용하여 정전기의 축적을 방지한다.

6) 마찰 감소(Friction Damping)
   (1) 마찰은 정전기를 가장 많이 발생시키므로, 매끄러운 배관이나 돌기 등이 없도록 한다.
   (2) 마찰계수가 큰 벨트를 또는 마찰되는 두 물질을 대전서열이 가까운 것으로 한다.

7) 정전차폐(Electric Shielding)

(1) 접지된 도체로 대전물체를 덮거나 둘러싸는 방법으로, 외부로 정전기의 영향이 없도록 한다.

(2) 대전물체의 표면을 도전성 물질로 덮거나, 전선의 도체를 쉴드층으로 둘러싼다.

8) 인체의 정전기 방지 대책(Antistatic Measure)

(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 1㏁의 저항을 삽입한다.

모아소방전기학원

4-5. 화재의 확산을 최소화하는데 필요한 배선설비의 시설요건을 설명하시오.
1) 배선설비의 성능향상
2) 관통부 배선설비의 시설 및 내화 밀폐재료

답)

출처 : 한국전기설비규정

한국전기설비규정 232.3.6(화재의 확산을 최소화하기 위한 배선설비의 선정과 공사)

1. 배선설비의 성능향상

1) 배선설비는 건축구조물의 일반 성능과 화재에 대한 안정성을 저해하지 않도록 설치하여야 한다.

2) 최소한 KS C IEC 60332-1-2(화재 조건에서의 전기/광섬유케이블 시험)에 적합한 케이블 및 자소성(自燒性)으로 인정받은 제품은 특별한 예방조치 없이 설치할 수 있다.

3) KS C IEC 60332-1-2(화재 조건에서의 전기/광섬유케이블 시험)의 화염 확산을 저지하는 요구사항에 적합하지 않은 케이블을 사용하는 경우는 기기와 영구적 배선설비의 접속을 위한 짧은 길이에만 사용할 수 있으며, 어떠한 경우에도 하나의 방화구획에서 다른 구획으로 관통시켜서는 안 된다.

4) KS C IEC 60439-2(저전압 개폐장치 및 제어장치 부속품), KS C IEC 61537(케이블 관리 - 케이블 트레이 시스템 및 케이블 래더 시스템), KS C IEC 61084(전기설비용 케이블 트렁킹 및 덕트시스템) 시리즈 및 KS C IEC 61386(전기설비용 전선관 시스템) 시리즈 표준에서 자소성으로 분류되는 제품은 특별한 예방조치없이 시설할 수 있다. 화염 전파를 저지하는 유사 요구사항이 있는 표준에 적합한 그 밖의 제품은 특별한 예방조치 없이 시설할 수 있다.

5) KS C IEC 60439-2(저전압 개폐장치 및 제어장치 부속품), KS C IEC 60570(등기구 전원 공급용 트랙 시스템), KS C IEC 61537-A(케이블 관리 - 케이블 트레이 시스템 및 케이블 래더 시스템), KS C IEC 61084(전기설비용 케이블 트렁킹 및 덕트시스템) 시리즈 및 KS C IEC 61386(전기설비용 전선관 시스템) 시리즈 및 KS C IEC 61534(파워트랙시스템) 시리즈 표준에서 자소성으로 분류되지 않은 케이블 이외의 배선설비의 부분은 그들의 개별 제품표준의 요구사항에 모든 다른 관련 사항을 준수하여 사용하는 경우 적절한 불연성 건축 부재로 감싸야한다.

2. 관통부 배선설비의 시설 및 내화 밀폐재료

1) 배선설비가 바닥, 벽, 지붕, 천장, 칸막이, 중공벽 등 건축구조물을 관통하는 경우, 배선설비가 통과한 후에 남는 개구부는 관통 전의 건축구조 각 부재에 규정된 내화등급에 따라 밀폐하여야 한다.

2) 내화성능이 규정된 건축구조부재를 관통하는 배선설비는 제1에서 요구한 외부의 밀폐와 마찬가지로 관통 전에 각 부의 내화등급이 되도록 내부도 밀폐하여야 한다.

3) 관련 제품 표준에서 자소성으로 분류되고 최대 내부단면적이 710 ㎟ 이하인 전선관 , 케이블트렁킹 및 케이블덕팅시스템은 다음과 같은 경우라면 내부적으로 밀폐하지 않아도 된다.

⑴ 보호등급 IP33에 관한 KS C IEC 60529(외곽의 방진 보호 및 방수 보호 등급) 의 시험에 합격한 경우

⑵ 관통하는 건축 구조체에 의해 분리된 구획의 하나 안에 있는 배선설비의 단말이 보호등급 IP33에 관한 KS C IEC 60529(외함의 밀폐 보호등급 구분(IP코드))의 시험에 합격한 경우

4) 배선설비는 그 용도가 하중을 견디는데 사용되는 건축구조부재를 관통해서는 안 된다. 다만 , 관통 후에도 그 부재가 하중에 견딘다는 것을 보증할 수 있는 경우는 제외한다.

5) 1) 또는 2)를 충족시키기 위한 밀폐 조치는 그 밀폐가 사용되는 배선설비와 같은 등급의 외부영향에 대해 견디고, 다음 요구사항을 모두 충족하여야 한다.

⑴ 연소 생성물에 대해서 관통하는 건축구조부재와 같은 수준에 견딜 것

⑵ 물의 침투에 대해 설치되는 건축구조부재에 요구되는 것과 동등한 보호등급을 갖출 것

⑶ 밀폐 및 배선설비는 밀폐에 사용된 재료가 최종적으로 결합 조립되었을 때 습성을 완벽하게 막을 수 있는 경우가 아닌 한 배선설비를 따라 이동하거나 밀폐 주위에 모일 수 있는 물방울로부터의 보호 조치를 갖출 것

⑷ 다음의 어느 한 경우라면 ⑶의 요구사항이 충족될 수 있다.

① 케이블 클리트, 케이블 타이 또는 케이블 지지재는 밀폐재로부터 750 ㎜ 이내에 설치하고 그것들이 밀폐재에 인장력을 전달하지 않을 정도까지 밀폐부의 화재측의 지지재가 손상되었을 때 예상되는 기계적 하중에 견딜 수 있다.

② 밀폐 방식 그 자체가 충분한 지지 기능을 갖도록 설계한다.

모아소방전기학원

4-6. 고압 차단기의 종류와 소호원리 및 특징에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 모아 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 접점손상 방지
5) 차단속도의 신속성으로 재점호 방지 및 계통의 보호
6) 개폐서지 고려(VCB 2차 측에 S·A설치)
7) 다른 차단기들과의 보호협조

2. 차단기의 분류

1) 차단기는 일반적으로 고압차단기와 저압차단기로 크게 분류할 수 있다.
2) 고압차단기는 VCB, GCB, OCB, MBB, PF 등이 있고, 저압차단기는 ACB, MCCB, ELB, PF, 전자접촉기 등이 있다.
3) 일반적인 수변전 설비에서 가장 많이 사용되는 차단기로는 22.9kV 인입용에는 ASS, LBS+PF, PF, VCB를 사용하고, 변전설비에서는 주로 VCB와 PF, 저압에서는 대부분 ACB, MCCB, ELB를 사용한다.
4) 차단기는 적용 장소에 특성에 따라서 적절한 차단기를 적용한다. 대부분의 차단기는 소호특성에 따라서 구분될 수 있다.

3. 고압차단기의 종류

1) 진공차단기(VCB ; Vacuum Circuit Breaker)
   ⑴ 진공 특성 중 높은 절연내력과 진공 중에 Arc의 급속한 확산을 이용하여 소호시키는 차단기이다(진공도는 10-3Torr 이하).
   ⑵ 고속도 차단(3~5Cycle)으로 차단성능이 우수하다(정격차단전류 22.9kV-40kA까지 개발).
   ⑶ 아크가 적고 접촉부의 소모가 적어 개폐수명이 길다.
   ⑷ 불연성이며 화재, 폭발 위험이 적다. 비교적 소형경량이며 콤팩트하고 유지점검이 용이하다.
   ⑸ 현재 일반적인 건축물의 22.9kV, 6.6kV의 계통에 가장 많이 사용하는 차단기이다.
   ⑹ 단, 소전류 차단 시 Surge가 발생할 수 있어, Mold 변압기에 사용하는 경우 S·A(서지흡수기)를 사용해야 한다.

2) 가스차단기(GCB ; Gas Circuit Breaker)

(1) 차단기 개폐 시 접점에서 발생하는 Arc에 SF6를 불어넣어 소호하는 방식이다.

(2) 차단성능이 우수하며, 소음이 작다. 불활성 가스를 사용하여 화재위험이 작다.

(3) 단, 가격이 고가이며 설치 시 면적이 작다. 주로 초고압계통에서 주로 GIS형태로 사용된다.

(4) 현재는 3.3kV, 6.6kV까지 사용증가 추세이다.(정격차단전류 22.9kV-50kA까지 개발)

(5) SF_6 가스의 특징

- 절연내력은 공기의 3배
- 소호능력은 공기의 100배
- 비중은 공기의 5배
- 불활성 가스, 불연성, 무독, 무취

3) 공기차단기(ABB ; Air Blast Circuit Breaker)

(1) 차단기 개폐 시 접점에서 발생하는 Arc에 압축된 공기를 불어넣어 소호하는 방식이다(압축공기는 10~30 kg/cm^2 정도).

(2) 유입차단기에 비해 화재의 위험이 적고 차단능력이 우수하고, 유지보수가 간단하다.

(3) 단, 압축공기 등의 부대설비가 필요하고, 설비가 복잡하여 근래에는 잘 사용하지 않는다.

4) 자기차단기(MBB ; Magnetic Blast Circuit Breaker)

(1) 차단기 개폐 시 접점에서 발생하는 Arc에 직각 방향으로 자계를 주어 발생된 전자력으로 소호실로 밀어 넣어 냉각 소호시키는 방식이다.

(2) 전류차단 시 과전압이 발생하지 않아서 직류차단도 가능하다.

(3) 단, 차단기 투입 시 소음이 크고, 유지관리가 어렵고, 회복전압의 초과로 성능이 떨어질 수도 있어 근래에는 잘 사용하지 않는다.

5) 유입차단기(OCB ; Oil Circuit Breaker)

(1) 차단기 개폐 시 접점에서 발생하는 Arc에 유류를 뿌려서 소호시킨다. 전류가 클 경우에는 발생하는 Arc에 의한 기름분해 현상으로 Arc가 소호현상을 가중시킨다.

(2) 가격이 저렴하고, 차단성능이 매우 우수하고, 소음이 작다.

(3) 단, 기름을 사용하여 유지관리가 어렵고, 화재위험이 있어 근래에는 거의 사용하지 않는다.

모아소방전기학원

4. 고압차단기 특징 비교

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
게폐 서지 전압		약간 높다	매우 낮다	매우 높다	낮다
차단성능	단락전류	대전류 차단적합	대전류 차단적합	대전류 차단 적합	중전류 차단적합
	콘덴서전류	재점호 거의 없다	최적	최적	재점호 1회정도
	유도성 소전류	이상전압 발생가능성 있다.	이상전압 발생하지 않는다.	이상전압 발생 별도보호 필요	이상전압 발생가능성 있다.
	이상지락고장	가능	가능	가능	가능
	차단시간	3(Cycle)	3(Cycle)	3(Cycle)	5(Cycle)
화재 위험도		가연성	불연성(가장안전)	불연성(가장안전)	난연성
차단시 소음		크다	매우 작다	가장 작다	크다
보수.점검		번잡	용이(가스점검)	용이	약간번잡
기계적 수명		10,000회	10,000회	20,000회	10,000회
외기의 영향		습기 영향 받음	영향 받지 않음	전혀 받지 않음	영향을 받지 않음
부하의 적용		일반용에 적용	개폐서지 관계없이	Condenser 개폐용	개폐서지를 고려

모아소방전기학원

MOA FACTORY
모아바 www.moa-ba.com
모아소방전기학원 www.moate.co.kr