

»모아는 Challenge다«

전기분야의 Legend, 모아소방전기학원

제 125회 전기안전기술사

[문제풀이집]

교수: 오부영, 황모아 기술사

Legend 모아소방전기학원의 자랑!

모아소방전기학원 2012~2021년

전체 수강생의 1/7을 합격시킨, 진정한 Legend!

“실제 수강생 대비 합격률 대한민국 1위”
강의만족도 90%, 강의 평균 재수강률 80%
“8년간의 검증” 모방이 불가능한 커리큘럼
열정적으로 2021년을 시작합니다.

Legend 모아소방전기학원의 최강의 강사진!

황모아 원장, **홍성철** 교수 “건축전기 기본반과 연구반, 전기안전 특강반”

김영민 교수 “섬세한 발송배전 기본튼튼 강의”

오부영 교수 “최단기 합격비법 전기안전 · 전기응용반 강의”

» 모아소방전기학원 전기기술사반의 Strength!

첫 번째 : 대한민국 최고의 강사진!

▷ 최고 전문성을 갖춘 검증된 소방기술사 교수진 5명 강의 중

두 번째 : 충분한 공부시간 확보!

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

세 번째 : Class Line-up!

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

네 번째 : 동영상 무료제공!

▷ 수강 기간 동안 제공되는 복습용 동영상 제공!!

다섯 번째 : 스터디룸 무료제공!

▷ 토요일/일요일: 정규반, 심화반 오전/오후 별도의 스터디룸 제공

모아소방전기학원 / 전기기술사 개강일정

건축전기설비기술사 (홍성철 교수 / 황모아 원장)

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

전기안전(응용)기술사 (오부영 교수)

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

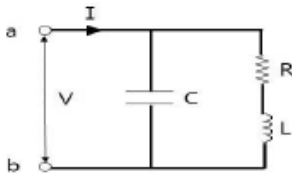
발송배전기술사 (김영민 교수)

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

제125회 전기안전기술사 1차 필기문제(2021년07월31일)

1 교시

1. 분산형전원 배전계통 연계기술기준에 따라 비정상 전압에 대하여 다음사항을 설명하시오.
 - 1) 분산형전원 분리시간
 - 2) 분산형전원 운전지속시간
2. 지하 전력공동구에서 작업 시 산업안전보건기준에 관한 규칙에 따른 밀폐공간 작업 프로그램과 관련하여 다음사항에 대하여 설명하시오.
 - 1) 적정공기
 - 2) 산소결핍
 - 3) 밀폐공간 작업 프로그램에 포함될 내용
 - 4) 작업시작 전 점검사항
3. 다음과 같은 회로에서 전압 V 와 합성전류 I 가 동상이 되기 위한 ω 의 값을 구하시오.



4. 보호구 안전인증 고시에 따른 산업현장의 안전화에 대하여 설명하시오.
 - 1) 안전화의 종류
 - 2) 안전화 등급 및 사용장소
5. 산업재해의 기본원인인 4M의 종류와 내용에 대하여 설명하시오.
6. 전기품질 용어 중 순시전압강화와 순시전압상승에 대하여 설명하시오.
7. 다음의 용어에 대하여 설명하시오.
 - 1) 표준충격전압파형
 - 2) 표준충격전류파형
8. 발·변전소, 송전선로, 전기설비에서 지락사고 발생 시 지락점을 중심으로 대지전위가 상승한다. 대지전위 상승에 영향을 미치는 요소와 대지전위 저감 및 피해방지 대책에 대하여 설명하시오.
9. 장거리 송전선로에서 발생하는 페란티 현상에 대하여 설명하시오.

10. 전력기술관리법령에 따른 감리업자의 사업수행능력 평가기준과 평가항목별 배점범위 조정 및 가·감점 기준에 대하여 설명하시오.
11. 전력기술관리법령에 의한 전력시설물 공사감리업무 수행지침에서 규정하고 있는 검사체크리스트 작성 목적과 검사 절차를 설명하시오.
12. 유해·위험설비를 보유한 사업주는 중대산업사고를 예방하기 위하여 공정안전보고서를 고용노동부 장관에게 제출하여야 한다. 산업안전보건법령에 따른 공정안전보고서 제출대상 7가지를 쓰시오.
13. 작업 대상물에 나타나거나 잠재되어 있는 모든 물리적, 화학적 위험과 근로자의 불안정한 행동요인을 발견하기 위해 사용하는 작업안전분석(JSA : Job Safety Analysis)기법에 대하여 설명하시오.

2 교시

1. 재해로 인하여 발생하는 손실비용인 재해코스트의 산정방식을 하인리히(Heinrich) 방식과 시몬즈(Simonds) 방식으로 구분하여 설명하시오.
2. 연료전지의 특징, 설비구성 요소, 연료전지의 종류에 대하여 설명하시오.
3. 누전경보기의 설치대상과 설치기준 및 동작원리에 대하여 설명하시오.
4. 물류창고에서 전기기계기구를 사용하는 경우 배선 및 이동전선으로 인한 위험을 방지하기 위하여 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 규정하는 내용을 설명하시오.
5. 직격뢰로부터 대상물을 보호하기 위한 피뢰시스템의 수뢰부, 인하도선, 접지극, 부품 및 접속에 대하여 설명하시오.
6. 한국전기설비규정에 따른 태양광발전설비에 대한 다음의 내용을 설명하시오.
 - 1) 태양전지 모듈의 직렬군 최대개방전압이 직류 750V 초과 1,500V 이하인 시설장소의 울타리 등 안전조치 사항
 - 2) 태양전지 모듈의 시설(모듈, 전력변환장치, 모듈이 지지하는 구조물) 기준
 - 3) 과전류 및 지락보호장치, 계측장치의 시설

3 교시

1. 태양광발전설비의 점검 및 설치기준에 대하여 설명하시오.
2. 가공 송전설비의 가선공사에서 연선 및 긴선작업 시 안전관리 대책에 대하여 설명하시오.
3. 피뢰기의 종류와 기능 및 구비조건, 속류와 정격전압에 대하여 설명하시오.
4. 수변전설비에서 사용하는 디지털 계전기에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 동작원리 및 특징
 - 2) 기능 및 회로구성
 - 3) 디지털(Digital) 계전기와 아날로그(Analog) 계전기 비교
5. 직류 송전방식과 교류 송전방식의 특징에 대하여 설명하시오.
6. 전력시설물 공사에서 감리원의 자격을 구분하고 책임감리원 및 보조감리원의 배치기준과 감리원의 업무범위에 대하여 설명하시오.

4 교시

1. EMF(Electric & Magnetic Field)의 생체영향과 대책에 대하여 설명하시오.
2. 한국전기설비규정(KEC)의 계통접지 시스템에 대하여 설명하시오.
3. 전기자동차 충전설비 설치 시 검토사항에 대하여 설명하시오.
4. 전기화재 시 전기배선의 금속부분에서 발생하는 용흔에 대하여 설명하시오.
5. 비상발전기 용량산정 방법과 용량산정 시 고려사항에 대하여 설명하시오.
6. 위험성평가 실시 5단계와 위험성 감소대책 수립 시 고려사항에 대하여 설명하시오.



제 1 교 시 문제풀이

1-1. 분산형전원 배전계통 연계기술기준에 따라 비정상 전압에 대하여 다음사항을 설명하시오.

- 1) 분산형전원 분리시간
- 2) 분산형전원 운전지속시간

답)

출처 ‘ 분산형전원 배전계통 연계기술기준

1. 분산형전원 분리시간

(관련기준 : 분산형전원 배전계통 연계기술기준 제13조)-2021.6.1개정)

1) 비정상 전압에 대한 분산형전원 분리시간

전압 범위 (기준전압에 대한 백분율[%])	분리시간[초]
$V < 50$	0.5
$50 \leq V < 70$	2.00
$70 < V < 90$	2.00
$110 < V < 120$	1.00
≥ 120	0.16

2) 비정상 주파수에 대한 분산형전원 분리시간

분산형전원 용량	주파수 범위[Hz]	분리시간[초]
용량 무관	$f > 61.5$	0.16
	$f < 57.5$	300
	$f < 57.0$	0.16

2. 분산형전원 운전지속시간(분산형전원 배전계통 연계기술기준 제24조)

1) 비정상 전압에 대한 운전지속시간

전압 범위 [%]	운전지속시간[초]
$V < 50$	0.15
$50 \leq V < 70$	0.16
$70 < V < 90$	1.50
$110 < V < 120$	0.20
≥ 120	-

2) 비정상 주파수에 대한 운전지속시간

주파수 범위 [Hz]	운전지속시간[초]
$f > 61.5$	-
$f < 57.5$	299
$f < 57.0$	-

1-2. 지하 전력공동구에서 작업 시 산업안전보건기준에 관한 규칙에 따른 밀폐공간 작업 프로그램과 관련하여 다음사항에 대하여 설명하시오.

- 1) 적정공기
- 2) 산소결핍
- 3) 밀폐공간 작업 프로그램에 포함될 내용
- 4) 작업시작 전 점검사항

답)

출처' 산업안전보건기준에 관한 규칙

(관련기준 : 산업안전보건기준에 관한 규칙 제618, 619조)

1. 적정공기

산소농도의 범위가 18퍼센트 이상 23.5퍼센트 미만, 탄산가스의 농도가 1.5퍼센트 미만, 일산화탄소의 농도가 30피피엠 미만, 황화수소의 농도가 10피피엠 미만인 수준의 공기를 말한다.

2. 산소결핍

공기 중의 산소농도가 18퍼센트 미만인 상태를 말한다.

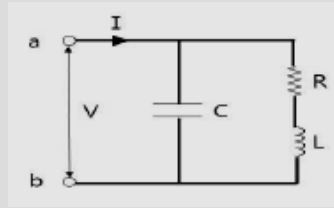
3. 밀폐공간 작업 프로그램에 포함될 내용

- 1) 사업장 내 밀폐공간의 위치 파악 및 관리 방안
- 2) 밀폐공간 내 질식·중독 등을 일으킬 수 있는 유해·위험 요인의 파악 및 관리 방안
- 3) 제2항에 따라 밀폐공간 작업 시 사전 확인이 필요한 사항에 대한 확인 절차
- 4) 안전보건교육 및 훈련
- 5) 그 밖에 밀폐공간 작업 근로자의 건강장해 예방에 관한 사항

4. 작업시작 전 점검사항

- 1) 작업 일시, 기간, 장소 및 내용 등 작업 정보
- 2) 관리감독자, 근로자, 감시인 등 작업자 정보
- 3) 산소 및 유해가스 농도의 측정결과 및 후속조치 사항
- 4) 작업 중 불활성가스 또는 유해가스의 누출·유입·발생 가능성 검토 및 후속조치 사항
- 5) 작업 시 착용하여야 할 보호구의 종류
- 6) 비상연락체계

1-3. 다음과 같은 회로에서 전압 V 와 합성전류 I 가 동상이 되기 위한 ω 의 값을 구하시오.



답)

1. 계산 과정

1) L-C 병렬공진회로 해석

본 회로에서 전압 V 와 합성전류 I 가 동상이 되기 위한 ω 의 값은 회로의 어드미턴스를 구하고 그 값에서 허수부(j)가 0이 되는 조건임.

2) 계산과정

$$Y = \frac{1}{R + j\omega L} + j\omega C$$

$$Y = \frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} + j\left(\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}\right) \text{가 되며 } Y \text{의 허수부가 "0"가 되어야 하므로}$$

$$\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

2. 결과값

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

1-4. 보호구 안전인증 고시에 따른 산업현장의 안전화에 대하여 설명하시오.

1) 안전화의 종류

2) 안전화 등급 및 사용장소

답)

출처 ‘보호구 안전인증 고시

(관련기준 : 보호구 안전인증 고시 별표2)

1. 안전화의 종류

종 류	성 능 구 분
가죽제안전화	물체의 낙하, 충격 또는 날카로운 물체에 의한 찢림 위험으로부터 발을 보호하기 위한 것
고무제안전화	물체의 낙하, 충격 또는 날카로운 물체에 의한 찢림 위험으로부터 발을 보호하고 내수성을 겸한 것
정전기안전화	물체의 낙하, 충격 또는 날카로운 물체에 의한 찢림 위험으로부터 발을 보호하고 정전기의 인체대전을 방지하기 위한 것
발등 안전화	물체의 낙하, 충격 또는 날카로운 물체에 의한 찢림 위험으로부터 발 및 발등을 보호하기 위한 것
절 연 화	물체의 낙하, 충격 또는 날카로운 물체에 의한 찢림 위험으로부터 발을 보호하고 저압의 전기에 의한 감전을 방지하기 위한 것
절연장화	고압에 의한 감전을 방지 및 방수를 겸한 것
화학물질용 안전화	물체의 낙하, 충격 또는 날카로운 물체에 의한 찢림 위험으로부터 발을 보호하고 화학물질로부터 유해위험을 방지하기 위한 것

2. 안전화 등급 및 사용장소

등 급	사 용 장 소
중작업용	광업, 건설업 및 철광업등에서 원료취급, 가공, 강재취급 및 강재 운반, 건설업 등에서 중량물 운반작업, 가공대상물의 중량이 큰 물체를 취급하는 작업장으로서 날카로운 물체에 의해 찢릴우려가 있는 장소
보통 작업용	기계공업, 금속가공업, 운반, 건축업 등 공구 가공품을 손으로 취급하는 작업 및 차량 사업장, 기계 등을 운전조작하는 일반작업장으로서 날카로운 물체에 의해 찢릴우려가 있는 장소
경작업용	금속 선별, 전기제품 조립, 화학제품 선별, 반응장치 운전, 식품 가공업 등 비교적 경량의 물체를 취급하는 작업장으로서 날카로운 물체에 의해 찢릴우려가 있는 장소

1-5. 산업재해의 기본원인인 4M의 종류와 내용에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아전기안전'

1. 4M의 종류와 내용

1) Man(인간적 요인)

- (1) 심리적 원인 : 망각, 주변적 동작, 고민, 무의식 행동, 착오, 생략행위 등
- (2) 생리적 원인 : 피로, 질병, 수면부족, 신체기능 등
- (3) 직장의 원인 : 직장의 인간관계, 의사소통, 통솔력 등

2) Machine(설비적 요인)

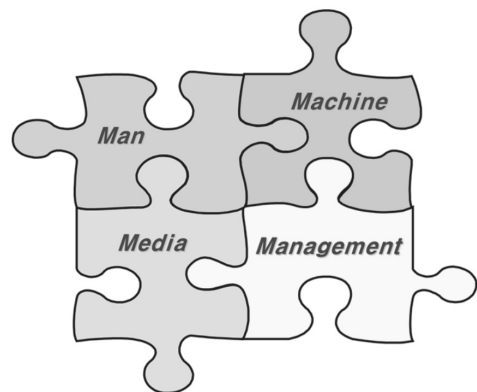
- (1) 기계, 설비의 설계상의 결함
- (2) 위험방호의 불량
- (3) 근원적으로 안전화의 미흡
- (4) 점검, 정비의 불량 등

3) Media(작업적 요인)

- (1) 작업정보의 부적절
- (2) 작업자세, 작업동작의 결함
- (3) 작업공간의 불량
- (4) 작업환경조건의 불량 등

4) Management(관리적 요인)

- (1) 안전관리조직의 결함
- (2) 안전관리규정의 불비
- (3) 안전관리계획의 미 수립
- (4) 안전교육, 훈련의 부족
- (5) 적성배치 부적절
- (6) 건강관리의 불량
- (7) 부하에 대한 지도, 감독 부족 등



1-6. 전기품질 용어 중 순시전압강하와 순시전압상승에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아전기안전'

1. 순시전압강하(Voltage sag)

1) 정의

- (1) IEC: 0.5~30Cycle 동안 전력계통에서 전압이 rms값으로 0.1~0.9[pu] 이내로 감소하는 현상
- (2) IEEE: 0.5Cycle 동안 전력계통에서 전압이 rms값으로 0.1~0.9[pu] 이내로 감소하는 현상

2) 원인

(1) 전력공급측

- ① 차단기 동작책무로 재폐로 동작
- ② 배전선로 리클로저 재폐로 동작
- ③ 전력계통 사고(낙뢰, 단락, 지락 등) 및 배전선로 수목접촉

(2) 수용가측

- ① 작업정전: 중부하 이상개폐, 선로복구작업
- ② 사고정전: 선로사고(낙뢰, 단락, 지락 등)로 인한 보호계전기 동작
- ③ 전압강하: 변압기 여자전류, 대용량 전동기 기동
- ④ 플리커 부하: 전기로, 아크로 등

2. 순시전압상승

1) 정의

- (1) 전압상승(Voltage swell)은 정격주파수에서 0.5cycle에서 1분정도의 지속시간으로 전압 · 전류 실효치의 1.1~1.8[PU]의 전압이 증가하는 것을 말한다.
- (2) 특히 0.5~30cycle 정도의 지속시간을 가지는 것을 순시전압상승(Instantaneous voltage swell)이라 한다.

2) 원인

- (1) 전압상승은 1선지락 사고 시 건전상의 순간적인 전압상승이 발생
- (2) 대형부하의 스위칭과 커패시터 뱅크의 충전에 의해서도 발생

1-7. 다음의 용어에 대하여 설명하시오.

1) 표준충격전압파형 2) 표준충격전류파형

답)

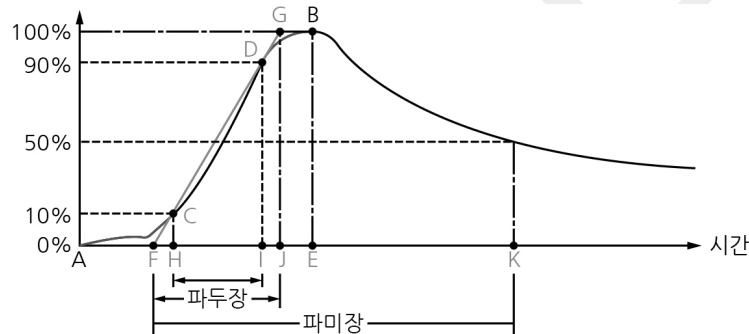
출처' 모아전기안전

1. 충격파의 의미

- 1) 전압 또는 전류가 얼마나 급상승하느냐 하는 것을 표시하는 파두준도
- 2) 전압 또는 전류가 얼마까지 올라가느냐 하는 파고치
- 3) 충격파가 얼마나 지속되느냐 하는 파미장

2. 충격파의 작성 방법

1) 관련 도해



2) 작성 순서

- ① 파두준도는 원칙적으로 파고치를 전압 또는 전류가 상승하는데 걸린 시간으로 나누어 계산하고, 충격파는 일반적으로 다음 그림과 같은 파형을 작성한다.
- ② 그림에서 A → C 부분과 D → B 부분에서의 증가율은 매우 완만하기 때문에 이 부분에서 걸린 시간까지를 계산하는 것은 파두준도를 생각할 때는 불합리하므로 규약 표준파형에서는 전압파의 경우 30 → 90%, 전류파는 10 → 90%까지 걸린 시간을 기준으로 파두준도를 계산한다.
- ③ C-D 직선이 시간축과 만난 점 F를 규약원점이라고 하고, C-D 직선이 파고치의 직선과 만나는 점을 G라고 하면, 이 충격파가 상승하는데 걸린 시간은 F → J가 되는데, 이를 충격파의 파두장이라고 한다.
- ④ 전류파의 경우 그림2와 같이, 완만하게 증가하는 부분을 제외하기 위해서 처음 10%(A → C구간)와 나중 10%(D → B구간)를 무시하고 10% → 90%까지만의 증가율을 고려하기 위해서 10% → 90%까지의 규약이 정해진 것이고, 전압파의 경우는 30 → 90%까지만 고려한다.
- ⑤ 파미장은 규약원점으로부터 파고치가 50%로 감소할 때까지 걸린 시간으로 규정한다. 즉, 위의 그림에서 F → K까지 걸린 시간을 파미장이라고 표현한다.
- ⑥ 일반적으로 뇌 서지는 파두장을 1.2μs, 파미장을 50μs를 표준으로 하고, 개폐서지의 경우는 파두장을 250μs, 파미장을 2,500μs를 표준으로 정한다.

1-8. 발·변전소, 송전선로, 전기설비에서 지락사고 발생 시 지락점을 중심으로 대지전위가 상승한다. 대지전위 상승에 영향을 미치는 요소와 대지전위 저감 및 피해방지 대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 발송배전공학

1. 대지전위상승(Ground Potential Rise, GPR)의 정의

접지전극에 고장전류 및 낙뢰 전류가 흐를 경우에 접지전극의 표면에 나타나는 전압으로서, 고장 및 낙뢰 전류의 크기에 접지전극의 저항을 곱한 값으로 나타낸다.

2. 대지전위 상승에 영향을 미치는 요소

1) 관계식

$$(1) \text{ } GPR = I_g \times R_g$$

$$(2) \text{ } \text{접지전류 } I_g = \beta \times C_p \times D_f \times I_f$$

$$(3) \text{ } \text{접지저항 } R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{h\sqrt{20}} \left(1 + \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

ρ : 대지고유저항 (Ωm), L_T : 매설된 도체 길이

h : 매설된 접지선 길이, A : 매설된 접지선 면적

2) 주된 영향요소

- (1) 접지 전류(1선 지락전류)
- (2) 접지저항(접지극 면적, 접지 시공방법, 대지저항을 영향인자)

3. 대지전위 저감 및 피해방지 대책

1) 접지극 면적 확대

- (1) 통합 접지
- (2) 메쉬극 접지
- (3) Global 접지 시스템

2) 접지저항 저감

- (1) 물리적 저감법
 - ① 수평공법: 접지극 병렬접속: 접지봉 등을 병렬접속하고 상호 간격을 크게 한다.
 - ② 수직공법: 보링공법, 접지극을 깊이 박는다.
- (2) 화학적 저감법
 - ① 접지극 주위에 전해질계 또는 화학적 약제를 뿌려 대지 저항률을 낮추는 방식
 - ② 저감재 시공법으로는 보링법, 타입법, 수반법, 구법, 체류조법 등이 있다.

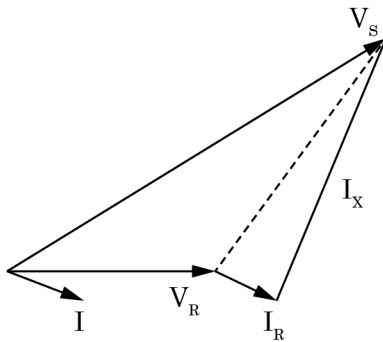
1-9. 장거리 송전선로에서 발생하는 페란티 현상에 대하여 설명하시오.

답)

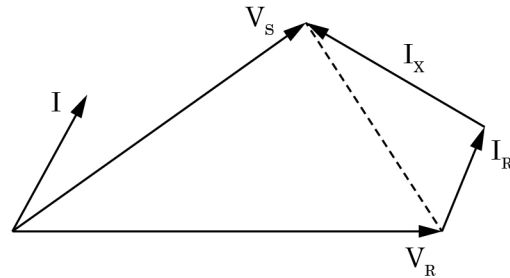
출처 '모아건축전기'

1. 페란티 현상의 정의

- 1) 콘덴서 과보상시 진상역률이 되면 $\sin\theta < 0$ 이므로 ΔV 는 (-)값이 되어 모선전압 상승
- 2) 수전단전압 $V_R >$ 송전단전압
- 3) 전압강하 $\Delta V = I(R\cos\theta + X\sin\theta)$ 에서 계통은 $R \ll X$ 이므로 $\Delta V = IX\sin\theta$



지상역률



진상역률

2. 대책

- 1) 역률 개선용 기기 : 적당한 용량의 콘덴서, 직렬리액터 설치
- 2) 분로 리액터 설치 : 페란티 방지, 진상역률 방지
- 3) 자동역률 조정장치APFR : 콘덴서 분산
- 4) 발전기 단락비 증가($\frac{\text{단락전류}}{\text{정격전류}}$)
- 5) 동기조상기 설치 : 지상전류 발생

1-10. 전력기술관리법령에 따른 감리업자의 사업수행능력 평가기준과 평가항목별 배점 범위 조정 및 가·감점 기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 전력기술관리법 시행규칙

(관련기준 : 전력기술관리법시행규칙 별표1의4)

1. 사업수행능력 평가기준과 평가항목별 배점범위

평가항목	배점범위	평가방법
1. 참여감리원	50	참여감리원의 등급·실적 및 경력 등에 따라 평가
2. 유사용역 수행 실적	10	참여업체의 공사감리용역 수행 실적에 따라 평가
3. 신용도	10	관계 법령에 따른 입찰참가 제한, 영업정지 등의 처분 내용에 따라 평가 및 재정상태 건실도에 따라 평가
4. 기술개발 및 투자 실적 등	10	기술개발 실적, 투자 실적 및 교육 실적에 따라 평가
5. 업무 중첩도	10	참여감리원의 업무 중첩 정도에 따라 평가
6. 교체 빈도	5	감리원의 교체 빈도에 따라 평가
7. 작업계획 및 기법	5	공사감리 업무수행계획의 적정성 등에 따라 평가

2. 가, 감점 기준

시·도지사 또는 발주자는 다음 각 목에 따라 2점의 범위에서 가점, 5점의 범위에서 감점을 할 수 있으나, 평가 결과 그 점수와의 합이 100점을 초과할 수 없다.

- (1) 해당 지역에 주된 사무소가 등록된 경우 가점(주택건설공사의 감리업자 선정의 경우만 해당한다)
- (2) 책임감리원이 「국가기술자격법」에 따른 전기 분야 자격자인 경우 가점
- (3) 참여업체 및 참여감리원이 부실 벌점을 받은 경우 감점

**1-11. 전력기술관리법령에 의한 전력시설물 공사감리업무 수행지침에서 규정하고 있는
검사 체크리스트 작성 목적과 검사 절차를 설명하시오.**

답)

출처 '전력시설물 공사감리업무 수행지침

(관련 기준 : 전력시설물 공사감리업무수행지침 제34조)

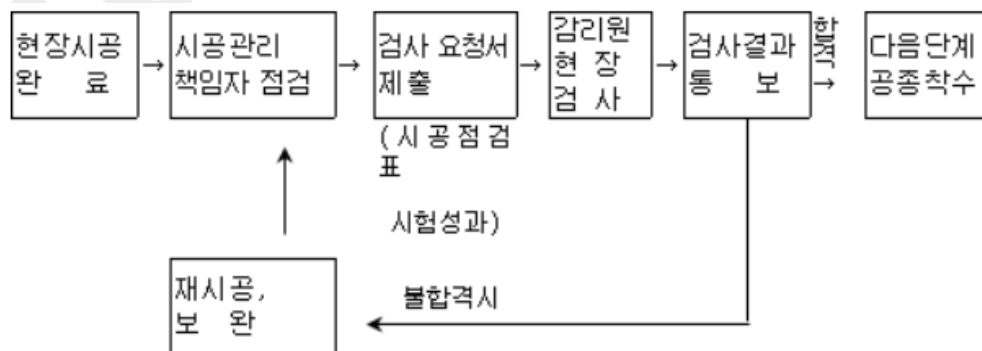
1. 검사 체크리스트 작성 목적

- 1) 체계적이고 객관성 있는 현장 확인과 승인
- 2) 부주의, 착오, 미확인에 따른 실수를 사전 예방하여 충실한 현장 확인업무 유도
- 3) 확인·검사의 표준화로 현장의 시공기술자에게 작업의 기준 및 주안점을 정확히 주지시켜 품질향상을 도모
- 4) 객관적이고 명확한 검사결과를 공사업자에게 제시하여 현장에서의 불필요한 시비를 방지하는 등의 효율적인 확인·검사업무 도모

2. 검사 절차

- 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 통보함.
- 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 첨부함.

3) 검사절차



1-12. 유해·위험설비를 보유한 사업주는 중대산업사고를 예방하기 위하여 공정안전보고서를 고용노동부 장관에게 제출하여야 한다. 산업안전보건법령에 따른 공정안전보고서 제출대상 7가지를 쓰시오.

답)

출처 '모아전기안전'

산업안전보건법시행령

(관련기준 : 산업안전보건법시행령 제43조)

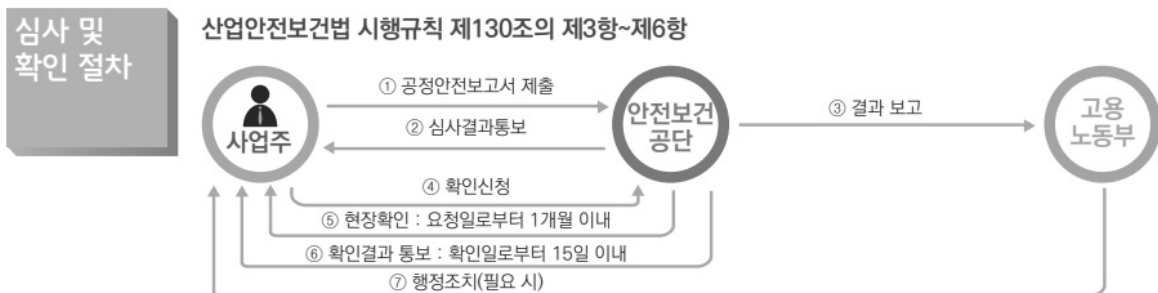
1. 제출대상

- 1) 원유 정제처리업
- 2) 기타 석유정제물 재처리업
- 3) 석유화학계 기초화학물질 제조업 또는 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업. 다만, 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업은 별표 13 제1호 또는 제2호에 해당하는 경우로 한정한다.
- 4) 질소 화합물, 질소·인산 및 칼리질 화학비료 제조업 중 질소질 비료 제조
- 5) 복합비료 및 기타 화학비료 제조업 중 복합비료 제조(단순혼합 또는 배합에 의한 경우는 제외한다)
- 6) 화학 살균·살충제 및 농업용 약제 제조업[농약 원제(原劑) 제조만 해당한다]
- 7) 화약 및 불꽃제품 제조업

2. 공정안전보고서의 내용

- 1) 공정안전자료
- 2) 공정위험성 평가서
- 3) 안전운전계획
- 4) 비상조치계획
- 5) 그 밖에 공정상의 안전과 관련하여 고용노동부장관이 필요하다고 인정하여 고시하는 사항

3. 공정안전보고서 심사절차



1-13. 작업 대상물에 나타나거나 잠재되어 있는 모든 물리적, 화학적 위험과 근로자의 불안정한 행동요인을 발견하기 위해 사용하는 작업안전분석(JSA : Job Safety Analysis) 기법에 대하여 설명하시오.

답)

출처' KOSHA GUIDE

(관련기준 : KOSHA GUIDE P-140-2013)

1. 정의

작업안전분석 (Job Safety Analysis, JSA)기법"이라 함은 특정한 작업을 주요 단계(Key step)로 구분하여 각 단계별 유해위험요인(Hazards)과 잠재적인 사고(Accidents)를 파악하고, 유해위험요인과 사고를 제거, 최소화 및 예방하기 위한 대책을 개발하기 위해 작업을 연구하는 기법

2. 작업안전분석 (Job Safety Analysis, JSA)기법의 특징

1) 적용시기

- (1) 작업을 수행하기 전
- (2) 사고발생 시 원인을 파악하고, 대책의 적절성을 평가할 경우
- (3) 공정 또는 작업방법을 변경할 경우
- (4) 새로운 물질을 사용할 경우
- (5) 이해당사자에게 사용하는 설비의 안전성을 쉽게 설명하고자 할 경우

2) 적용작업

- (1) 사고(아차사고 포함) 또는 질병이 발생된 작업
- (2) 심각한 상해를 일으킬 잠재성을 가진 작업
- (3) 하나의 단순한 휴먼 에러가 상해를 일으킬 수 있는 작업
- (4) 문서화된 지침서가 있을 정도로 충분히 복잡한 작업
- (5) 새로운 공정, 기법, 절차, 설비 및 화학물질을 포함하는 작업
- (6) 작업자, 공정, 원료, 절차서 및 설비 등이 변경되는 작업
- (7) 법적 요구사항을 위반하고 있는 작업
- (8) 판단과 경험을 요하는 작업
- (9) 작업교대가 높은 작업
- (10) 작업자 또는 감독자가 JSA가 필요하다고 요구하는 작업외

제 2교시 문제풀이

2-1. 재해로 인하여 발생하는 손실비용인 재해코스트의 산정방식을 하인리히(Heinrich) 방식과 시몬즈(Simonds) 방식으로 구분하여 설명하시오.

답)

출처: 모아전기안전

전기안전117회

1. 개요

- 1) 사고는 기업에 있어서 비용을 발생시킨다.
- 2) 주요 비용 항목으로는 산재보상 및 위로금, 공상치료비, 기기·제품의 손상, 조업정지시간, 수리, 교체, 법적 기소, 배상책임 등이다. 기타 비용에는 재해조사 시간, 대체 근로자의 확보, 훈련비, 생산성의 저하, 초과 근로수당, 관리감독자의 업무시간 증가, 사업기회나 거래처의 상실 등이 포함된다.
- 3) 산업재해 또는 공상 사고가 발생함에 따라 산업재해보상보험에서 지출할 비용이외에 기업 자체에서 부담하는 비용을 간접손실비용이라 한다.

2. 하인리히 방식

1) 정의

- (1) 1962년 W. H. Heinrich는 산업재해에 의해서 발생한 재해코스트에 대해서 산업재해보험의 경비 외의 코스트에 대해서 처음 분명하게 하였다.
- (2) 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

- (1) 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

(2) 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)

(3) 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

(4) 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

(5) 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

3. 시몬즈 방식

1) 정의

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

2) 재해 코스트 산정 공식

$$\text{재해 코스트} : \text{보험코스트} + \text{비 보험코스트}$$

3) 보험 코스트

보험의 범위에서 지불되는 비용

4) 비 보험 코스트

- (1) 하인리히의 직접코스트와 간접코스트의 구분에 대해서 「보험코스트」와 「비보험코스트」로 구분했다.
- (2) 하인리히의 간접코스트와 시몬즈의 비보험코스트는 같은 사고방식에 의해서 하고 있지만, 그 구성요소에 상위가 있다.
- (3) 하인리히의 직간비 1:4를 전면적으로 부정하고 여기에 대신하는 평균치법(平均値法)을 채용했다.

$$\begin{aligned} \text{비보험코스트} = & A \times \text{휴업상해건수} \\ & + B \times \text{통원상해건수} \\ & + C \times \text{구급치료상해건수} \text{ 건수} \\ & + D \times \text{무 상해사고건수} \end{aligned}$$

* 여기서, A, B, C 및 D는 각각 상해의 정도별 비보험코스트의 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.

2-2. 연료전지의 특징, 설비구성 요소, 연료전지의 종류에 대하여 설명하시오.

답)

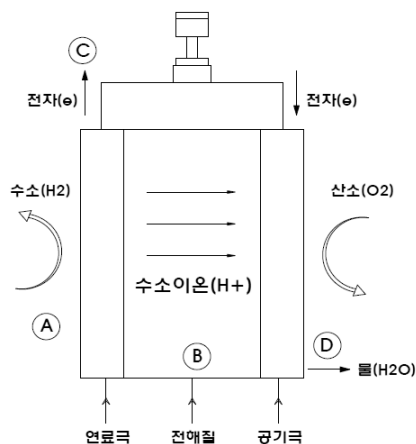
출처: 모아전기안전

1. 연료전지특징

- 1) 발전효율이 30~40%이며, 열병합발전 시 80% 이상 가능하다.
- 2) 도시가스, LPG, 바이오가스 등 다양한 연료사용이 가능하다.
- 3) 발생하는 열을 활용하여 난방 및 온수에 사용 가능하다.
- 4) 종래의 발전소에서 송전받는 방식(열 손실, 송전 손실 발생)에 비해 친환경적이며 에너지효율이 높다.
- 5) 가정용 이외에 노트북, 자동차, 대규모 발전 등 다양한 분야에 적용이 가능하다.
- 6) 날씨와 계절에 상관없이 전기와 열의 생산이 가능하다.
- 7) 전기 사용량이 많은 주택일수록 절감효과가 크다.

2. 연료전지의 원리

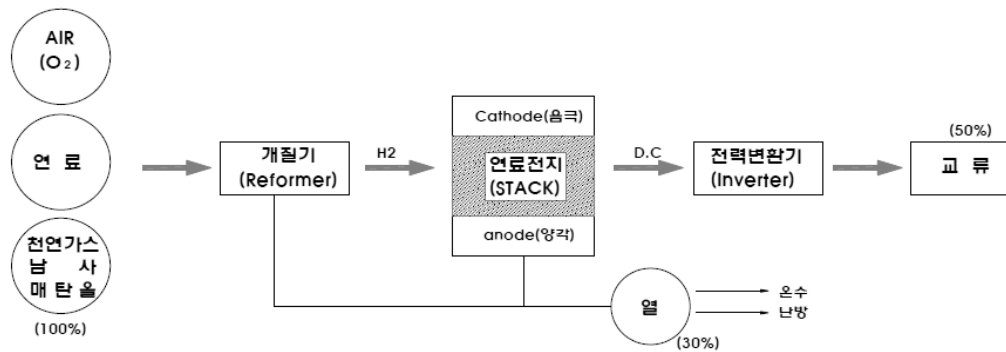
- 1) 수소와 산소가 갖고 있는 화학에너지를 전기화학 반응에 의해 직접 전기에너지로 변환시켜 발전하는 방식이다.
- 2) 연료전지는 크게 연료극(양극, Anode), 공기극(음극, Cathode) 및 전해질부로 나누어지는데, 공기극(음극, Cathode)에는 산소가 연료극(양극, Anode)에는 수소가 공급되면서 물의전기 분해 역반응(발열반응)으로 전기화학 반응이 진행되면서 전기, 열, 물이 발생되게 된다.
- 3) 주택용 연료전지 설비의 경우 수소원으로 도시가스를, 산소원으로 공기 중의 산소를 사용하여 전기와 열을 동시에 생산한다.



- ① 연료극에서 수소가 수소이온과 전자로 분해된다.
- ② 수소이온은 전해질을 거쳐 공기극으로 이동한다.
- ③ 전자는 외부회로를 거쳐 전류를 발생시킨다.
- ④ 공기극에서 수소이온과 전자, 산소가 결합해 물이 된다.
 - 연료극(양극, Anode): $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$
 - 공기극(음극, Cathode): $\frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$
 - 전체반응(Overall): $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + \text{전기} + \text{열}$

3. 시스템 구성요소

1) 구성도



2. 구성요소

(1) 개질기(Reformer)

- ① 화석연료(천연가스, 메탄올, 석유 등)로부터 수소를 발생시키는 장치
- ② 시스템에 악영향을 주는 황(10ppb 이하), 일산화탄소(10ppm 이하) 제어 및 시스템 효율 향상을 위한 compact가 핵심기술

(2) 스택(Stack)

- ① 원하는 전기출력을 얻기 위해 단위전지를 수십 장, 수백 장 직렬로 쌓아 올린 본체
- ② 단위전지 제조, 단위전지 적층 및 밀봉, 수소공급과 열회수를 위한 분리판 설계·제작 등이 핵심기술

(3) 전력변환기(Inverter)

연료전지에서 나오는 직류전기(DC)를 우리가 사용하는 교류(AC)로 변환시키는 장치

(4) 주변보조기기(BOP: Balance of Plant)

연료, 공기, 열회수 등을 위한 펌프류, Blower, 센서 등을 말하며, 연료전지에 특성에 맞는 기술이 미비함

4. 연료전지의 종류

구분	알칼리 (AFC)	인산형 (PAFC)	융융탄산염형 (MCFC)	고체산화물형 (SOFC)	고분자전해질형 (PEMFC)	직접메탄올 (DMFC)
전해질	알칼리	인산염	탄산염	세라믹	이온교환막	이온교환막
동작온도(℃)	100 이하	220 이하	650 이하	1,200 이하	80 이하	80 이하
효율(%)	85	70	80	85	75	40
용도	특수용	중형건물 (200kW)	중·대형건물 (100kW~MW)	소·중·대용량 발전(1kW~MW)	가정·상업용 (1~10kW)	소형이동 (1kW 이하)
선진수준	우주선	200kW	MW 이상	MW 이상	1~10kW 보급 중	500W
국내수준	-	50kW	250kW	1kW	3kW	50W

2-3. 누전경보기의 설치대상과 설치기준 및 동작원리에 대하여 설명하시오.

답)

출처 ‘모아전기안전

화재안전기준

1. 누전경보기의 개념

- 1) 누전경보기는 사용전압 600V 이하인 경계전로의 누설전류 또는 지락전류를 검출하여 관계인에게 경보를 발하는 설비이다.
- 2) 전기배선과 전기기기의 부하 측에서의 절연파괴나 단락 등에 의해 전류가 누설되어 발생하는 전기 화재 등을 방지하기 위한 설비이다.

2. 누전경보기의 설치대상 및 기준(화재안전기준 NFSC 205)

1) 설치대상

- (1) 계약전류용량이 100A를 초과하는 특정소방대상물
- (2) 예외 : 위험물 저장 및 처리 시설 중 가스시설, 지하가 중 터널 또는 지하구

2) 설치기준

(1) 누전경보기의 종류

- ① 정격전류 60A 초과 : 1급 누전 경보기
- ② 정격전류 60A 이하 : 1, 2급 누전 경보기

(2) 변류기

- ① 변류기는 옥외인입선의 제1지점의 부하 측 또는 제2종 접지선 측의 점검이 쉬운 위치에 설치할 것. 부득이한 경우에는 인입구에 근접한 옥내에 설치할 수 있다.
- ② 변류기를 옥외에 설치할 경우에는 옥외형의 것으로 설치할 것

(3) 수신부

- ① 옥내의 점검이 편리한 장소에 설치하되, 가연성 증기, 먼지 등이 체류할 우려가 있는 장소의 전기회로에는 차단기구를 가진 수신부를 설치할 것
- ② 누전경보기의 수신부 설치 제외 장소
 - 가연성의 증기·먼지, 가스 등이나 부식성의 증기, 가스 등이 다량으로 체류하는 장소
 - 화약류를 제조하거나 저장 또는 취급하는 장소
 - 습도가 높은 장소, 온도의 변화가 급격한 장소
 - 대전류회로, 고주파 발생회로 등에 따른 영향을 받을 우려가 있는 장소

(4) 음향장치

수위실 등 상시 사람이 근무하는 장소에 설치하고, 그 음량 및 음색은 다른 기기의 소음 등과 명확히 구분될 수 있을 것

(5) 전원 : 전기사업법 제67조의 규정 외에 다음의 기준을 따를 것

- ① 전원은 전용회로로 하고, 각 극에 개폐기 및 15A 이하의 과전류 차단기를 설치할 것
- ② 전원의 분기 시에는 다른 차단기에 의해 전원이 차단되지 않도록 할 것

3. 누전경보기의 구성

1) 영상변류기(ZCT)

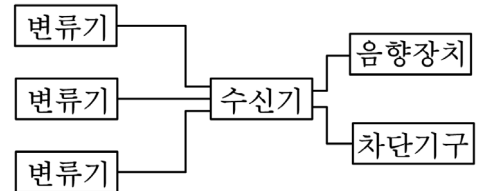
- (1) 누설 전류를 자동적으로 검출하는 변류기
- (2) 환상의 철심에 검출용 코일을 감은 것

2) 수신기

변류기로부터의 전류를 수신하여 증폭시켜서 음향장치를 울리게 하는 장치

3) 음향장치

수위실 등 사람이 상주하는 장소에 설치하여 누전을 알리는 장치



4. 누전경보기의 동작원리

1) 작동원리

- (1) 영상변류기(ZCT)라고 하며, 각 전선 간에 흐르는 전류의 차가 있을 때만 검출한다.
- (2) 전류의 누설이 없는 정상시는 자속(ϕ)이 상쇄되어 검출이 없고, 전류의 누설이 있을 때만 자속의 차가 발생하여 검출하는 원리이다.
- (3) 누전경보기와 누전차단기의 원리는 동일하다. 누전을 검출하여 경보와 차단만 다를 뿐이다.

2) 단상식의 원리

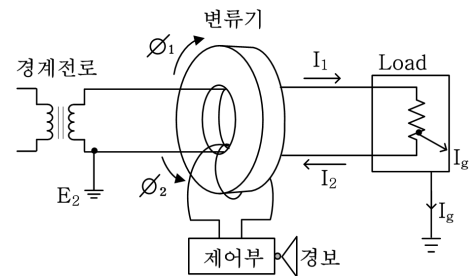
(1) 정상시

$I_1 = I_2$ ($\phi_1 = \phi_2$)으로 합성자속은 0이 된다.

(2) 전류 누설 시(I_g)

$I_1 \neq I_2$, $I_2 = I_1 - I_g$ 이 된다.

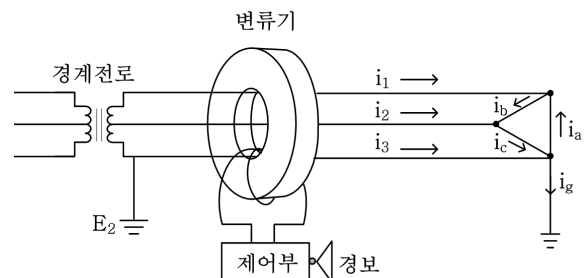
$\phi_2 = \phi_1 - \phi_g$ 되어, 자속차(ϕ_g)를 검출하여 경보한다.



3) 3상식의 원리

(1) 정상시

$I_1 = I_a - I_b$, $I_2 = I_b - I_c$, $I_3 = I_c - I_a$ 이므로,
 $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ 이 되어, 자속(ϕ)은 모두 상쇄된다.



(2) 전류 누설 시(I_g)

$$I_1 = I_a - I_b, \quad I_2 = I_b - I_c, \quad I_3 = I_c - I_a - I_g$$

$I_1 + I_2 + I_3 = -I_g$ 가 되어, 누설전류($-I_g$)에 의한 자속(ϕ_g)를 검출하여 경보한다.

5. 누전경보기 작동 성능기준

1) 전류 특성 시험

- (1) 공칭 동작 전류치의 50%에서 30초 이내에 동작하지 않을 것
- (2) 차단기구 있는 것 : 공칭동작 전류치에서 0.2초 이내에 동작할 것
- (3) 그 밖의 것 : 공칭동작 전류치의 120%에서 1초 이내에 동작할 것

2) 전압 특성 시험

- (1) 정격전압의 80~100%로 변화 시 공칭 동작전류의 70%에서 30초 이내에 동작 안 할 것
- (2) 차단기구 있는 것 : 100%에서 0.2초 이내에 동작할 것
- (3) 그 밖의 것 : 120%에서 1초 이내에 동작할 것

2-4. 물류창고에서 전기기계기구를 사용하는 경우 배선 및 이동전선으로 인한 위험을 방지하기 위하여 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 규정하는 내용을 설명하시오.

답)

출처 ‘산업안전보건기준에 관한 규칙’

(관련기준 : 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2절)

1. 배선 등의 절연피복 등(제313조)

- 1) 사업주는 근로자가 작업 중이나 통행하면서 접촉하거나 접촉할 우려가 있는 배선 또는 이동전선에 대하여 절연피복이 손상되거나 노화됨으로 인한 감전의 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
- 2) 사업주는 전선을 서로 접속하는 경우에는 해당 전선의 절연성능 이상으로 절연될 수 있는 것으로 충분히 피복하거나 적합한 접속기구를 사용하여야 한다.

2. 습윤한 장소의 이동전선 등(제314조)

- 1) 사업주는 물 등의 도전성이 높은 액체가 있는 습윤한 장소에서 근로자가 작업 중이나 통행하면서 이동전선 및 이에 부속하는 접속기구(이하 이 조와 제315조에서 “이동전선등”이라 한다)에 접촉할 우려가 있는 경우에는 충분한 절연효과가 있는 것을 사용하여야 한다.

3. 통로바닥에서의 전선 등 사용 금지(제315조)

- 1) 사업주는 통로바닥에 전선 또는 이동전선등을 설치하여 사용해서는 아니 된다. 다만, 차량이나 그 밖의 물체의 통과 등으로 인하여 해당 전선의 절연피복이 손상될 우려가 없거나 손상되지 않도록 적절한 조치를 하여 사용하는 경우에는 그러하지 아니하다.

4. 꽃음접속기의 설치·사용 시 준수사항(제316조)

사업주는 꽃음접속기를 설치하거나 사용하는 경우에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

- 1) 서로 다른 전압의 꽃음 접속기는 서로 접속되지 아니한 구조의 것을 사용할 것
- 2) 습윤한 장소에 사용되는 꽃음 접속기는 방수형 등 그 장소에 적합한 것을 사용할 것
- 3) 근로자가 해당 꽃음 접속기를 접속시킬 경우에는 땀 등으로 젖은 손으로 취급하지 않도록 할 것
- 4) 해당 꽃음 접속기에 잠금장치가 있는 경우에는 접속 후 잠그고 사용할 것

5. 이동 및 휴대장비 등의 사용 전기 작업(제317조)

- 1) 사업주는 이동 중이나 휴대장비 등을 사용하는 작업에서 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.
 - (1) 근로자가 착용하거나 취급하고 있는 도전성 공구·장비 등이 노출 충전부에 닿지 않도록 할 것
 - (2) 근로자가 사다리를 노출 충전부가 있는 곳에서 사용하는 경우에는 도전성 재질의 사다리를 사용하지 않도록 할 것

- (3) 근로자가 젖은 손으로 전기기계·기구의 플러그를 꽂거나 제거하지 않도록 할 것
 - (4) 근로자가 전기회로를 개방, 변환 또는 투입하는 경우에는 전기 차단용으로 특별히 설계된 스위치, 차단기 등을 사용하도록 할 것
 - (5) 차단기 등의 과전류 차단장치에 의하여 자동 차단된 후에는 전기회로 또는 전기기계·기구가 안전하다는 것이 증명되기 전까지는 과전류 차단장치를 재투입하지 않도록 할 것
- 2) 1)항에 따라 사업주가 작업지시를 하면 근로자는 이행하여야 한다.

2-5. 직격뢰로부터 대상물을 보호하기 위한 피뢰시스템의 수뢰부, 인하도선, 접지극, 부품 및 접속에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아전기응용

한국전기설비규정

(관련기준 : 한국전기설비규정 150 피뢰시스템 설치 기준)

1. 피뢰시스템의 적용범위 및 구성

1) 적용범위

- ① 전기전자설비가 설치된 건축물·구조물로서 낙뢰로부터 보호가 필요한 것 또는 지상으로부터 높이가 20m 이상인 것
- ② 전기설비 및 전자설비 중 낙뢰로부터 보호가 필요한 설비

2) 피뢰시스템의 구성

- ① 직격뢰로부터 대상물을 보호하기 위한 외부피뢰시스템
- ② 간접뢰 및 유도뢰로부터 대상물을 보호하기 위한 내부피뢰시스템

3) 피뢰시스템 등급선정

- ① 피뢰시스템 등급은 대상물의 특성에 따라 선정한다.
- ② 위험물의 제조소 등에 설치하는 피뢰시스템은 II 등급 이상으로 하여야 한다.

2. 외부피뢰시스템

1) 수뢰부시스템

① 수뢰부시스템의 선정

- 돌침, 수평도체, 메시도체의 요소 중에 한 가지 또는 이를 조합한 형식으로 시설하여야 한다.
- 자연적 구성부재가 기준에 적합하면 수뢰부시스템으로 사용할 수 있다.

② 수뢰부시스템의 배치

- 보호각법, 회전구체법, 메시법 중 하나 또는 조합된 방법으로 배치하여야 한다.
- 건축물·구조물의 표측한 부분, 모서리 등에 우선하여 배치한다.

③ 지상으로부터 높이 60m를 초과하는 건축물·구조물에 측뢰 보호가 필요한 경우에는 수뢰부 시스템

- 전체 높이 60m를 초과하는 건축물·구조물의 최상부로부터 20% 부분에 한하며, 피뢰시스템 등급 IV의 요구사항에 따른다.
- 자연적 구성부재가 규정에 적합하면, 측뢰 보호용 수뢰부로 사용할 수 있다.

④ 건축물·구조물과 분리되지 않은 수뢰부시스템

- 지붕 마감재가 불연성 재료로 된 경우 지붕표면에 시설할 수 있다.

- 지붕 마감재가 높은 가연성 재료로 된 경우 지붕재료와 다음과 같이 이격하여 시설한다.
 - 초가지붕 또는 이와 유사한 경우 0.15m 이상
 - 다른 재료의 가연성 재료인 경우 0.1m 이상
- ⑤ 건축물·구조물을 구성하는 금속판 또는 금속배관 등 자연적 구성부재를 수뢰부로 사용하는 경우 해당 조건에 충족하여야 한다.

2) 인하도선시스템

- ① 수뢰부시스템과 접지시스템을 전기적으로 연결
 - 복수의 인하도선을 병렬로 구성해야 한다. 다만, 건축물·구조물과 분리된 피뢰시스템인 경우 예외로 할 수 있다.
 - 도선경로의 길이가 최소가 되도록 한다.
- ② 배치 방법
 - 건축물, 구조물과 분리된 피뢰시스템인 경우
 - 뇌전류의 경로가 보호대상물에 접촉하지 않도록 하여야 한다.
 - 별개의 지주에 설치되어 있는 경우 각 지주마다 1가닥 이상의 인하도선을 시설 한다.
 - 수평도체 또는 메시도체인 경우 지지 구조물마다 1가닥 이상의 인하도선을 시설한다.
 - 건축물·구조물과 분리되지 않은 피뢰시스템인 경우
 - 벽이 불연성 재료로 된 경우에는 벽의 표면 또는 내부에 시설할 수 있다. 다만, 벽이 가연성 재료인 경우에는 0.1m 이상 이격하고, 이격이 불가능 한 경우에는 도체의 단면적을 100mm^2 이상으로 한다.
 - 인하도선의 수는 2가닥 이상으로 한다.
 - 보호대상 건축물·구조물의 투영에 따른 둘레에 가능한 한 균등한 간격으로 배치한다. 다만, 노출된 모서리 부분에 우선하여 설치한다.
 - 병렬 인하도선의 최대 간격은 피뢰시스템 등급에 따라 I·II 등급은 10m, III 등급은 15m, IV 등급은 20m로 한다.
- ③ 수뢰부시스템과 접지극시스템 사이에 전기적 연속성 형성
 - 경로는 가능한 한 루프 형성이 되지 않도록 하고, 최단거리로 곧게 수직으로 시설하여야 하며, 처마 또는 수직으로 설치 된 홈통 내부에 시설하지 않아야 한다.
 - 철근콘크리트 구조물의 철근을 자연적구성부재의 인하도선으로 사용하기 위해서는 해당 철근 전체 길이의 전기저항 값은 0.2Ω 이하가 되어야 한다.
 - 시험용 접속점을 접지극시스템과 가까운 인하도선과 접지극시스템의 연결부분에 시설하고, 이 접속점은 항상 폐로 되어야 하며 측정 시에 공구 등으로만 개방할 수 있어야 한다. 다만, 자연적 구성부재를 이용하거나, 자연적 구성부재 등과 본딩을 하는 경우에는 예외로 한다.
- ④ 인하도선으로 사용하는 자연적 구성부재
 - 각 부분의 전기적 연속성과 내구성이 확실하고, 제1의 “다”에서 인하도선으로 규정된 값 이상인 것
 - 전기적 연속성이 있는 구조물 등의 금속제 구조체(철골, 철근 등)

- 구조물 등의 상호 접속된 강제 구조체
- 건축물 외벽 등을 구성하는 금속 구조재의 크기가 인하도선에 대한 요구사항에 부합하고 또한 두께가 0.5 mm 이상인 금속판 또는 금속관
- 인하도선을 구조물 등의 상호 접속된 철근·철골 등과 본딩하거나, 철근·철골 등을 인하도선으로 사용하는 경우 수평 환상도체는 설치하지 않아도 된다.

3) 접지극시스템

① 뇌전류를 대지로 방류시키기 위한 접지극시스템

- A형 접지극(수평 또는 수직접지극) 또는 B형 접지극(환상도체 또는 기초접지극) 중 하나 또는 조합하여 시설할 수 있다.

② 접지극시스템 배치

- A형 접지극은 최소 2개 이상을 균등한 간격으로 배치해야 하고 피뢰시스템 등급별 대지저항률에 따른 최소길이 이상으로 한다.
- B형 접지극은 접지극 면적을 환산한 평균반지름이 KS C IEC 62305-3에 의한 최소 길이 이상으로 하여야 하며, 평균반지름이 최소길이 미만인 경우에는 해당하는 길이의 수평 또는 수직매설 접지극을 추가로 시설하여야 한다. 다만, 추가하는 수평 또는 수직매설 접지극의 수는 최소 2개 이상으로 한다.
- 접지극시스템의 접지저항이 10Ω 이하인 경우 최소 길이 이하로 할 수 있다.

③ 접지극 시설

- 지표면에서 0.75m 이상 깊이로 매설하여야 한다. 다만, 필요시는 해당 지역의 동결심도를 고려한 깊이로 할 수 있다.
- 대지가 암반지역으로 대지저항이 높거나 건축물·구조물이 전자통신시스템을 많이 사용하는 시설의 경우에는 환상도체접지극 또는 기초접지극으로 한다.
- 접지극 재료는 대지에 환경오염 및 부식의 문제가 없어야 한다.
- 철근콘크리트 기초 내부의 상호 접속된 철근 또는 금속제 지하구조물 등 자연적 구성부재는 접지극으로 사용할 수 있다.

4) 부품 및 접속

- ① 재료의 형상에 따른 최소단면적은 KS C IEC 62305-3에 따른다.
- ② 피뢰시스템용의 부품은 KS C IEC 62305-3(구조물의 물리적 손상 및 인명위험) 표 5(피뢰시스템의 재료와 사용조건)에 의한 재료를 사용하여야 한다. 다만, 기계적, 전기적, 화학적 특성이 동등 이상인 경우 다른 재료를 사용할 수 있다.
- ③ 도체의 접속부 수는 최소한으로 하여야 하며, 접속은 용접, 압착, 봉합, 나사 조임, 볼트 조임 등의 방법으로 확실하게 하여야 한다.

5) 옥외에 시설된 전기설비의 피뢰시스템

- ① 고압 및 특고압 전기설비에 대한 피뢰시스템은 KEC 150 규정에 따른다.
- ② 외부에 낙뢰차폐선이 있는 경우 이것을 접지하여야 한다.

- ③ 자연적구성부재의 조건에 적합한 강철제 구조체 등을 자연적 구성부재 인하도선으로 사용할 수 있다.

3. 내부피뢰시스템

1) 전기전자설비 보호

① 전기전자설비의 뇌서지에 대한 보호

- 피뢰구역의 구분은 피뢰구역(LPZ)에 의한다.
- 피뢰구역 경계부분에서는 접지 또는 본딩을 하여야 한다. 다만, 직접 본딩이 불가능한 경우에는 서지보호장치를 설치한다.
- 서로 분리된 구조물 사이가 전력선 또는 신호선으로 연결된 경우 각각의 피뢰구역은 153.1.3의 2의 “다”에 의한 방법으로 서로 접속한다.

② 전기적 절연

- 수뢰부 또는 인하도선과 건축물·구조물의 금속부분, 내부시스템 사이의 전기적인 절연은 외부 피뢰시스템의 전기적 절연에 의한 이격거리로 한다.
- 건축물·구조물이 금속제 또는 전기적연속성을 가진 철근콘크리트 구조물 등의 경우에는 전기적 절연을 고려하지 않아도 된다.

③ 전기전자설비를 보호하기 위한 접지와 피뢰등전위본딩

- 뇌서지 전류를 대지로 방류시키기 위한 접지를 시설하여야 한다.
- 전위차를 해소하고 자계를 감소시키기 위한 본딩을 구성하여야 한다.

④ 접지극

- 전자·통신설비(또는 이와 유사한 것)의 접지는 환상도체접지극 또는 기초접지극으로 한다.
- 개별 접지시스템으로 된 복수의 건축물·구조물 등을 연결하는 콘크리트덕트·금속제 배관의 내부에 케이블(또는 같은 경로로 배치된 복수의 케이블)이 있는 경우 각각의 접지 상호 간은 병행 설치된 도체로 연결하여야 한다. 다만, 차폐케이블인 경우는 차폐선을 양끝에서 각각의 접지시스템에 등전위본딩 하는 것으로 한다.

⑤ 전자·통신설비(또는 이와 유사한 것)에서 위험한 전위차를 해소하고 자계를 감소시킬 필요가 있는 경우의 등전위본딩망 구성

- 등전위본딩망은 건축물·구조물의 도전성 부분 또는 내부설비 일부분을 통합하여 시설한다.
- 등전위본딩망은 메시 폭이 5m 이내가 되도록 하여 시설하고 구조물과 구조물 내부의 금속 부분은 다중으로 접속한다. 다만, 금속 부분이나 도전성 설비가 피뢰구역의 경계를 지나가는 경우에는 직접 또는 서지보호장치를 통하여 본딩한다.
- 도전성 부분의 등전위본딩은 방사형, 메시형 또는 이들의 조합형으로 한다.

⑥ 서지보호장치 시설

- 전기설비의 보호는 KS C IEC 61643-12와 KS C IEC 60364-5-53에 따르며, KS C IEC 61643-11에 의한 제품을 사용하여야 한다.
- 전자·통신설비(또는 이와 유사한 것)의 보호는 KS C IEC 61643-22에 따른다.

- 지중 저압수전의 경우, 내부에 설치하는 전기전자기기의 과전압범주별 임펄스내전압이 규정 값에 충족하는 경우는 서지보호장치를 생략할 수 있다.

2) 피뢰등전위본딩

① 등전위본딩의 상호 접속

- 자연적 구성부재로 인한 본딩으로 전기적 연속성을 확보할 수 없는 장소는 본딩도체로 연결한다.
- 본딩도체로 직접 접속할 수 없는 장소의 경우에는 서지보호장치를 이용한다.
- 본딩도체로 직접 접속이 허용되지 않는 장소의 경우에는 절연방전갯(ISG)을 이용한다.

② 등전위본딩 부품의 재료 및 최소 단면적은 KS C IEC 62305-3 재료 및 치수에 따른다.

③ 기타 등전위본딩에 대하여는 KS C IEC 62305-3 피뢰등전위본딩에 의한다.

3) 금속제 설비의 등전위본딩

- ① 기초부분 또는 지표면 부근 위치에서 하여야하며, 등전위본딩도체는 등전위본딩 바에 접속하고, 등전위본딩 바는 접지시스템에 접속하여야 한다. 또한 쉽게 점검할 수 있도록 하여야 한다.
- ② 153.1.2의 전기적 절연 요구조건에 따른 안전이격거리를 확보할 수 없는 경우에는 피뢰시스템과 건축물·구조물 또는 내부설비의 도전성 부분은 등전위본딩 하여야 하며, 직접 접속하거나 충전부인 경우는 서지보호장치를 경유하여 접속하여야 한다. 다만, 서지보호장치를 사용하는 경우 보호레벨은 보호구간 기기의 임펄스내전압보다 작아야 한다.
- ③ 건축물·구조물에는 지하 0.5m와 높이 20m 마다 환상도체를 설치한다. 다만 철근콘크리트, 철골구조물의 구조체에 인하도록 등전위본딩하는 경우 환상도체는 설치하지 않아도 된다.

4) 인입설비의 등전위본딩

- ① 인입구 부근에서 등전위본딩을 한다.
- ② 전원선은 서지보호장치를 사용하여 등전위본딩을 한다.
- ③ 통신 및 제어선은 내부와의 위험한 전위차 발생을 방지하기 위해 직접 또는 서지보호장치를 통해 등전위본딩을 한다.
- ④ 가스관 또는 수도관의 연결부가 절연체인 경우, 해당설비 공급사업자의 동의를 받아 적절한 공법(절연방전갯 등 사용)으로 등전위본딩을 하여야 한다.

5) 등전위본딩 바

- ① 설치위치: 짧은 도전성경로로 접지시스템에 접속할 수 있는 위치이어야 한다.
- ② 접지시스템(환상접지전극, 기초접지전극, 구조물의 접지보강재 등)에 짧은 경로로 접속하여야 한다.
- ③ 외부 도전성 부분, 전원선과 통신선의 인입점이 다른 경우 여러 개의 등전위본딩 바를 설치할 수 있다.

2-6. 한국전기설비규정에 따른 태양광발전설비에 대한 다음의 내용을 설명하시오.

- 1) 태양전지 모듈의 직렬군 최대개방전압이 직류 750V 초과 1,500V 이하인 시
설장소의 울타리 등 안전조치 사항
- 2) 태양전지 모듈의 시설(모듈, 전력변환장치, 모듈이 지지하는 구조물) 기준
- 3) 과전류 및 지락보호장치, 계측장치의 시설

답)

출처' 모아전기안전

한국전기설비규정

(관련기준 : 한국전기설비규정 520)

1. 태양전지 모듈의 직렬군 최대개방전압이 직류 750V 초과 1,500V 이하인 시설장소의 울타리 등 안전 조치 사항(521.1)

- 가. 태양전지 모듈을 지상에 설치하는 경우는 351.1의 1에 의하여 울타리·담 등을 시설하여야 한다.
- 나. 태양전지 모듈을 일반인이 쉽게 출입할 수 있는 옥상 등에 시설하는 경우는 “가” 또는 341.8의 1의 “바”에 의하여 시설하여야 하고 식별이 가능하도록 위험 표시를 하여야 한다.
- 다. 태양전지 모듈을 일반인이 쉽게 출입할 수 없는 옥상·지붕에 설치하는 경우는 모듈 프레임 등 쉽게 식별할 수 있는 위치에 위험 표시를 하여야 한다.
- 라. 태양전지 모듈을 주차장 상부에 시설하는 경우는 “나”와 같이 시설하고 차량의 출입 등에 의한 구조물, 모듈 등의 손상이 없도록 하여야 한다.
- 마. 태양전지 모듈을 수상에 설치하는 경우는 “다”와 같이 시설하여야 한다.

2. 태양전지 모듈의 시설(모듈, 전력변환장치, 모듈이 지지하는 구조물) 기준

1) 태양전지 모듈의 시설(522.2.1)

태양광설비에 시설하는 태양전지 모듈(이하 “모듈”이라 한다)은 다음에 따라 시설하여야 한다.

- 가. 모듈은 자중, 적설, 풍압, 지진 및 기타의 진동과 충격에 대하여 탈락하지 아니하도록 지지물에 의하여 견고하게 설치할 것
- 나. 모듈의 각 직렬군은 동일한 단락전류를 가진 모듈로 구성하여야 하며 1대의 인버터(멀티스트링 인버터의 경우 1대의 MPPT 제어기)에 연결된 모듈 직렬군이 2병렬 이상일 경우에는 각 직렬군의 출력전압 및 출력전류가 동일하게 형성되도록 배열할 것

2) 전력변환장치의 시설(522.2.2)

인버터, 절연변압기 및 계통 연계 보호장치 등 전력변환장치의 시설은 다음에 따라 시설하여야 한다.

- 가. 인버터는 실내·실외용을 구분할 것
- 나. 각 직렬군의 태양전지 개방전압은 인버터 입력전압 범위 이내일 것
- 다. 옥외에 시설하는 경우 방수등급은 IPX4 이상일 것

3) 모듈을 지지하는 구조물(522.2.3)

모듈의 지지물은 다음에 의하여 시설하여야 한다.

가. 자중, 적재하중, 적설 또는 풍압, 지진 및 기타의 진동과 충격에 대하여 안전한 구조일 것
나. 부식환경에 의하여 부식되지 아니하도록 다음의 재질로 제작할 것

- (1) 용융아연 또는 용융아연-알루미늄-마그네슘합금 도금된 형강
- (2) 스테인리스 스틸(STS)
- (3) 알루미늄합금
- (4) 상기와 동등이상의 성능(인장강도, 항복강도, 압축강도, 내구성 등)을 가지는 재질로서 KS 제품 또는 동등이상의 성능의 제품일 것

다. 모듈 지지대와 그 연결부재의 경우 용융아연도금처리 또는 녹방지 처리를 하여야 하며, 절단 가공 및 용접부위는 방식처리를 할 것

라. 설치 시에는 건축물의 방수 등에 문제가 없도록 설치하여야 하며 볼트조립은 헐거움이 없이 단단히 조립하여야 하며, 모듈-지지대의 고정 볼트에는 스프링 와셔 또는 폴림방지너트 등으로 체결할 것

3. 과전류 및 지락보호장치, 계측장치의 시설

1) 과전류 및 지락 보호장치(522.3.2)

- (1) 모듈을 병렬로 접속하는 전로에는 그 전로에 단락전류가 발생할 경우에 전로를 보호하는 과전류차단기 또는 기타 기구를 시설하여야 한다. 단, 그 전로가 단락전류에 견딜 수 있는 경우에는 그러하지 아니하다.
- (2) 태양전지 발전설비의 직류 전로에 지락이 발생했을 때 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하고 그 방법 및 성능은 IEC 60364-7-712(2017) 712.42 또는 712.53에 따를 수 있다.

2) 태양광설비의 계측장치 522.3.6

태양광설비에는 전압과 전류 또는 전압과 전력을 계측하는 장치를 시설하여야 한다.

제 3교시 문제풀이

3-1. 태양광발전설비의 점검 및 설치기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아전기안전'

1. 태양광설비 점검

1) 점검 전 유의사항

- ① 유지보수 통로 신설
- ② 열화상 기구, 절연저항 측정계 등 점검기구 이상 유무 확인
- ③ 태양발전상태 점검
점검에 따라 가동 중일 때와 가동이 중지되었을 때가 다르기 때문에 확인 필요

2) 점검 시 유의사항

- ① 발전되는 전기에 감전되지 않도록 점검 필요
- ② 가동중지 후 점검 시에는 전기적인 부분을 중점적으로 점검한다.
- ③ 가동 중 점검 시에는 설비들이 제대로 가동이되고 있는지 육안 점검 및 측정 기구를 사용하여 점검한다.

3) 점검 후 유의사항

- ① 발전설비 육안으로 점검 전 사항으로 원위치 확인 점검
- ② 가동중지 후 점검 시에는 가동상태가 제대로 인지 확인 후 점검
- ③ 점검기구 확인

4) 일상 순시점검에 의한 처리

- ① 모듈 및 어레이
접지선의 접속 및 접속단자의 풀림여부, 유리파손, 모듈프레임 변형, 가대의 나사풀림, 코킹의 불량여부, 모듈의 개방전압에 맞는 출력 여부 점검
- ② 접속함(중계단자함)
입선구 방수처리, 배선의 극성 확인, 나사의 풀림 확인
- ③ 인버터(파워컨디셔너)
취부편(공간 확보 주변, 습기, 가스, 화기 등, 침수여부, 인화물질 등), 나사의 풀림, 접지단자 풀림, 환기여부, 이상음, 냄새 등 확인
- ④ 태양광발전용 개폐기 : 태양광 발전용이라는 표지를 할 것

- ⑤ 주간선 개폐기 : 역접속 가능형으로 나사 풀림 없을 것
- ⑥ 전력량계 : 송전 시에는 회전여부를, 수전 시에는 정지 확인

5) 정기점검

- ① 계획에 따라 점검주기를 정하고, 고장 징후를 발견하여 고장과 결함을 발견한다.
- ② 상황에 따라 설비의 정지까지도 행하고 시험검사를 정밀하게 실시한다.
- ③ 정기점검 이상 발생 시에는 곧바로 교체에 들어가도록 한다.

2. 태양광 설치기준

건축물 태양광 발전시설 설치 가이드라인 제3조(설치기준)

1) 옥상 평지붕면 태양광모듈 설치

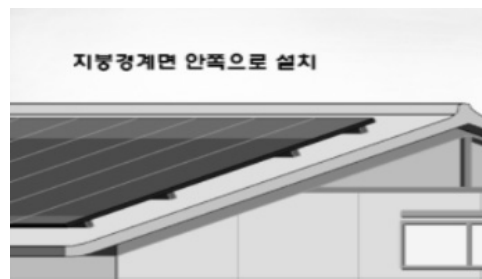
- (1) 3층 이상 건축물의 경우 태양광모듈 최대 높이는 옥상 바닥면으로 부터 3m 이하로 하고, 3층 미만의 경우는 건축물 높이의 3분의 1까지 산정하며, 공업 및 준공업 지역은 최대 높이를 30%까지 완화할 수 있다.
- (2) 바닥면은 적설 및 강우량을 고려하여 바닥으로부터 최소 30cm 이상으로 한다.
- (3) 경사각은 36° 이내 범위로 하고, 건물 높이가 50m 이상인 경우는 최대 45°까지 할 수 있다.
- (4) 태양광모듈은 경계면 외측으로 돌출되지 않도록 하며, 유지관리 및 보수의 용이성을 위하여 경계면 내측으로 4면에서 30cm 이상으로 하여 안전공간을 확보하여야 한다.
- (5) 설치면적은 수평투영면적 기준으로 옥상 바닥 면적의 70% 이내로 설치한다.
- (6) 북측 경계선으로부터 태양광모듈 높이의 3분의 1 이상 내측으로 거리를 두고 설치한다.

2) 경사지붕면 태양광모듈 설치

- (1) 태양광모듈의 최하단과 지붕면의 최상단 사이는 15cm 이내로 한다.



[그림] 하중 · 풍압을 고려한 유지공간 15cm



[그림] 경계면 안쪽으로 설치하여 안전성 증대

- (2) 태양광모듈은 경사지붕면에 평행하게 설치해야 하나, 최대 5° 이내의 오차범위를 허용한다.
- (3) 하중, 풍압, 적설, 강우 등에 따른 안전을 고려하여 지붕경계면 이내로 설치할 수 있으며, 지붕의 용두 및 경계면의 볼록한 지점 이내로 설치해야 한다.
- (4) 지붕경계면을 제외하고 100% 이내로 설치하되, 태양광모듈이 설치되지 않는 부분은 디자인을 고려하여 이질감이 생기지 않도록 한다.

3) 구조물 안전 확보

용량 3kW를 초과하는 기존 건축물은 태양광 구조물에 대한 구조전문가의 구조안전 확인

4) 공간 활용 디자인에 대한 완화

친환경 요소를 고려한 공간 활용 디자인 설치 방식을 권장하며, 이 경우 건물 높이의 3분의 1 범위 내에서 최대 6m 이하로 설치 높이를 완화할 수 있다.

3-2. 가공 송전설비의 가선공사에서 연선 및 긴선작업 시 안전관리 대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처 ‘모아전기안전

KOSHA GUIDE

(관련기준 : KOSHA GUIDE C-98-2014 철탍공사 안전보건기술지침)

1. 용어의 정의

1) 연선작업(전선 펴기 작업)

와이어 펴기 작업, 전력선 펴기 작업, 조금차 공법, 가공지선·전력선의가접속 작업, 가공지선, 전력선의 본접속 작업, 조인트 프로텍터의 부착작업

2) 긴선작업(전선 당기기 작업)

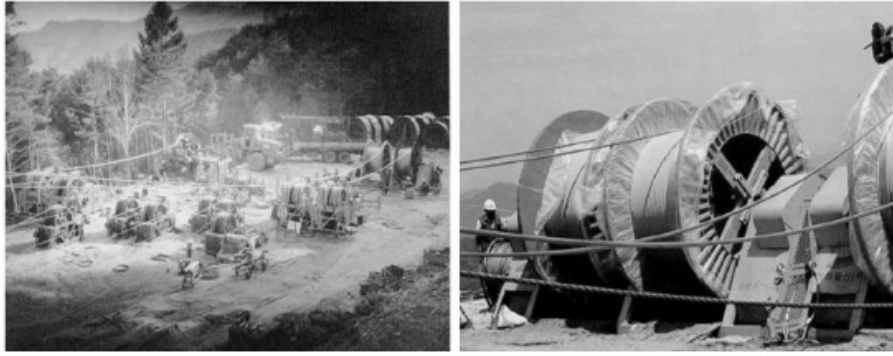
애자장치 설치 작업, 이도자 부착 및 전선처짐 측정작업, 가공지선의 당기기 작업, 전력선의 당기기 작업, 스페이서 및 스페이서댐퍼 설치작업, 점퍼(Jumper)장치 부착작업, 부속품 부착작업

2. 연선작업(전선 펴기작업) 시 안전관리대책

- 1) 전선드럼 또는 엔진을 설치한 장소에서는 연선구간 배치도를 비치하고 전선펴기구간의 전선 1조당 길이 및 전선접속위치, 엔진장소 구간내의 철탍 각도 및 고저차, 작업원의 배치상황을 명확히 구분하여 이로 인한 사고를 예방하여야 한다.



<인양 원치 설치 및 예인 로프 이동>



<드럼장의 설치전경 및 전선 드럼배치>

2) 통신설비를 드럼, 엔진, 철탑, 기타 중요장소에 배치하고 아래사항을 준수하여야 한다.

- ① 전선 와이어의 상태와 활차의 회전에 유의하여 상호연락하면서 연선 작업을 실시하여야 한다.
- ② 연선 구간 내에서는 항상 연락이 확실하고 신속하게 되도록 유선 또는 무선전화 설비를 전선 설치장비, 철탑, 기타 중요장소에 설치하여야 한다.
- ③ 관리감독자는 유, 무선 전화기를 병용하여 드럼장, 엔진장 장소와의 연락을 긴밀히 하여야 한다.
- ④ 전기적인 유도가 예상되는 장소의 유선전화설비는 위험방지 조치를 하여야 한다.



<연선차 설치전경 및 고정프레임 실제부착모습>

3) 철탑에 설치하는 가지선은 아래의 사항을 준수하여야 한다.

- ① 가지선의 굵기 및 조수는 철연선 38mm² 2조 이상 또는 동등 이상의 강연선으로 하고 각 암마다 개별로 매설된 근가에 고정하여야 한다.
- ② 가지선의 회전방지를 위하여 턴버클에는 통나무나 각재를 끼워야 하며 외부인의 접근을 방지하기 위하여 구획로프나 표지를 설치하여야 한다.
- ③ 철탑 암에 부착하는 가지선은 수평각도 30° 이하로 하여 암이 수직하중 증가로 인한 굴절을 방지하여야 한다.
- ④ 전선퍼기 경계철탑은 원칙적으로 가지선을 설치하여야 한다.
- ⑤ 가지선은 주주재와 암주재의 교점 또는 암의 끝부분에 부착하여야 한다.
- ⑥ 연선경계철탑을 보강하는 가지선의 부착방향은 원칙적으로 선로중심 방향과 평행으로 하고 부착각도는 수평지면과 가지선이 이루는 각이 45° 이하가 되도록 하여야 한다.

- 4) 활차 사용 시 활차걸이에 걸리는 힘은 연선와이어가 형성하는 각도 및 와이어 장력에 의하여 크게 변하므로 충분한 강도가 있는 것을 사용하여야한다.
- 5) 기설 송전선과 접근 또는 교차하는 경우에는 전자유도 작용에 의해 전선등에 고전압이 유기될 수 있으므로 유도방지장치(접지로라 등)를 설치하여야 한다.
- 6) 전선설치용 블록은 흠이 마모, 손상되었거나 회전이 불량한 것을 사용해서는 안 되며, 사용 전에 흠을 깨끗이 청소하여야 한다.

3. 긴선작업(전선 당기기 작업)시 안전관리대책

- 1) 긴선작업 시 와이어 끝을 2인 이상이 잡고 있을 때는 꼭 전담자를 정하여 이탈하지 않도록 해야 한다.
- 2) 작업자는 장력이 걸린 전선이나 와이어가 만든 각도 밖에서 작업을 한다.
- 3) 긴선작업을 할 때는 전주 및 완철의 가지선·활차걸이 설치점을 점검하고 활차의 회전, 전선의 이탈, 긴선의 원활상태 등에 대하여 긴밀한 연락을 취하도록 작업원이 배치되어야 한다.
- 4) 긴선작업 시 전선이 이동 중에는 작업원은 지상에서 대기 하여야 한다..
- 5) 긴선작업 시 와이어 끝을 2인 이상이 잡고 있을 때는 꼭 전담자를 정하여 이탈하지 않도록 해야 한다.
- 6) 지지물 위에서 작업자가 애자런 끝으로 나갈 경우나 이동할 때에는 반드시 보조 로프와 안전허리끈 로프를 사용해야한다.
- 7) 애자 금구류를 인상 작업 시 심부름 바를 직하에서 당기는 것은 피해야한다.

3-3. 피뢰기의 종류와 기능 및 구비조건, 속류와 정격전압에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

전기안전 122, 111회

1. 개 요

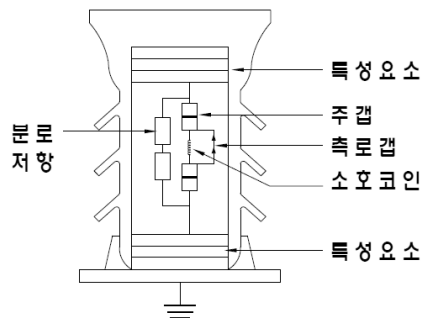
- 1) 피뢰기란 수용가 전력시스템의 인입측에 설치하여 이상전압을 억제하는 기기로 평상시는 대지와 절연상태로 있고, 이상전압(낙뢰, 서지) 침입 시에는 대지로 방류하는 전력보호 기기이다.
- 2) 피뢰기의 가장 중요한 기능은 평상시에는 대지와 절연성능 유지와 이상전압 시는 신속히 대지로 방류하고, 이상전압방류 후에는 신속히 절연상태로 회복하는 기능들이다.

2. 피뢰기의 종류

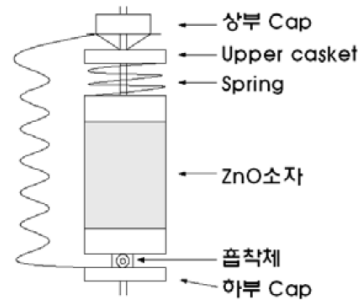
1) 밸브형, 밸브 저항형

2) 갭저항형(SiC형)

- ① 직렬갭 + 특성요소(SiC)로 구성되었다.
- ② 탄화규소(SiC) 입자($200\mu\text{m}$)를 입체적으로 접촉한 것을 자기결합체로 소결한 구조이다.
- ③ 전압-전류 특성은 SiC의 접촉성질에 의하여 발생한다.
- ④ SiC는 절연특성이 안 좋고, 연속사용 시 열파괴 현상이 생기므로 직렬갭과 조합하여 사용한다.



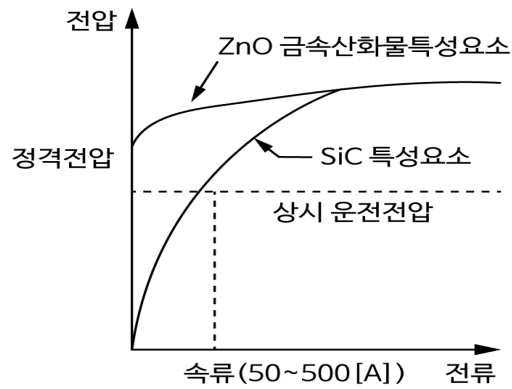
[그림] 갭저항형 구조도



[그림] 산화아연형 구조도

3) 갭레스형(ZnO소자 특성)

- ① 직렬갭이 없고, 비직선 저항특성의 산화아연소자 적용
- ② 산화아연(ZnO) 입자($5\sim 10\mu\text{m}$)를 입체적으로 접촉한 것을 고저항층(Bi_2O_3)으로 소결한 구조
- ③ 우수한 비직선 저항특성이 있고, 수십 μA 정도의 전류만 흐르므로 직렬갭이 필요 없다.
- ④ 구조간단, 소형경량, 가격 저렴하다.
- ⑤ 특성요소 사고 시 단락사고우려, 속류에 따른 특성요소 변화가 적다.
- ⑥ 인가전압에 따라 저항치가 자동적으로 변한다.



4) 피뢰기 비교

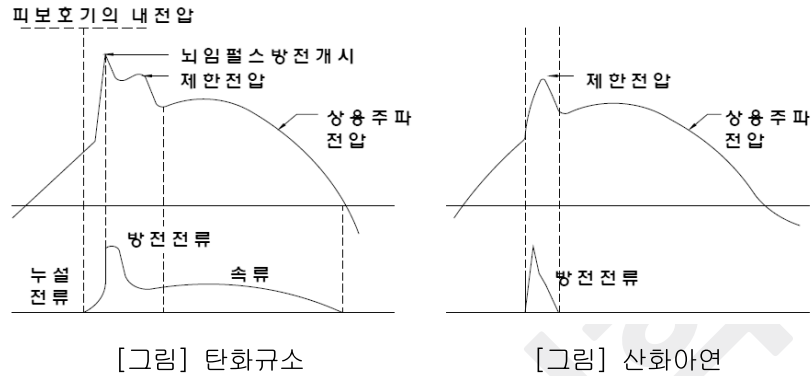
구 분	탄화규소 피뢰기(갭저항형)	산화아연 피뢰기(갭레스형)
성 분	<ul style="list-style-type: none"> 주성분은 탄화규소 SiC 부성분은 점토등의 자기성분 	<ul style="list-style-type: none"> 주성분은 산화아연(ZnO) 부성분은 Bi₂O₃
다중 뇌 성능 유지	<ul style="list-style-type: none"> 다중뇌에 직렬갭의 절연저하로 지락 사고가 발생할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> 전압-전류의 비직선 특성이 우수하여 다중 뇌가 발생하면 속류가 없고, 열화현상이 거의 없다.
서 지 흡수능력	<ul style="list-style-type: none"> 서지를 직렬갭이 처리하므로 서지흡수 한계가 있다. 직렬갭이 방전할 때까지 서지가 존재하여 서지흡수가 낮다. 	<ul style="list-style-type: none"> 서지를 산화아연 소자가 직접 처리한다. 이상전압 발생과 동시에 방전한다.
구 조	<ul style="list-style-type: none"> 직렬갭이 있어 소형화가 어렵다. 	<ul style="list-style-type: none"> 직렬갭이 없어 소형화가 가능하다.

3. 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.
- 5) 충격파 방전개시전압이 낮을 것
- 6) 제한전압이 낮을 것
- 7) 상용주파방전개시전압이 높을 것
- 8) 방전내량이 클 것
- 9) 속류를 차단할 수 있을 것

4. 속류

- 1) 속류(Follow Current)는 방전 후에 절연을 회복하지 못하고 흐르는 전류로서, 속류가 지속된다면 1선 지락과 같은 문제가 발생하게 된다.
- 2) 방전현상이 실질적으로 끝난 후에는 신속히 속류를 차단해야 한다.
- 3) 갱레스형(ZnO소자)가 갱저항형(SiC)보다 속류차단에 성능이 우수하다.



5. 정격전압

- 1) 정격주파수일 때 동작책무를 규정회수 이상 반복 할 수 있는 전압으로 실효값으로 표현한다.
- 2) 선로와 접지단자 사이에 인가할 수 있는 상용주파최대허용전압이다.
- 3) 피뢰기 방전 후 속류를 차단할 수 있는 최대전압을 의미한다.(즉, 갱저항형 22.9kV 경우 방전 후 18kV 이하로 되었을 때 속류가 차단되었다면 이 전압이 피뢰기 정격전압이다)

$$\text{정격전압} = \text{공칭전압} \times \frac{1.4}{1.1} [kV]$$

ex) $22 \times \frac{1.4}{1.1} = 28kV$ 인데 보호성을 높이기 위해서 한 등급 낮은 24kV를 적용하고 있다.

3-4. 수변전설비에서 사용하는 디지털 계전기에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 동작원리 및 특징
- 2) 기능 및 회로구성
- 3) 디지털(Digital) 계전기와 아날로그(Analog) 계전기 비교

답)

출처' 모아전기안전

1. 개 요

- ① 전력계통이 확대 복잡화됨에 따라 전력계통보호상의 문제점이 많이 대두되고 있으며, 이러한 문제점들이 종래의 보호계전기술(전자기계식이나 정지형)로는 해결이 불가능해짐에 따라 새로운 보호계전기술이 요구되고 있다.
- ② 유지 보수의 편리성, 안전성 및 고 신뢰성의 향상을 위하여 디지털 계전기의 적용이 확대, 보급이 되고 있는 추세다.

2. 특 징

1) 고성능 고기능화

- ① 디지털 보호계전기는 다수의 입력신호를 동시에 입력, 기억할 수 있을 뿐만 아니라 벡터연산을 고속도로 할 수 있기 때문에 종래의 계전기로 실현 불가능했던 새로운 검출 기능을 가지고 있다.
- ② 별도로 하드웨어를 추가하지 않고도 연산프로그램 즉, 소프트웨어에 의해 기능을 향상시킬 수 있기 때문에 전력계통의 변화에 대응하는 고기능의 보호방식을 실현했다.

2) 소형화

- ① 디지털계전기를 구성하는 CPU의 집적도가 높아져 더욱 소형화, 고성능화된다.
- ② 한 개의 계전기에서 처리할 수 있게 되어 배전반의 수량 감소한다.

3) 고신뢰화

- ① 디지털계전기에 상시 감시 기능을 부가함으로써 보호계전장치의 하드웨어 및 소프트웨어의 고장이나 이상 유무를 연속적으로 감시하고 시험할 수 있는 기능을 장착하여 보호계전기의 고장으로 인한 오동작을 미연에 방지한다.
- ② 상시감시 및 자동점검기능을 수행하므로 유지보수에 필요한 인력을 절감할 수 있으며 보호계전기의 시험 중에 발생할 수 있는 Human Error를 줄일 수 있어 보호 신뢰도를 향상한다.

4) 융통성

- ① 계통구성변경에 따라 보호방식을 변경해야 할 경우 기존의 경우 배전반 전체를 교체해야 하나, 디지털방식에서는 보호방식이 프로그램화되어야 한다.
- ② 보호 프로그램의 변경만으로 배전반을 교체하지 않고도 간단히 조치 가능하다.

5) 표준화

- ① 종래의 보호계전기는 보호특성 및 정격치에 따라 다양한 보호계전기가 필요하였으나 디지털 보호계전기는 여러 종류의 보호계전 기능을 실현 가능하다.
- ② 하드웨어 구성을 표준화함으로써 사용자, 제작자, 가격 경쟁력을 확보하였다.

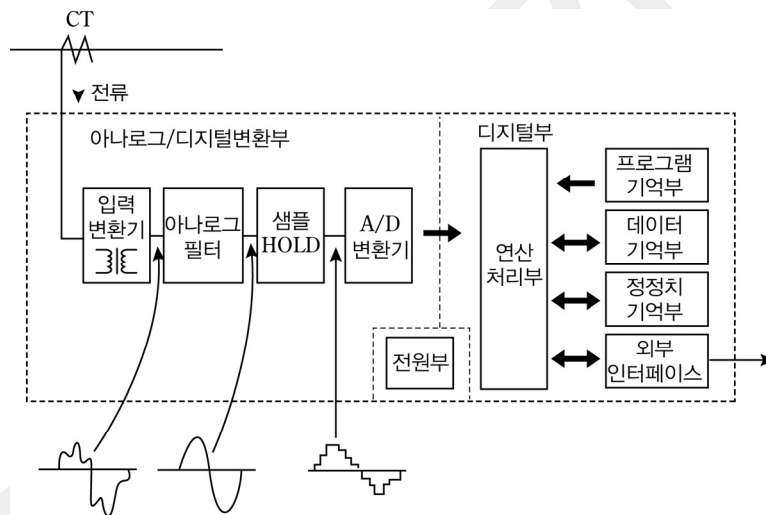
6) 저부담화

CT, PT의 부담을 크게 저감시켜 주 변성기의 성능을 향상하였다.

7) 경제성

- ① 디지털 보호계전기를 구성하는 요소들이 대부분 반도체 소자로 되어 있어 반도체 기술이 발전함에 따라 부품가격이 감소하였다.
- ② 자동감시기능이나 피보호설비의 운전, 유지보수에 기여하는 경제성, 설치공간의 절약 등 간접적인 측면에서도 기존의 계전기에 비해 경제적이다.

3. 디지털 계전기 기본 구성



4. 디지털 계전기와 아날로그 계전기 비교

항 목	디지털 계전기	아날로그 계전기
사용 소자	CPU, IC, S/H외	가동철심, 유도원판
서지 영향	서지에 약하다	서지에 강하다
크기	대형	소형
신뢰성	우수	저하
자기 진단	자기 진단 가능	자기 진단 불가
통신 기능	가능	불가능
유지 보수성	우수	보통
경제성	고가	저가

3-5. 직류 송전방식과 교류 송전방식의 특징에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아전기안전'

1. 직류송전의 개요

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

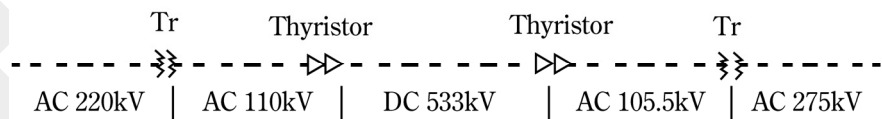
2. 직류 송전방식

1) 송전계통도



2) 직류 송전원리

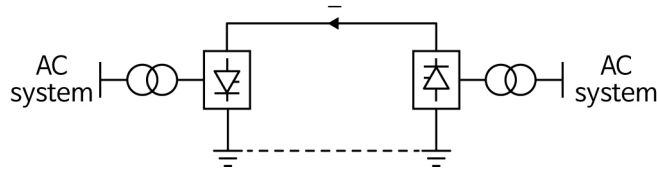
- ① 발전소에서 생산된 교류전력을 대용량 정류기를 이용하여 직류전력으로 변환 송전 후 수전점에서 다시 교류전력으로 변환하여 부하 측에 공급하는 방식이다.
- ② 110~138kV AC를 VALVE(THYRISTOR)를 통해 점차적으로 DC 533kV까지 승압·송전을 한다.



3) 송전방식

① Monopolar 링크

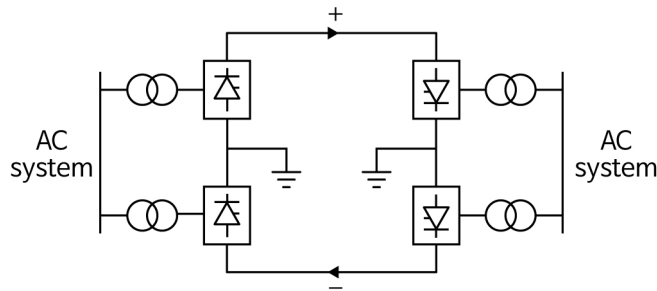
Monopolar 링크는 일반적으로 하나의 HV 도체를 사용하며 귀로는 대지 또는 해수를 통해 구성된다. 대지 저항이 과도하게 크거나 지하 혹은 수중의 금속 구조물과의 간섭을 허용할 수 없는 경우 대지귀로 대신 도체 귀로를 사용하는 방식도 있다.



[그림] Monopolar HVDC 링크

② Bipolar 링크

Bipolar 링크는 두 개의 HV 도체선도로 구성되며 일반적으로 하나는 양극, 다른 하나는 음극으로 운전한다. 동일한 정격을 갖는 두 개의 컨버터 설비를 DC 측에서는 직렬로, AC 측에서는 병렬로 연결한다. 두 컨버터가 연결된 접점은 접지되고, Bipole 운전 시 보통 두 Pole 간 균형 제어를 통해 대지전류를 최소화 한다. 만약 고장으로 하나의 Pole이 정지된 경우 보호동작을 통해 건전 Pole은 지속적으로 운전이 가능하도록 시스템이 구성되며, DC 고장으로 인한 AC 계통의 변동을 최소화하기 위해 상시 설비 정격의 50% 이하로 운전해 고장 전후의 정상상태 전송 전력을 동일하게 운전 가능하다.



[그림] Bipolar HVDC 링크

3. 직류 송전(HVDC) 구성요소

1) 변환장치(Thyristor Valve)

- ① 변환 장치의 핵심기술은 싸이리스터 밸브와 이에 따른 제어 및 보호회로에 있으며, 사용되는 Valve에는 수은 아크 밸브(Mercury Arc Valve)와 60년대에 개발된 싸이리스터 밸브가 있다. 싸이리스터 밸브는 수은 Arc Valve에서 생기는 Arc Back이 없고 보수도 간단하며 회로 구성, 정격전압, 전류의 선택이 비교적 자유롭다.
- ② 싸이리스터 밸브의 냉각방식으로 공냉식, 수냉식, 유냉식이 있으나 최근에는 냉각효율이 좋은 수냉식이 많이 사용된다.
- ③ 싸이리스터는 요구되는 직류전압에 따라 싸이리스터를 직렬 연결하여 사용한다.
- ④ 변환기의 Valve 접속방식으로 역내전압 변압기의 이용률을 고려할 때 삼상 브리지접속을 기본으로 한 6Pulse와 12Pulse 접속이 있으며, 12Pulse로 할 경우 6Pulse 방식보다 고조파 발생이 줄어 대부분 12Pulse 방식을 채택하고 있다.
- ⑤ 고조파를 줄이기 위한 Filter 설비는 보통 변환 장치의 무효전력 공급을 겸하여 필터뱅크 수량의 결정,뱅크당 무효전력 용량, 필터형식을 결정하며 일반적으로 콘덴서뱅크를 추가하여 고차 고조파에 공진시켜 사용한다.

2) 변환기용 변압기

- ① 12Pulse 결선 시스템일 경우 5차 7차 고조파 상쇄를 위해 Valve측에 Y - Δ 결선을 사용한다.
- ② 일반 변압기에 비하여 고조파를 많이 포함한 전류가 흐르므로 변압기간 선간 리액턴스차를 최소한으로 하여 비정상 고조파를 억제하여야 한다. 또한 Valve 사고나 전류의 실패 시 과대한 고장전류를 제한하기 위해 일반 변압기보다 %임피던스를 크게 한다.

3) 직류차단기

- ① 현재의 직류송전 시스템에서 직류선로의 사고를 제거하기 위한 방법으로 컨버터를 제어하여 전류를 감소시켜 차단기의 동작책무가 상대적으로 가벼우나 계통전압강하가 수반된다.
- ② 직류차단기를 사용하면 시스템을 원활히 운용할 수 있으나, 한 주기당 두 번 전류영점이 존재한 교류와 다르므로 직류를 차단하는 것이 어렵다.
- ③ 현재까지 개발된 직류차단기는 직류송전 시스템에 부분적으로 사용되고 있으며, 접지극 선로, 병렬회로의 절체 또는 분리의 목적으로 사용되고 있어 사고 제거에는 이용되지 않는다.

4) 직류송전의 제어

- ① 순 역변환기의 Gate Pulse 위상제어에 의하여 2차적으로 변환기용 변압기의 Tap 제어를 사용한다. 두 제어방식은 각기 개별적으로 운영되며 상호 보강되는 특성을 갖는다.
- ② 제어방식으로 정전류, 정여유각, 정전압, 정전력 및 주파수 제어가 있다. 일반적인 제어로 순 변환기에서는 정전류 제어를 하고, 역변환기에서 정전압 제어를 하는 방식과 그 역의 방식 두 가지로 구분된다.

4. 직류송전과 교류 송전의 특징 비교

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 문제가 된다.
- ④ 교직 변환 장치에서 발생하는 고조파를 제거하는 설비가 필요하다.
- ⑤ 변환장치는 유효전력 50~60% 정도의 무효전력을 소비하므로 무효전력보상 설비비가 고가.

3) 교류 송전의 장점

- ① 전압의 승압 및 강압이 용이하다.
- ② 회전 자계를 쉽게 얻을 수 있다.
- ③ 일관된 운용을 기할 수 있다.

4) 교류 방식의 단점

- ① 표피 효과 때문에 전선의 실효 저항이 증가하고 손실이 커진다.
- ② 직류 방식에 비해 계통의 안정도가 저하한다.
- ③ 페란티 현상, 자기여자 현상 등의 이상상태가 발생한다.
- ④ 인근 통신선에의 유도 장애가 크다.
- ⑤ 주파수가 서로 다른 계통은 연계가 불가능하다

3-6. 전력시설물 공사에서 감리원의 자격을 구분하고 책임감리원 및 보조감리원의 배치기준과 감리원의 업무범위에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '전력기술관리법 시행령'

(관련기준 : 전력기술관리법 시행령)

1. 감리원의 자격구분

등급	국가기술자격자	학력 · 경력자
특급 감리원	<ul style="list-style-type: none"> 기술사(전기안전기술사 포함) 	
고급 감리원	<ul style="list-style-type: none"> 기능장의 자격을 취득한 후 2년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 기사의 자격을 취득한 후 5년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 산업기사의 자격을 취득한 후 8년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 	
중급 감리원	<ul style="list-style-type: none"> 기능장의 자격을 취득한 사람 기사의 자격을 취득한 후 2년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 산업기사의 자격을 취득한 후 5년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 기능사의 자격을 취득한 후 10년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 	<ul style="list-style-type: none"> 석사 이상의 학위를 취득한 사람이거나 이와 같은 수준 이상의 학력이 있다고 인정되는 사람으로서 졸업한 후 또는 이와 같은 수준의 학력을 갖춘 후 3년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 대학을 졸업한 사람이거나 이와 같은 수준의 학력이 있다고 인정된 사람으로서 졸업한 후 또는 이와 같은 수준의 학력을 갖춘 후 6년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 <p>- 이하 생략 -</p>
초급 감리원	<ul style="list-style-type: none"> 기사 또는 산업기사의 자격을 취득한 사람 기능사의 자격을 취득한 후 6년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 	<ul style="list-style-type: none"> 석사 이상의 학위를 취득한 사람이거나 이와 같은 수준 이상의 학력이 있다고 인정되는 사람 대학을 졸업한 사람이거나 이와 같은 수준의 학력이 있다고 인정된 사람으로서 졸업한 후 또는 이와 같은 수준의 학력을 갖춘 후 1년 이상 전력기술업무를 수행한 사람 <p>- 이하 생략 -</p>

2. 책임감리원 및 보조감리원의 배치기준(시행령 별표3)

1) 책임감리원 및 보조감리원의 배치기준

구분	총 예정공사비	책임감리원	보조감리원
발전·송전·변전 ·배전·전기철도	- 총공사비 100억이상 - 총공사비 50억이상 ~ 100억 미만 - 총공사비 50억 미만	특급 고급 이상 중급 이상	초급 이상
수전·구내배전· 가로등·전력사용설비·기타	- 총공사비 20억이상 - 총공사비 10억이상 ~ 20억미만 - 총공사비 10억미만	특급 고급 이상 중급 이상	초급 이상

2) 공동주택등의 감리배치기준

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

3. 감리원의 업무범위(시행규칙 제22조)

1) 산업통상자원부령으로 정하는 사항

- (1) 현장 조사·분석
- (2) 공사 단계별 기성(既成) 확인
- (3) 행정지원업무
- (4) 현장 시공상태의 평가 및 기술지도
- (5) 공사감리업무에 관련되는 각종 일지 작성 및 부대 업무

2) 책임감리원이 발주자에게 보고사항

- (1) 개별 작업의 간략한 설명을 포함한 공정 현황
- (2) 기자재의 적합성 검토사항

- (3) 품질관리에 관한 사항
- (4) 하도급공사 추진 현황
- (5) 설계 또는 시공의 변경사항
- (6) 나머지 공사의 전망 및 감리계획
- (7) 부당 시공 적발 및 시정사항
- (8) 해당 기간 중 시공에 대한 종합평가
- (9) 발주자가 지시하는 사항
- (10) 그 밖에 책임감리원이 감리에 필요하다고 인정하는 사항

제 4교시 문제풀이

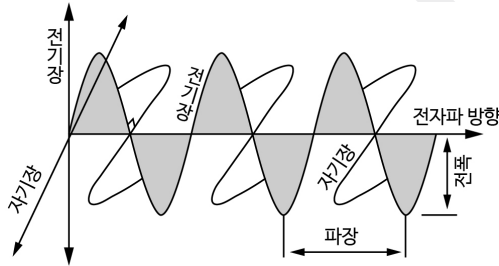
4-1. EMF(Electric & Magnetic Field)의 생체영향과 대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

1. 개 요

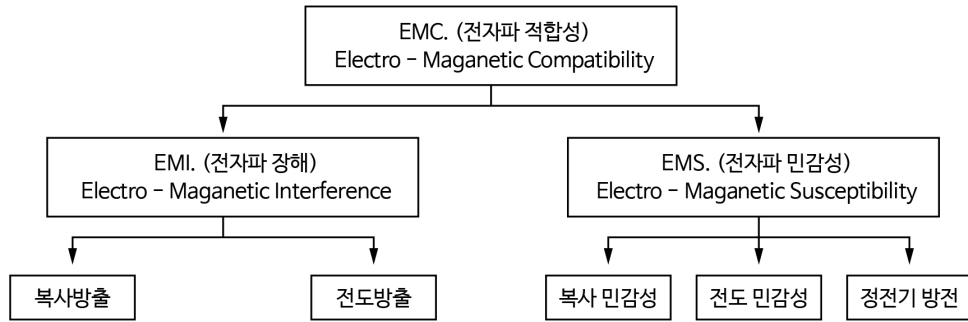
- 1) 전자파(電磁波; Electromagnetic waves)의 원래 명칭은 전기자기파(電氣磁氣波)로서 이것을 줄여서 전자파라고 부른다. 전기 및 자기의 흐름에서 발생하는 일종의 전자기 에너지이다. 전기장과 자기장이 반복하면서 파도처럼 퍼져나가기 때문에 전자파로 부른다.



- 2) 전자파(EMF; Electromagnetic Waves)는 전기장(Electro)과 자기장(Magnetic)의 파동 (Wavelength)을 뜻하는 의미로, 전기의 영향이 미치는 범위인 전기장과 자기의 영향이 미치는 자기장이 서로 반복하면서 파도처럼 흘러나가면서 발생하는 일종의 전자기 에너지이다. 이때 전기장과 자기장은 서로 수직을 이루며, 파동의 방향과도 수직을 이룬다.

2. EMC의 분류

EMS (전자파 민감성)	기기가 전자파에 얼마나 민감하게 반응하는가 하는 정도
EMI (전자파 장애)	자연현상이나 전기기기가 얼마나 전자파를 발생해서 다른 통신 설비 또는 컴퓨터 등에 전자파 장애를 끼칠 수 있는가 하는 정도
EMC (전자파 적합성)	EMI와 EMS 양자를 모두 포함한 의미이다.



[그림] EMC 분류

3. 전자파의 발생

- ① 전자기기의 고집적화, IT화, 네트워크화에 따라 전자파 간섭증가 한다.
- ② 종류

구 분	특 징
방사노이즈	내부의 고주파나 잡음이 전자파가 되어 외부로 방사
전원노이즈	발생원 기기 내부에서 동일전원 사용기기에 침입
전자유도	전류에 의한 자속 방전이 다른 전선에 기전력 유도
정전유도	근접한 전선 사이에 정전용량에 의한 전류 발생
기 타	코로나 방전, 고조파, 이상 전압, 임펄스 잡음 등

4. 전자파의 영향

1) 생체영향

(1) 열적작용

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

(2) 비열작용

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

2) 전자기기 영향

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

5. 전자파 방지대책

1) 차폐 (Shielding)

- ① 자기 차폐 - 고투자율 재료(철, 퍼멀로이 등) 사용 실드 (저주파 유리)
- ② 전자파 차폐 - 고도전율 재료(아연용사, 도금, 도전성 등) 사용

2) 필터 : 전원에 침입하는 전도 노이즈 방지

3) 흡수 : 전자파 흡수하여 열에너지로 변환 감쇠

4) 잡음보상 : 잡음 위치크기 예측 시 위상차 180°인 2차 잡음 주입

5) 접지

- ① 전자 장치나 회로와 시스템 사이에 저임피던스의 공통 전위저감
- ② 전파 안테나 시스템에 있어서 기준레벨 사용

6) 정보기기 전원회로

- ① Signal 선으로 Twist Pair Cable 사용
- ② Commom Mode choke 설치
- ③ Noise cut Transformer, Noise Filter 설치

7) 배선에 대한 대책

- ① 길이 최소화, 외부에 가깝게, 일정 방향 포설
- ② 길어질 경우 특성임피던스($93-120\Omega$) 동축 케이블, 연선사용
- ③ 대전류 릴레이 기타 잡음원과 이격 및 차폐 동작별 분류

8) 와이어링에 의한 대책

- ① 정전결합 장애 : 격리, 차폐, 유전율 감소, 도선길이 감소, 전위차 해소
- ② 전자결합 장애 : 거리이격, 금속관 시설, 구간 짧게, Twist Pair Cable 사용

4-2. 한국전기설비규정(KEC)의 계통접지 시스템에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 한국전기설비규정

모아전기응용

1. 개요

계통접지와 기기접지의 조합에 따라 접지방식에는 여러 가지 방식이 있는데, 국내에서는 KS C IEC 60364 규정을 적용하여 TN 계통(TN System), TT 계통(TT System), IT 계통(IT System)을 제안하고 있다.

2. 표시방식

1) 제 1문자: 전력계통과 대지의 관계

T = 한 점을 대지에 직접 접속한다.

I = 모든 충전부를 대지(접지)로부터 절연시키거나 임피던스를 삽입하여 한 점을 대지에 직접 접속한다.

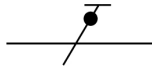
2) 제 2문자: 설비의 노출도전성 부분과 대지와의 관계

T = 전력계통의 접지와는 무관하며, 노출도전성 부분을 대지로 직접 접속한다.

N = 노출 도전성부분을 전력계통의 접지점(교류계통에서 통상적으로 중성점 또는 중성점이 없을 경우에는 단상)에 직접 접속한다.

S = 보호선의 기능을 중성선 또는 접지 측 전선(또는 교류계통에서 접지 측)과 분리된 전선으로 실시한다.

C = 중성선 및 보호선의 기능을 한 개의 전선으로 겸용한다(PEN선).

기호 설명	
	중성선(N)
	보호선(PE)
	보호선과 중성선 결합(PEN)

3. KEC 접지계통의 종류

1) TN 방식(직접접지방식)

- ① 지락보호 및 과전류보호가 용이하고 누전차단기가 불필요하다.
- ② TN 방식에는 TN-S, TN-C, TN-C-S 방식이 있다.

2) TT 방식(다중접지방식)

기기 Frame의 전위상승 방지를 위한 장치가 필요하다.

3) IT 방식(중성점에 고저항을 넣는 방식)

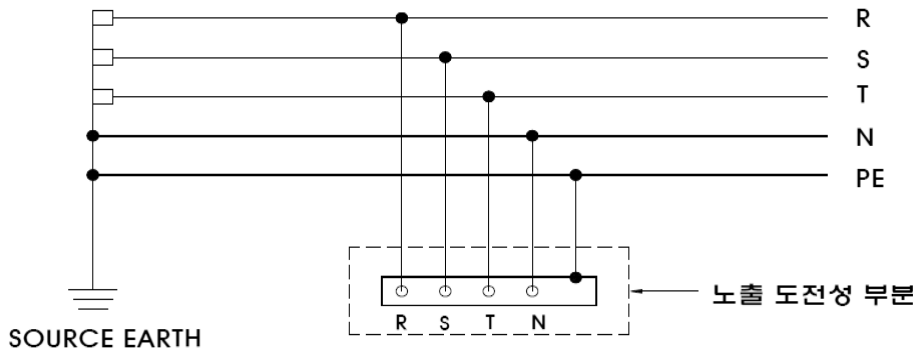
고압간선 및 송전선로에 사용한다.

4. TN(Terre neutral) 방식

- ① 전력공급 측을 계통접지하고 설비의 노출도전성 부분을 PE로 연결시키는 시스템이다.
- ② 과전류차단기로 간접접촉보호가 가능하며 누전차단기가 필요 없다.
- ③ 전위상승이 적어 저압간선에 사용한다.

1) TN-S System

- ① 계통 전체를 중성선과 PE(접지선)으로 분리하는 방식이다.
- ② 불평형전류가 N상에만 흐른다.
- ③ 설비비가 고가로 미국에서 사용하며 약전 및 정보통신기기에 사용 시 유리하다.
- ④ 전산센터 및 병원의 접지방식에 사용된다.



[그림] TN-S 계통도

2) TN-C System

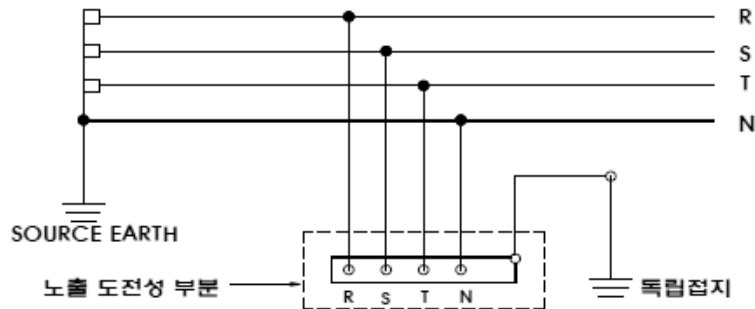
- ① 계통 전체에 걸쳐 중성선과 보호도체를 하나의 도선으로 결합시킨 방식이다.
- ② 불평형전류가 외부로부터 도전부 사이에 분류된다.
- ③ 약전계통에 사용 시 Noise 문제가 있다.
- ④ PE, N상과 혼용하므로 고조파 계통에 사용 시 Noise 문제가 발생한다.
- ⑤ 전력계통(한전)에 적합하다.

3) TN-C-S System

- ① 계통의 일부분에서 중성선과 보호도체가 하나에 결합된 방식이다.
- ② TN-S를 TN-C 앞에 사용할 수가 없다.

5. TT(Terra Terra) 방식

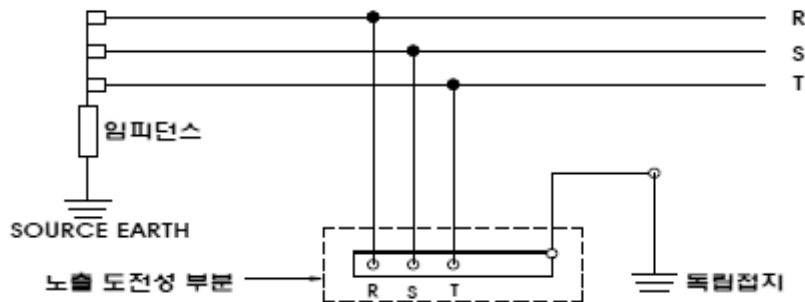
- 1) 전력공급 측을 계통접지하여 설비의 노출도전성 부분을 계통접지와 전기적으로 독립접지하는 방식이다.
- 2) 기기 Frame의 전위상승을 막는 장치가 필요하다.
- 3) 지락 사고 시 사고가 파급되어 계통의 영향을 초래한다.
- 4) 2개의 전압을 사용하기 위해 N선이 필요하고 접지는 별도로 설치한다.



[그림] TT 계통도

6. IT(Insulation Terra) 방식

- 1) 충전부 전체를 대지로부터 절연하고 한 점에 임피던스를 삽입하여 대지에 접속시키고 노출도전성 부분을 단독 또는 일괄로 접지하는 방식이다.
- 2) 대형 Plant에 사용한다.
- 3) 고압 간선라인 또는 송전선로에 사용한다.
- 4) 정전용량이 큰 154(kV) 또는 345(kV)에서 사용한다.



[그림] IT 계통도

7. 접지 방식별 특징 비교

방식	개념도	특징
TN 방식 (TN-S)		<ul style="list-style-type: none"> 변압기의 중성선과 감전보호를 위한 보호 도체를 1점에서 접지한다. 누전차단기의 사용이 가능하다. 기준 전위를 유지할 수 있는 때문에 EMCI(전자 양립성)의 배려가 필요한 것에 적합하다.
TN 방식 (TN-C)		<ul style="list-style-type: none"> 변압기의 중성선과 보호도체를 겸용하여 1점에서 접지한다. ZCT에 의한 자락 전류 검출을 할 수 없기 때문에 누전차단기를 설치할 수 없다. 중성선 전류가 흐를 경우 부하 측의 전위가 변동하기 때문에 EMC에의 배려가 필요한 경우에는 적합하지 않다.
TT 방식		<ul style="list-style-type: none"> 변압기 중성선과 보호도체를 개별적으로 접지하는 일본에서는 과거의 접지방식과 같다. IEC 규격에서는 등전 위 본당을 하는 것이 원칙이기 때문에 TT 방식에서도 모든 보호 도체, 계통 외 도전성 부분은 주 접지 단자반에 접속하여 기준 전위가 유지된다.
IT 방식		<ul style="list-style-type: none"> 전원에 계통 접지가 되어 있지 않은 비접지 방식이다. 지락 고장이 발생해도 대지 정전 용량을 통하여 대지에 흐르는 지락전류는 작아진다. 따라서 전원의 지속성을 필요로 하는 회로에 이용하지만 사고 확대 방지를 위해 절연 감시장치를 설치하여 경보를 낼 필요가 있다.

4-3. 전기자동차 충전설비 설치 시 검토사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 ‘한국전기설비규정

모아전기안전

(관련기준 : 한국전기설비규정 241.17.3 전기자동차의 충전장치 시설)

1. 전기자동차의 충전장치 시설(241.17.3)

1) 전기자동차의 충전장치 시설

- 가. 충전부분이 노출되지 않도록 시설하고, 외함의 접지는 140의 규정에 준하여 접지공사를 할 것
- 나. 외부 기계적 충격에 대한 충분한 기계적 강도(IK08 이상)를 갖는 구조일 것
- 다. 침수 등의 위험이 있는 곳에 시설하지 말아야 하며, 옥외에 설치 시 강우·강설에 대하여 충분한 방수 보호등급(IPX4 이상)을 갖는 것일 것
- 라. 분진이 많은 장소, 가연성 가스나 부식성 가스 또는 위험물 등이 있는 장소에 시설하는 경우에는 통상의 사용 상태에서 부식이나 감전·화재·폭발의 위험이 없도록 242.2부터 242.5까지의 규정에 따라 시설할 것
- 마. 충전장치에는 전기자동차 전용임을 나타내는 표지를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것
- 바. 전기자동차의 충전장치는 쉽게 열 수 없는 구조일 것
- 사. 전기자동차의 충전장치 또는 충전장치를 시설한 장소에는 위험표시를 쉽게 보이는 곳에 표시할 것
- 아. 전기자동차의 충전장치는 부착된 충전 케이블을 거치할 수 있는 거치대 또는 충분한 수납공간(옥내 0.45 m 이상, 옥외 0.6 m 이상)을 갖는 구조이며, 충전 케이블은 반드시 거치할 것
- 자. 충전장치의 충전 케이블 인출부는 옥내용의 경우 지면으로부터 0.45 m 이상 1.2 m 이내에, 옥외용의 경우 지면으로부터 0.6 m 이상에 위치할 것

- 2) 그 밖에 전기자동차 충전설비와 관련된 사항은 KS R IEC 61851-1, KS C IEC 61851-21 및 KS R IEC 61851-23 표준을 참조한다.

2. 전기자동차의 충전 케이블 및 부속품 시설(241.17.4)

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

- 가. 충전장치와 전기자동차의 접속에는 연장코드를 사용하지 말 것
- 나. 충전장치와 전기자동차의 접속에는 자동차 어댑터(자동차 커넥터와 자동차 인렛 사이에 연결되는 장치 또는 부속품을 말한다)를 사용할 수 있다.
- 다. 충전 케이블은 유연성이 있는 것으로서 통상의 충전전류를 흘릴 수 있는 충분한 굵기의 것일 것
- 라. 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

- (1) 다른 배선기구와 대체 불가능한 구조로서 극성이 구분이 되고 접지극이 있는 것일 것.
- (2) 접지극은 투입 시 제일 먼저 접속되고, 차단 시 제일 나중에 분리되는 구조일 것.
- (3) 의도하지 않은 부하의 차단을 방지하기 위해 잠금 또는 탈부착을 위한 기계적 장치가 있는 것일 것.
- (4) 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.

마. 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.

3. 충전장치 등의 방호장치 시설(241.17.5)

충전장치 등의 방호장치는 다음에 따라 시설하여야 한다.

- 가. 충전 중 전기자동차의 유동을 방지하기 위한 장치를 갖추어야 하며, 전기자동차 등에 의한 물리적 충격의 우려가 있는 경우에는 이를 방호하는 장치를 시설할 것.
- 나. 충전 중 환기가 필요한 경우에는 충분한 환기설비를 갖추어야 하며, 환기설비를 나타내는 표지를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것.
- 다. 충전 중에는 충전상태를 확인할 수 있는 표시장치를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것.
- 라. 충전 중 안전과 편리를 위하여 적절한 밝기의 조명설비를 설치 할 것.

4-4. 전기화재 시 전기배선의 금속부분에서 발생하는 용흔에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아전기안전

방재와 보험

1. 단락흔

- 1) 전선이 장기간 사용으로 인하여 절연체가 소실되어 발열 발화하는 현상이다.(1차 단락흔)
- 2) 화재로 인하여 절연피복이 녹아 전선이 단락되는 현상이다.(2차 단락흔)
- 3) 전선이 서로 접촉되며 저항이 거의 없기 때문에 과전류가 흐르고 급격히 발화되어 전선이 순간적으로 녹는 현상을 의미한다.

2. 용융흔(Molten mark)

- 1) 금속이 녹아 있는 흔적을 말한다.
- 2) 용흔은 전기적 원인에 의한 단락(단락흔)과 다르게 화재의 화염에 의해서 녹는 것을 의미한다.

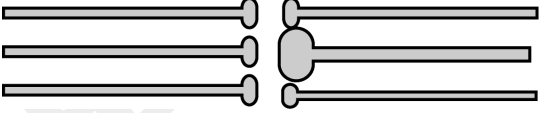
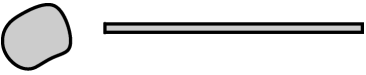
3. 1차, 2차 용융흔

- 1) 1차흔(First melting marks)

화재가 발생하기 전에 생긴 도체의 전기적 용흔 또는 화재의 원인이 된 도선로 상의 용흔을 말한다.

- 2) 2차흔(Second melting marks)

통전 상태에 있던 전선이 화재 시의 열기로 인해 전선 피복이 타버리는 과정에서 전선의 심선이 서로 직·간접적으로 접촉될 때의 방전으로 생기는 용흔을 말한다.

단락흔	용융흔
	
<ul style="list-style-type: none"> • 소선과 망울이 경계면을 가지고 있다. • 순간적으로 녹은 형태를 가지고 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 망울과 전선 간에 경계면이 없이 한 덩어리 • 망울 표면이 거칠다.

4. 용흔의 종류

- 1) 단락흔

- (1) 전기스파크는 전기에너지가 고밀도의 열에너지를 발생시키는 것이다.
- (2) 고밀도의 에너지는 국부적으로 고온을 형성하며, 이로 인해 국부적인 부분의 금속을 용융시키는 것이다.

- (3) 순간적으로 고밀도의 열에너지가 형성되고 국부적으로 고온을 형성시키는 경우가 전기단락과 알루미늄, 폭약 등과 같은 고발열체의 연소반응이며, 이로 형성된 형태는 국부적으로 용융되고 인접한 금속조직을 변형시키지 못하기 때문에 외관상 용융되었다 굳은 부분과 용융되지 않은 부분의 경계가 뚜렷하게 구분되는 특징이 있다.
- (4) 그러나 경계가 분명하게 나타나는 예외인 경우가 있는데, 전기용접이나 산소용접흔적, 알루미늄 연소흔적, 폭약에 의한 용융흔적등이다.
- (5) 이들 용융흔적은 전기단락에 의한 용융흔적보다 크기가 상대적으로 크게 나타나며, 용융부분에서 이질금속이 검출된다. 즉 알루미늄 연소흔적은 용융된 표면에 희게 알루미늄이 용착되어 있고 화폭약인 경우 미세한 용융흔이나 대부분 충돌형태를 남기고 잔사가 검출된다. 전기화재와 관련하여 문제가 되는 전기단락흔은 크기가 매우 적거나크다 하더라도 도체 사이즈 이상의 크기가 되지는 않는다.

2) 화염에 의한 용융형태

- (1) 구리가 용융되기 위해서는 $1,085^{\circ}\text{C}$ 이상이 되어야하며, 고온 속에 구리가 놓여져 용융되기 위해서는 연결된 금속 전체가 고온 가까이까지 상승해야 한다.
- (2) 전기단락과 같이 고밀도 에너지에 의한 국부적 고온형태를 만들 수 없기 때문에 용융부분과 용융되지 않은 부분의 경계가 불분명하게 된다.
- (3) 또한 중력의 영향으로 고온상태에서의 형상, 즉 상하나 수평이냐에 따라 형상이 달라지는데 대부분 용융되면 하방으로 늘어지고 끝부분이 고드름 끝과 같이 용융방울이 뭉치게 된다.

3) 과전류 용융절단 형태

- (1) 단심전선에 전류를 계속 증가시켜가면 허용전류범위에서는 특이한 변형이 일어나지 않지만, 2배 이상의 전류를 통전시키면 절연피복이 연화되고 3배 정도가 되면 열분해가 일어나 연기가 발생한다.
- (2) 4배 정도 흐르면 절연피복에 착화되며, 결국 전선은 적열상태가 된다. 계속 증가시키면 선홍색의 복사를 내다가 중앙부분이 용융되고 단락현상이 일어나 전류가 더 이상 흐르지않고 즉시 냉각되는데, 이때 용융되어 절단된 부분은 구상의 용융형태를 만들게되고 끝부분에 환상돌기가 만들어진다.

4) 전선 폭발 중심의 전선 용융형태

- (1) 일정길이의 전선에 순간적으로 대전류가 흐르는 전선폭발현상이 일어나면 전선은 수 도막으로 나누어지면서 도막의 전표면이 균일하게 용융된 형태를 만든다.
- (2) 이러한 용융형태는 큰 분전반 부분이나 계량기 인접부분전선에서 수도막으로 비산낙하된 형태로 관찰되는데, 이를 전기적 발열에 의한 변형형태로 보는 것은 주변에 연소열을 낼 수 있는가 연물이 없으며 부분적 단락이나 화염과는 형상이 크게 다르게 나타나기 때문이다.

5. 용흔의 현상

용흔의 현상	특 징
	늘어진 전선의 화염용융형태
	화염속에 방치되어 내부기포가 돌출된형태
	단심전선에 과전류가 인가되어 용단된형태
	전선 폭발개소에 있던 동선의 변형형태

4-5. 비상발전기 용량산정 방법과 용량산정 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아전기안전

모아전기응용

1. 수전용량 비율에 의한 산정 방법

- 1) 비상발전기 용량의 추정을 수전용량의 비율로 추정한다.
- 2) 대형건축물인 경우는 발전기용량 계획 시 참고할 수 있다.

$$\text{발전기용량 } Q_1 [kVA] = T \times \alpha$$

T : 변압기 용량[kVA]
 α : 사무실 20~25%, 병원 30% 이상,
 통신시설 65% 이상, 상하수도 시설 80% 이상

2. 일반부하 경우 산정방법

- 1) 비상발전기의 용량은 발전기의 부하에 전력공급을 원활히 하면 된다.
- 2) 부하 중에 기동전류(전동기류)가 변동이 없으면 적용이 가능한 방법이다.
- 3) 수용률의 경우는 동력인 경우 80~100%, 전등인 경우 100%를 적용한다.

$$\text{발전기용량 } Q_2 [kVA] = \text{부하전체 입력 합계} \times \text{수용율} \times \text{여유율}$$

3. 유도전동기인 경우 산정방법

- 1) 발전기가 전동기를 기동할 때는 전동기의 큰 기동전류로 인하여 발전기에 큰 부하가 걸리므로 전원의 단자전압 저하로 접촉자 개방하거나, 엔진의 정지 또는 기동실패가 될 수도 있다.
- 2) 발전기의 기동 후 전압이 확립하였을 때, 전동기를 순차적으로 투입하는 것이 바람직하다.

$$\text{발전기용량 } Q_3 [kVA] > \left(\frac{1}{\Delta v} - 1 \right) \times X'_d \times \text{시동용량} [kVA]$$

여기서 X' : 발전기 과도 리액턴스(25~30%) Δv : 허용전압강하(20~25%)

4. PG법(소방용 비상부하 산정방법)

1) PG1(정상 시 부하용량에 의한 출력)

- ① 정상(정격)운전 상태에서 부하의 설비기동에 필요한 발전기 용량이다.
- ② 즉 비상부하로 분류된 발전기 부하에 전력을 공급하여 원활히 기동하도록 한 발전기 용량이다.

$$PG_1 = \frac{P_L}{\eta_L \times PF_L} \times \alpha [kVA]$$

여기서, P_L : 부하 출력합계[kW]

η_L : 부하 종합효율(부하의 특성이 불명일 경우 0.85로 적용)

PF_L : 부하 종합역률(부하의 특성이 불명일 경우 0.8로 적용)

α : 수용률(부하 특성이 불명일 경우 1.0로 적용)

2) PG2 (과도 시 최대전압강하에 의한 출력)

- ① 부하 중 최대 용량의 전동기를 시동할 때 허용전압강하를 고려한 발전기 용량이다.
- ② 즉 전동기의 기동전류로 인하여 발전기 단자전압 저하로 접촉자 개방하거나, 엔진의 정지 또는 기동실패가 될 수도 있다.
- ③ 전압계통의 순시전압 강하를 0.2~0.3초 이내로 유지하도록 고려한 산정식이다.

$$PG_2 = P_m \times \beta \times C \times X_d' \times \frac{100 - \Delta V}{\Delta V} \text{ [kVA]}$$

여기서,

P_m : 부하전동기 kVA(출력 kW $\times \beta \times C$) 중에서 최대시동 kVA를 지닌 전동기 출력[kW]

β : 전동기 출력 1kW에 대한 기동 kVA(전동기의 특성이 불명일 경우 7.2 적용)

C : 기동방식에 따른 계수

X_d' : 발전기정수 (발전기 과도리액턴스, 분명하지 않을 경우 0.2~0.25 적용)

ΔV : P_m [kW] 전동기를 투입했을 때 허용 전압강하율[%]

(일반적으로 0.25 이하로 적용하며, 비상용 승강기 경우는 0.2 이하를 적용)

3) PG3 (과도 시 최대 단시간 내량에 의한 출력)

- ① 부하 중 가장 큰 전동기를 기동 순서상 마지막으로 시동할 때 필요한 발전기 용량이다.
- ② 최대전동기 선정은 부하 중 “기동용량[kW] - 입력용량[kW]”의 값이 최대로 되는 전동기이다.

$$PG_3 = \left(\frac{P_L - P_n}{\eta_L} + P_n \times \beta \times C \times PF_s \right) \times \frac{1}{\cos \phi} \text{ [kVA]}$$

여기서, P_n : [기동kW-입력kW] 값이 최대로 되는 전동기 또는 전동기군 출력[kW]

P_L : 부하 출력합계[kW]

PF_s : [kW] 전동기 기동 시 역률(전동기의 특성이 불명일 경우 0.4)

η_L : 부하 종합효율(부하 특성이 불명일 경우 0.85로 적용)

$\cos \phi$: 부하역률(부하 특성이 불명일 경우 0.8로 적용)

β : 전동기 출력 1kW에 대한 기동 kVA(전동기 특성이 불명일 경우 7.2)

C : 기동방식에 따른 계수

4) PG4(부하 중 고조파 성분을 고려한 발전기 용량)

- ① 실제로 건축물의 계획·설계·시공 시에는 고조파 성분을 추측하여 고려한다는 것은 어렵다.
- ② 하지만 고조파 발생 원인이 많거나 고조파로 인한 발전기 용량이 부족이 예상되면 고려해 볼 수도 있다.

$$PG_4 = P_C \times (2 \sim 2.5) + (PG_1 \sim PG_3 \text{ 제일 큰 값}) \quad \text{단, } P_C: \text{고조파 성분 부하}$$

5) 선정방법은 PG1~PG4 중에 가장 큰 값의 발전기를 선정하면 된다.

5. RG계수법

1) RG에 의한 발전기 용량계산 방법

$$\text{발전기 용량 } G[kVA] = \text{MAX}[RG_1 \sim RG_4] \times K$$

여기서, K : 부하출력의 합계[kw]

$$K = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n = \sum_{i=1}^n m_i$$

단, m_i : 각 부하기기의 출력[kw](각 부하기기의 정격표시로 산정)

n : 부하 대수

2) 발전기 출력계수 조정

- ① 가장 큰 값의 RG 값이 1.47D 보다 현저히 클 경우 1.47D에 근접하도록 다음과 같이 조정
- ② RG 값 계수의 범위는 다음과 같이 되도록 한다.

$$1.47 D \leq RG \leq 2.2$$

- ③ 만일 RG4가 원인이 되어 과대한 RG값이 산출된 경우에는 고조파전류 억제 및 부하 평형이 되도록 조정하여 위 범위가 되도록 한다. 또한 이상으로 만족되지 않을 경우에는 고조파 내량이 큰 특수한 발전기를 선정한다.
- ④ 특수 전동기에 의해서 과대한 값이 산출된 경우 제어방식이나 기동방식 등을 변경 검토해야 한다.

3) RG1 (정상부하 출력계수)

정상 시 발전기가 부담해야 할 부하전류에 의해 정해지는 계수로서 다음 식으로 계산한다.

$$RG_1 = 1.47 \times D \times S_f$$

단, D : 부하의 수용률(별도 표 참조)

S_f : 불평형 부하에 의한 선전류 증가계수

4) RG2 (허용전압강하 출력계수)

- ① 최대기동전류 전동기에 따른 허용 전압강하 출력계수
- ② 즉 대용량 전동기 등의 기동 시에 전압강하의 허용량에 의해 정해지는 계수이다.

5) RG3 (단시간 과전류내력 출력계수)

- ① 과도한 부하전류 최댓값에 의한 단시간 과전류 출력계수
- ② 즉 대용량 부하의 기동 시에 단시간 과전류가 흐르는 과도기간 동안 발전기가 부담해야 할 최대부하 전류에 의해 정해지는 계수이다.

6) RG4 (허용역상전류 출력계수)

- ① 역상전류, 고조파전류에 의한 허용역상전류 출력계수
- ② 즉 부하에 흐르는 역상전류 및 고조파성분에 의해 정해지는 계수이다.

6. 비상발전기 용량선정 시 고려사항

- 1) 건축물의 목적, 부하용도를 고려한다.
- 2) 부하의 중요성을 고려하여 불필요한 부하는 줄인다.
- 3) 발전기 전압확립시간 소요를 고려한다.
- 4) 유도전동기의 기동전류를 고려한다.
- 5) 소방부하의 법적인 검토를 한다.

4-6. 위험성평가 실시 5단계와 위험성 감소대책 수립 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

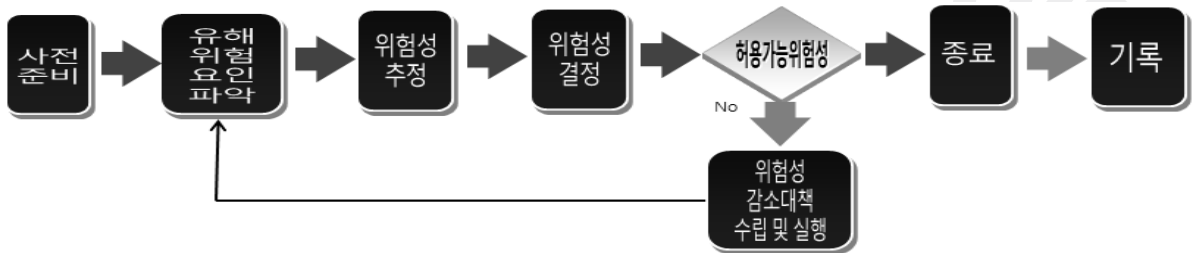
답)

출처 ‘모아전기안전

1. 위험성 평가의 개념

위험성 평가는 크게 위험성 확인(Hazard Identification), 위험도 분석(Risk Analysis), 위험도 평가(Risk Assessment)의 절차에 의해 실시된다.

2. 위험성 평가 실시 5단계



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 제시하고 근로자에게 주지시켜야 함.

3. 위험성 확인(Hazard Identification)

1) 위험성 확인의 정의

(1) 잠재적인 화재위험성을 파악하는 것으로 위험분석의 대상을 확인하는 과정이다.

(2) 주로 발생 가능한 화재 시나리오를 확인하는 과정으로서, 정성적 위험분석 기법이 사용된다.

2) 정성적 위험분석기법의 종류

- (1) 사고예상질문 분석법(What-if) : 질문표에 의한 위험성 평가기법
- (2) 체크리스트법 : 체크리스트에 의한 점수에 의한 평가
- (3) 이상위험도 분석법(FMECA) : 일탈현상에 의해 발생하는 위험도 분석
- (4) 위험과 운전성 분석(HAZOP) : 의도에 벗어나는 공정상의 일탈현상을 찾아내어 공정의 위험 요소와 운전상의 문제점을 도출해 내는 기법
- (5) 안전성 검토법(Safety Review) : 운전 및 유지관리 절차가 설계목적이나 안전기준에 부합되는지를 분석하는 기법
- (6) 예비위험 분석법(PHA) : 초기에 미리 위험요소를 검출하여 나중에 발견되어 발생하는 손해를 방지하는 것
- (7) 상대 위험순위 판정법(D&M Indices) : 각 사항별로 위험정도를 순위로 평가하는 것

3) 정량적 위험성평가 기법

- (1) FTA(결함수 분석법) : 어떤 특정사고를 중심으로 하여 그 원인을 순차적으로 찾아내고 그 발생확률을 산정하는 연역적 분석법 이다.
- (2) ETA(사건수 분석법) : 초기에 발생한 사건에서부터 마지막의 여러 가지 결과까지의 발생경로를 추론하여 발생확률을 산정하는 귀납적 분석법이다.
- (3) HEA(작업자 실수 분석법) : 작업자의 실수에 대한 영향 분석이다.
- (4) CCA(사고원인 및 결과영향분석) : 사고 시 발생할 것으로 보이는 인명, 재산피해나 업무중단으로 인한 손실 등을 분석

4. 위험성 감소대책 수립 시 고려사항

1) 고려사항

- ① 위험성의 크기가 큰 것부터 위험성 감소대책의 대상으로 한다. 위험성 감소를 위한 우선도를 결정하는 방법은 위험성평가 1단계인 사전준비 단계에서 미리 설정해 두는 것이 바람직하다.
- ② 안전보건 상 중대한 문제가 있는 것은 위험성 감소 조치를 즉시 실시하여야 한다.
- ③ 위험성 감소대책의 구체적 내용은 법령에 규정된 사항이 있는 경우에는 그것을 반드시 실시해야 한다.
- ④ 이 경우 ①~③의 조치를 대체해서는 안 되며, 비용 대비 효과 측면에서 현저한 불균형이 있는 경우를 제외하고는 보다 상위의 감소대책을 실시할 필요가 있다.

2) 추진방법

- ① 위험성 감소대책을 실행한 후에는 해당 대책이 타당한 것인지, 위험성이 적절하게 감소된 수준으로 되었는지의 여부를 확인한다. 즉, 대책을 실행한 상태에서의 위험성을 추정하고 결정을 한다. 왜냐하면 위험성이 충분히 감소되지 않았을 가능성이 있을 수 있기 때문이다.

- ② 유해·위험요인을 완전히 제거함으로써 유해·위험요인이 없어졌거나 적절한 격리의 원칙과 정지의 원칙을 채용함으로써 위험한 결과의 발생 가능성이 충분히 낮아졌다고 판단되면 위험성 크기의 가장 낮은 등급이 될 것이다. 반면, 유해·위험요인의 제거가 충분하지 않은 경우에는 위험성을 추정하고 결정한 후, 다시 감소대책을 수립하고 실행하여야 한다.
- ③ 이 때 본질(근원)적 또는 공학적인 방법으로는 위험성이 허용 가능한 수준으로 내려가지 않는 경우에는 관리적 대책으로 대응한다. 그리고 새로운 유해·위험요인이 발생하는 경우에는 재차 위험성평가를 실시하여야 한다.

3) 위험성 감소대책 흐름도

