

»모아는 Challenge다«

전기분야의 Legend, 모아전기학원

제 118회 건축전기설비기술사

[문제풀이집]

교수: 황모아, 배호세 기술사

Legend 모아전기학원의 자랑!

모아전기학원 2012~2019년

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 2019년을 시작합니다.

Legend 모아전기학원의 최강의 강사진!

황모아 원장 “건축전기 기본반과 연구반, 전기안전 특강반”

하용일 교수 “섬세한 발송배전 기본튼튼 강의”

오부영 교수 “최단기 합격비법 전기안전·전기응용반 강의”



전기 교육전문학원

모아전기학원

02) 2068-2851

» 모아전기학원 전기기술사반의 Strength!

첫 번째: 대한민국 최고의 강사진!

- ▷ 최고 전문성을 갖춘 검증된 소방기술사 교수진 5명 강의 중

두 번째: 충분한 공부시간 확보!

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

세 번째: Class Line-up!

- ▷ 건축전기 2개 Class, 발송배전 2개 Class, 전기안전 2개 Class, 전기응용 1개 Class 운영 중! ▷ 총 7개 Class 개강 운영 중!

네 번째: 동영상 혹은 교재 무료제공!

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

다섯 번째: 스터디 룸 무료제공!

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

모아소방전기학원 / 전기기술사 개강일정

건축전기설비기술사 (황모아 원장)				
CLASS	개강일정 (10주)			교재
건축전기의 중요핵심 “SGN 기본반”	5월 19일 ~ 7월 21일	일요일 15시 ~ 20시30분	10강	모아건축전기기술사 1권+보충자료
영혼있는 답안작성 “SBR 연구반”	5월 19일 ~ 7월 21일	일요일 10시 ~ 18시	10강	모아건축전기기술사 +Sub note

발송배전기술사 (하용일 교수)				
CLASS	개강일정 (11주)			교재
철저한 기본주의 “토요기본반”	5월 18일 ~ 7월 27일	토요일 15시 ~ 21시	11강	발송기본3권(송길영) 동일출판사
고정관념 제거 “심화연구반”	5월 18일 ~ 7월 27일	토요일 09시 ~ 15시	11강	자체교재

전기안전(응용)기술사 (오부영 교수/ 황모아 원장)				
CLASS	개강일정 (11주)			교재
쓸 수 있는 공부 “SGN기본반”	5월 18일 ~ 7월 27일	토요일 15시-20시	11강	모아전기안전기술사 +보충자료
마무리토론과 모의고사 “SGN연구반”	5월 18일 ~ 7월 27일	토요일 09시-15시	11강	모아전기안전기술사 +보충자료

제 118회 건축전기설비기술사 1차 필기문제 (2019년5월5일)

제 1 교 시

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하십시오. (각10점)

1. KS C IEC 60529에서 설명하는 전기기기 외함 보호등급(IP)에 대하여 설명하십시오.
2. 전력선과 통신선사이에 차폐선을 설치한 경우 통신선에 유도되는 전자유도전압을 구하십시오.
3. 대전류 용량을 가지는 전력간선(케이블·버스터트)의 단락 시 단락전자력과 단락기계력의 계산방법에 대하여 설명하십시오.
4. 전기설비기술기준 및 전기설비기술기준의 판단기준에서 정하는 전로의 절연성능과 관련하여 다음을 설명하십시오.
 - 1) 전선로의 전선 및 절연성능의 기준값
 - 2) 저압전로의 절연성능
5. 산화아연형(ZnO) 피뢰기의 열폭주 현상에 대하여 설명하십시오.
6. 승강기의 설계순서와 배치결정에 대하여 설명하십시오.
7. 수요반응(DR : Demand Response)의 의미와 국내에서 시행하고 있는 요금제도를 설명하십시오.
8. 전력회로에서 직렬커패시터(Series Capacitor)와 병렬커패시터(Shunt Capacitor)의 적용 시 특성 및 효과에 대하여 설명하십시오.
9. 고체 유전체의 트리잉(Treeing) 및 트래킹(Tracking) 현상에 대하여 설명하십시오.
10. 변압기의 단절연에 대하여 설명하십시오.
11. 폴리에틸렌전선관(CD)의 특징, 호칭 및 성능에 대하여 설명하십시오.
12. 수소자동차 저장식 충전소 설계 시 전기적으로 고려해야 할 사항을 설명하십시오.
13. 맥스웰 방정식(Maxwell-Equation)에 대하여 설명하십시오.

제 2 교 시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하십시오. (각25점)

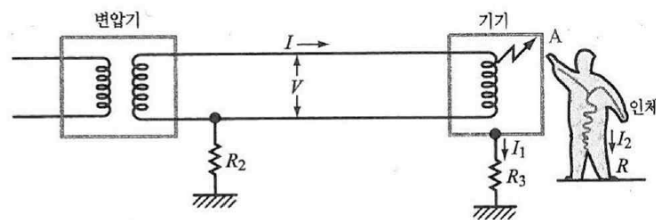
1. 건축물의 EMC(Electro Magnetic Compatibility) 대책을 설명하십시오.
2. 도로조명(KS A 3701)과 터널조명(KS C 3703)에서 다음 사항에 대하여 설명하십시오.
 - 1) 도로조명 등급 및 조명기구 배치방법
 - 2) 터널 기본부, 출구부 및 접속부 조명 설치방법
3. 전력용 변압기에서 발생하는 고장의 종류 및 현상에 대하여 설명하십시오.
4. 건축물에 시설하는 디젤엔진 비상발전기의 보호계전방식에 대하여 설명하십시오.
5. 무정전 전원장치(UPS) 용량설계 시 고려사항에 대하여 설명하십시오.
6. 비상방송설비의 장애발생 원인 및 성능개선 방안을 설명하십시오.

제 3 교 시

1. 최근 제정된 특고압 전선로 인체보호기준에 관한 기술기준의 제정이유와 주요 내용에 대하여 설명하시오.
2. ATS(Automatic Transfer Switch)와 CTTS(Closed Transition Transfer Switch)의 특성을 비교 설명하시오.
3. 케이블 트랜치 시공 시 고려사항에 대하여 설명하시오.
4. 공동구의 전기설비설계기준에 대하여 설명하시오.
5. 교류배전과 직류배전의 특성을 비교하고, 직류배전시스템 도입을 위한 고려사항에 대하여 설명.
6. 태양광발전용 인버터 Topology 구성방법을 설명하시오.
 - 1) MIC(Module Integrated Converter)
 - 2) String
 - 3) Central

제 4 교 시

1. 22.9 kV 직강압방식의 변압기 용량결정에 대하여 설명하시오.
 - 1) 주변압기 용량
 - 2) 전등 및 동력부하에 대한 변압기 용량
 - 3) 전기용접기에 공급하는 변압기 용량
2. 분산형전원 계통연계용 변압기의 결선방식에 대하여 설명하시오.
3. 건축물에 시설하는 전기설비의 접지선 굵기 산정에 대하여 설명하시오.
4. 다음과 같이 변압기 2차측 전압 220 V로 공급되는 전기기기에 지락사고가 발생하였다. (단, 변압기 접지저항(R_2)은 5 Ω , 기기의 제3종 접지저항은(R_3) 100 Ω , 인체의 저항(R)은 3000 Ω 으로 한다.)
 - 1) 등가회로를 작성하고 접촉전압(V_{touch}) 및 감전전류(mA)를 구하시오.
 - 2) 안전전압 이하로 하기 위한 저항값(R_3)을 구하시오.(단, 인체 접촉시 안전전압은 50V 이하로 한다.)
 - 3) 제3종 접지저항 값(R_3)을 얻기 어려운 경우 필요한 대책을 설명하시오.



<지락사고시 인체감전>

5. 건축물에 설치하는 저압 SPD(Surge Protective Device)의 선정 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하시오.
6. 최근 개정된 녹색건축물 조성 지원법에서 규정하는 에너지절약계획서 내용 중 다음에 대하여 설명하시오.
 - 1) 전기부문의 의무사항
 - 2) 전기부문의 권장사항
 - 3) 에너지절약계획서를 첨부할 필요가 없는 건축물



제 1 교시 문제풀이

1-1. KS C IEC 60529에서 설명하는 전기기기의 외함 보호등급(IP)에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아건축전기설비기술사 2권 372P, KS C IEC 60529

1. 개요

방진방수 등급(IP등급)에 대한 한국산업규격은 KS C IEC 60529이며, 국제규격 IEC 60529와 기술적 내용 및 규격이 동일하다.

2. 전기기기의 외함 보호등급(IP)

IP코드는 두 자리로 되어있는데 첫 번째 숫자는 방진등급, 두 번째 숫자는 방수등급을 가리킨다.

번호	제 1 숫자	제 2 숫자
	방진 보호정도	방수 보호정도
0	없음	없음
1	손의 접근으로부터 보호	수직으로 떨어지는 물방울로부터의 보호
2	손가락의 접근으로부터의 보호	수직에서 15° 범위에서 떨어지는 물방울로부터의 보호
3	공구의 선단 등으로부터의 보호	수직에서 60° 범위에서 떨어지는 물방울로부터의 보호
4	WIRE 등으로부터의 보호	전방향으로 비산되는 물로부터의 보호
5	분진으로부터의 보호	전방향으로 쏟아지는 물로부터의 보호
6	완전한 방진구조	파도 등의 강력하게 쏟아지는 물로부터의 보호
7	-	일정한 조건으로 물에 잠겨서 사용 가능
8	-	물속에서 사용가능

1-2. 전력선과 통신선사이에 차폐선을 설치한 경우 통신선에 유도하는 전자유도전압을 구하시오.

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 1권 60p

1. 전자유도전압의 정의

코일을 관통하는 자속을 변화시킬 때 기전력이 발생하는 현상. 즉, 코일의 자속 변화에 따라 코일에 기전력이 유도되는 현상을 의미한다.

- 1) 유도 기전력 : 전자 유도에 의해 발생된 기전력
- 2) 렌츠의 법칙 : 자속변화에 의한 유도기전력의 방향 결정.

즉, 유도 기전력은 자신의 발생 원인이 되는 자속의 변화를 방해하려는 방향으로 발생.

- 3) 유도 기전력의 방향 : 유도 기전력은 코일을 지나는 자속이 증가될 때에는 자속을 감소시키는 방향으로, 또 감소될 때에는 자속을 증가시키는 방향으로 발생.

2. 통신선에 유도하는 전자유도전압

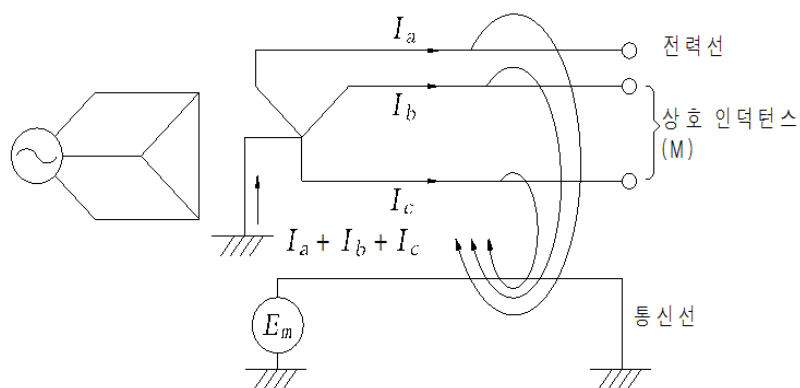
전력선과 통신선의 전자적인 결합에 의해서 통신선에 이상전압, 전류를 유도한다.

$$E_m = -j \omega M \ell (I_a + I_b + I_c)$$

$$= -j \omega M \ell (3I_o)$$

단, M : 상호인덕턴스[H/km]

ℓ : 양선의 병행 길이[km]



1-3. 대전류 용량을 가지는 전력간선(케이블·버스덕트)의 단락 시 단락전자력과 단락기계력의 계산방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 2권, 296p

1. 단락전자력

- ① 단락시 발생하는 단락전자력 충분히 견뎌야 하며, 전자력이 커지지 않도록 스페이서 간격을 적절히 배치해야 한다.
- ② 두 개의 도체에 전류가 흐르면 전자력에 의하여 상호 힘이 작용한다. 전류가 같은 방향이면 흡인력, 반대방향이면 반발력이 발생된다.

$$\cdot \text{ 단락전자력 } F = K \times 2.04 \times 10^{-8} \times \frac{I_m^2}{D} [kg/m]$$

여기서

I_m : 전류의 피크치 [A]

D : 케이블 중심간격[m]

K : 케이블 배열정수

2. 3심 케이블 단락기계력

- ① 단락시 기계적 응력에 의해서 발생하는 충격에 케이블이 견뎌야 한다.
- ② 케이블에 단락이 생기면 단락전자력이 생기고 3심 케이블에서는 축방향력과 비틀림모멘트가 발생한다.
- ③ 3심 케이블에서는 비틀림 때문에 시스에 손상이 생기거나 차폐테이프가 절단될 우려가 있다.
- ④ 근래에 사용되는 트리플렉스형⁴⁾ 케이블 경우에는 구조적으로 비틀림모멘트를 감소시켰다.
- ⑤ 3심 단락기계력 계산

$$\cdot \text{ 축방향 장력 } T = \frac{3rFP\sqrt{(2\pi r)^2 + p^2}}{(2\pi r)^2} [kg]$$

여기서 F : 전자력[kg/m]

P : 보정계수

p : 피치[m]

r : 케이블 중심과 선중심의 거리[m]

$$\cdot \text{ 비틀림모멘트 } Q = \frac{3rF\sqrt{(2\pi r)^2 + p^2}}{2\pi} [kg \cdot m]$$

1-4. 전기설비기술기준 및 전기설비기술기준의 판단기준에서 정하는 전로의 절연성과 관련하여 다음을 설명하시오.

- 1) 전선로의 전선 및 절연성의 기준값
- 2) 저압전로의 절연성능

답)

출처' 전기설비기술기준 및 전기설비기술기준의 판단기준

1. 전선로의 전선 및 절연성의 기준값

→ 제27조 (전선로의 전선 및 절연성능)

- ① 저압 가공전선(중성선 다중접지식에서 중성선으로 사용하는 전선을 제외한다) 또는 고압 가공전선은 감전의 우려가 없도록 사용전압에 따른 절연성능을 갖는 절연전선 또는 케이블을 사용하여야 한다. 다만 해협 횡단·하천 횡단·산악지 등 통상 예견되는 사용 형태로 보아 감전의 우려가 없는 경우에는 그러하지 아니하다.
- ② 지중전선(지중전선로의 전선을 말한다. 이하 같다)은 감전의 우려가 없도록 사용전압에 따른 절연성능을 갖는 케이블을 사용하여야 한다.
- ③ 저압전선로 중 절연 부분의 전선과 대지 사이 및 전선의 심선 상호 간의 절연저항은 사용전압에 대한 누설전류가 최대 공급전류의 1/2,000을 넘지 않도록 하여야 한다.

2. 저압전로의 절연성능

→ 제52조 (저압전로의 절연성능)

- ① 전기사용 장소의 사용전압이 저압인 전로의 전선 상호간 및 전로와 대지 사이의 절연저항은 개폐기 또는 과전류차단기로 구분할 수 있는 전로마다 다음 표에서 정한 값 이상이어야 한다. 다만, 전선 상호간의 절연저항은 기계기구를 쉽게 분리가 곤란한 분기회로의 경우 기기 접속 전에 측정할 수 있다.
- ② 또한, 측정 시 영향을 주거나 손상을 받을 수 있는 SPD 또는 기타 기기 등은 측정 전에 분리시켜야 하고, 부득이하게 분리가 어려운 경우에는 시험전압을 250V DC로 낮추어 측정할 수 있지만 절연저항 값은 1MΩ 이상이어야 한다.

전로의 사용전압 V	DC시험전압 V	절연저항 MΩ
SELV 및 PELV	250	0.5
FELV, 500V 이하	500	1.0
500V 초과	1,000	1.0

[주] 특별저압(extra low voltage : 2차 전압이 AC 50V, DC 120V 이하)으로 SELV(비접지회로 구성) 및 PELV(접지회로 구성)은 1차와 2차가 전기적으로 절연된 회로, FELV는 1차와 2차가 전기적으로 절연되지 않은 회로

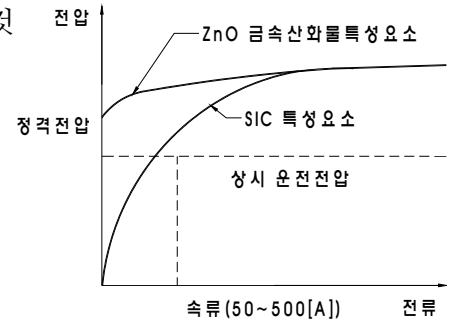
1-5. 산화아연형(ZnO) 피뢰기의 열폭주 현상에 대하여 설명하시오.

답)

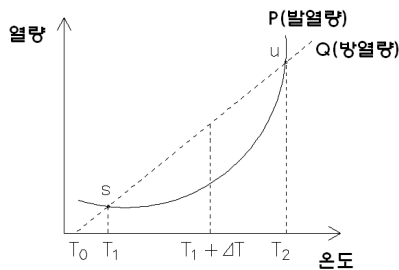
출처 '모아건축전기설비기술사 2권 149p

1. 갬레스형(ZnO 소자 특성)

- ① 직렬갭이 없고, 비직선 저항특성의 산화아연소자적용
- ② 산화아연(ZnO) 입자($5\sim 10\mu m$)을 입체적으로 접촉한 것을 고저항층(Bi_2O_3)으로 소결한 구조
- ③ 우수한 비직선 저항특성이 있고, 수십 μA 정도의 전류 밖에 흐르지 않으므로 직렬갭이 필요 없다.
- ④ 구조간단, 소형경량, 가격 저렴하다.
- ⑤ 특성요소 사고시 단락사고우려
- ⑥ 속류에 따른 특성요소 변화적다.
- ⑦ 인가 전압에 따라 저항치가 자동적으로 변한다.



2. 열폭주현상



- ① 근래에는 대부분 갬레스형(ZnO 소자) 피뢰기를 사용하지만 열폭주라는 단점이 있다.
- ② 갬레스형은 직렬갭이 없어 수 μA 정도의 누설전류가 흐르고 서지로 인하여 누설전류는 더욱 증가한다.
- ③ 저항성분에 의해 발열이 되고 온도가 상승하며, 저항은 커지고 발열은 더욱 심해지는 악순환을 반복 하다가 피뢰기가 폭발(열폭주)하거나 Disconnector(소량화약봉입)가 동작하여 대지로부터 분리한다.
- ④ 갬레스형은 설치 후 3년 정도부터는 누설전류를 점검해야 한다.
- ⑤ 즉, 산화아연소자의 발열량(P)이 방열량(Q)보다 큰 경우 누설전류 증가로 과열, 파열되는 현상
 - $P > Q$ (u점 초과) : 열폭주 발생
 - $P < Q$ (u점 이하) : 온도 낮아져 s점 이하에서 안정

1-6. 승강기의 설계순서와 배치결정에 대하여 설명하시오.

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 2권 321p, 한국전기공사협회 자료

1. 승강기의 설계순서



2. 승강기의 배치 결정

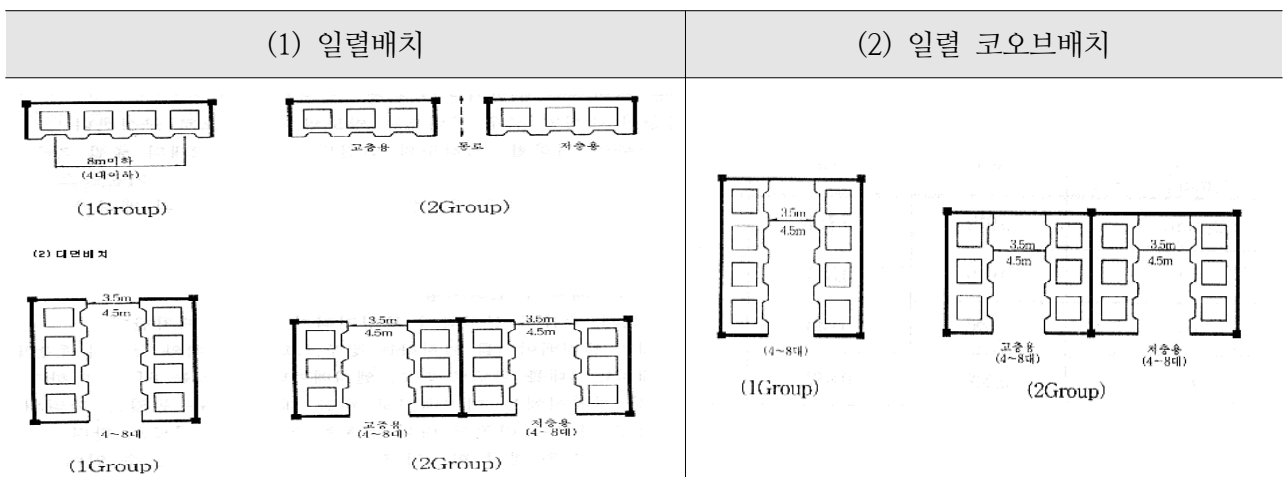
1) 승강기 배치 시 고려사항

- (1) 교통동선의 중심에 설치하여 보행거리가 짧도록 배치한다.
- (2) 여러 대의 승강기를 설치하는 경우, 그룹별 배치와 군관리 운전방식으로 한다.
- (3) 일렬 배치는 4대를 한도로 하고, 승강기간 거리는 8[m] 이하가 되도록 한다.
- (4) 4대 이상 설치시에는 대면배치로 하고 대면거리는 동일군 관리의 경우는 3.5~4.5[m]로 하며 관리존이 다를 경우는 5~6[m] 정도로 한다.
- (5) 승강기 홀은 정원 합계의 50[%] 정도를 수용할 수 있어야 하며, 1인당 점 유면적은 0.5~0.8[m²]로 계산한다.

2) 승강기 수량 선정시 고려사항

승강기 수량은 이용자가 집중하는 경우를 기준하여 수송능력, 대기시간 등을 고려한다.

3) 승강기의 배열 및 배치



1-7. 수요반응(DR: Demand Response)의 의미와 국내에서 시행하고 있는 요금 제도를 설명하시오.

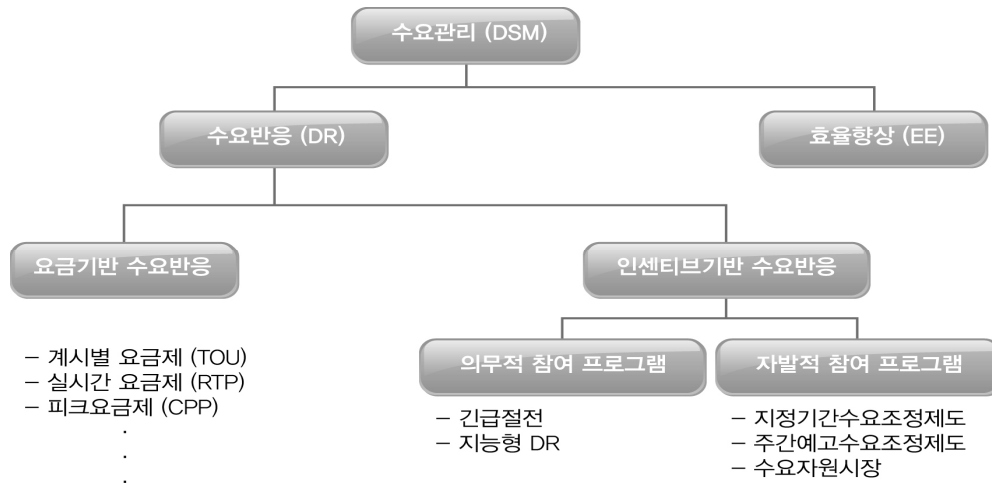
답)

출처' 수요반응 기타자료

1. 수요반응(DR)의 의미

전기사용자가 일상 속에서 전기를 아낀 만큼 전력시장에 판매하고 금전으로 보상받는 수요반응 제도

2. 수요반응의 요금제도



1) 요금기반 수요반응

선택적 전기요금제도를 이용하여 소비자가 전기요금 절감을 위해 전기사용 패턴을 자발적으로 조절하는 간접방식의 수요관리 방식

- (1) 기본요금 피크연동제
- (2) 시간대별 차등요금제도
- (3) 계절별 차등요금제도

2) 인센티브 기반 수요반응

의무적 참여 프로그램과 자발적 참여 프로그램으로 구분. 참여하고자 하는 감축용량을 사전에 약정하고, 약정한 조건 또는 약정 감축시간만큼 감축을 시행하는 의무적 감축프로그램(지능형DR, 긴급절전)과, 사전 약정된 가격 또는 경매제도에 의해 정해진 가격으로 정산할 수 있는 자발적 프로그램(수요 자원 시장, 주간예고 수요조정제도 등)으로 구분 가능

(1) 의무적 감축 프로그램

- ① 긴급절전 수요조정제도(직접부하제어), ② 지능형 DR.

(2) 자발적 프로그램

- ① 지정기간 수요조정제도
- ② 주간예고 수요조정제도, ③ 수요자원시장

1-8. 전력회로에서 직렬커패시터(Series Capacitor)와 병렬커패시터(Shunt Capacitor)의 적용 시 특성 및 효과에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아 건축전기설비기술사 1권 59p

1. 커패시터(Capacitor)의 특징

1) 커패시터(Capacitor)

도체 사이에 유전체를 넣어 커패시턴스 작용하도록 만들어진 장치. 콘덴서

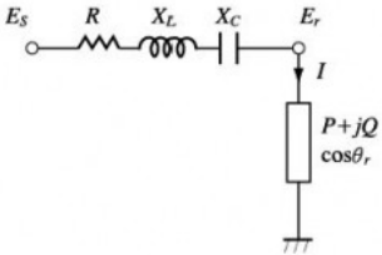
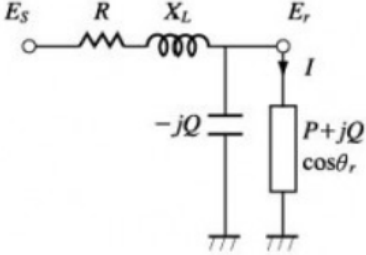
2) 커패시턴스(Capacitance)

전극이 전하를 축적하는 능력의 정도를 나타내는 상수로서 전극의 형상 및 전극 사이를 채운 유전체의 종류에 따라 결정되는 값.

$$Q = C \cdot V \quad , \quad C = \frac{Q}{V} [F]$$

· 전하량 Q [C : coulomb] · 커패시턴스(축적능력) C [F : Farad]

3. 직렬커패시터와 병렬커패시터

구분	Series Capacitor	Shunt Capacitor
효과	<ul style="list-style-type: none"> · 전압강하의 개선 · 전압변동률의 개선 	<ul style="list-style-type: none"> · 부하 역률을 개선 · 역률개선으로 전압강하 감소
구성		
계산	$e = E_s - E_r = I \{ R \cos \theta + (X_L - X_C) \sin \theta_r \}$ <ul style="list-style-type: none"> · $X < 0$: 부족보상 · $X = 0$: 완전보상 · $X > 0$: 과보상 	<p>선로전류 $I = \frac{P}{E_r \cos \theta_r}$ 를 옆 식에 대입</p> $e = \frac{P}{E_r} (R + X \tan \theta_r)$ $= \frac{RP}{E_r} \left(1 + \frac{X}{R} \tan \theta_r \right)$

1-9. 고체 유전체의 트리잉(Treeing) 및 트래킹(Tracking) 현상에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '건축전기설비기술사 2권 311P

1. 절연열화

- 1) 기기나 재료에 전기나 열이 통하지 않도록 하는 기능이 점차 약해지는 현상이다.
- 2) 그 원인에 따라 열 열화, 하전 열화, 기계 열화 및 복합 요인 열화로 구분한다.

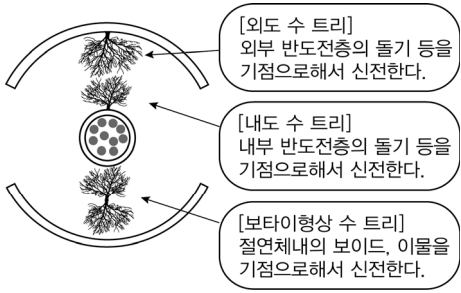
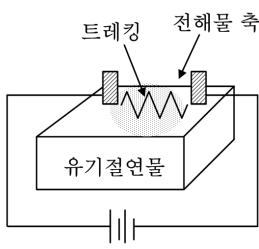
2. 트리잉(Treeing)

- 1) 고압 CV케이블 내부에 수분이 전계의 영향을 받아 나무(Tree)가 성장하는 형상처럼 전진해 나가는 현상이다.
- 2) 케이블 내부에 수분 존재시 돌기나 Void등이 있는 부분을 기점으로 전계가 집중하여 발생한다.
- 3) 근래에는 건식가교방식으로 절연체내부에 수분과 Void가 없도록 생산되고 있다.

3. 트래킹(Tracking)

- 1) 전압이 인가된 이극 도체간의 고체절연물 표면에 수분을 많이 함유한 먼지 등 전해질의 미소물질, 전해질을 함유한 액체의 증기 또는 금속가루 등의 도체가 부착되면 그 부착된 표면 사이에 소규모 방전이 발생된다.
- 2) 이것이 반복되면 절연물의 표면에 점차 도전성의 통로(track)가 형성되는데, 이러한 현상을 트래킹(tracking)이라고 한다.
- 3) 무기절연물은 도전성물질의 생성이 적어서 트래킹이 문제되지 않을 수 있으나, 유기절연물은 탄화되어 도전성물질(흑연)을 생성하기 쉬워 화재의 원인이 될 수 있다.

4. 트리잉과 트래킹

트리잉(Treeing)	트래킹(Tracking)
 <p>[외도 수 트리] 외부 반도전층의 돌기 등을 기점으로해서 신전한다.</p> <p>[내도 수 트리] 내부 반도전층의 돌기 등을 기점으로해서 신전한다.</p> <p>[보타이형상 수 트리] 절연체내의 보이드, 이물을 기점으로해서 신전한다.</p> <p>[그림] 수트리의 종류</p>	 <p>트래킹 전해물 축적</p> <p>유기절연물</p> <p>[그림] 트래킹 현상</p>

1-10. 변압기의 단절연에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기기술사 1권 312p

1. 변압기의 절연

- 1) 전기 계통의 절연은 상용주파의 과전압이나 개폐서지 등 내부 이상전압에는 견딘다.
- 2) 뇌서지 등 외부 이상 전압에 대하여는 피뢰기에 의하여 서지 전압을 제한한다.

2. 변압기 절연 방식의 비교

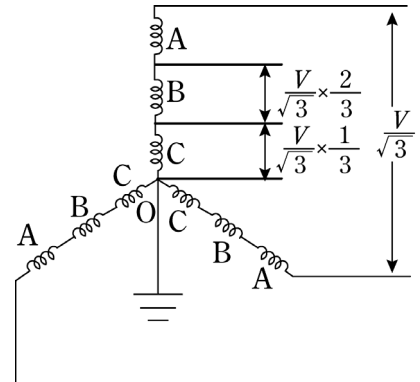
절연 방식	적용 접지의 종류
전(全) 절연	소호 리액터, 고 저항 접지
저감(低減) 절연	공칭 전압의 80~85%
단(端) 절연	중성점 접지 방식
균등(均等) 절연	비 접지 계통 또는 Δ 결선

3. 단절연(Graded Insulation)

- 1) 중성점 접지의 경우 서지 충격이 선로측은 크고 중성점으로 갈수록 약해진다.
- 2) 절연 강도는 각 코일에 균일하게 할 필요가 없고 선로측은 강하게 중성점측은 약하게 한다.
- 3) 변압기 크기를 적게 할 수 있고, 경제적이다.
- 4) 유효접지계통 중성점 절연강도는 선로 단자의 1/3 정도
- 5) 3상 Y 결선의 경우 (154kV)

R, S, T 부싱 : 650 BIL

N 부싱 : 350 BIL



※ 케이블 단절연(grade insulated cable)

- 1) 케이블의 절연 내량을 고르게 한 것으로, 절연의 한 방법이다.
- 2) 고압용 지하 케이블의 절연은 전체가 균질일지라도 더욱 충분한 절연 내력을 갖게 하려면 매우 두꺼운 것으로 하지 않으면 안 된다.
- 3) 그러나 도체 가까이에는 고유전율 물질을 쓰고, 바깥쪽에는 저유전율의 물질을 쓰면 절연 내력의 분포를 고르게 하고, 또 같은 고절연 내력에 대하여 두께를 되도록 얇게 할 수 있다.

1-11. 폴리에틸렌전선관(CD)의 특징, 호칭 및 성능에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 업체카다로그 자료

1. 전선관의 개념

1) CD(Combined Duct)

- (1) CD는 합성수지재료의 휼(가요) 전선관이다.
- (2) KS C 8454의 규정되어 있으며, 콘크리트 매입용으로만 사용할 수 있다.

2) PF(Plastic Flexible)

- (1) PF 전선관은 PLASTIC FLEXIBLE 의 약어로서 합성수지제 휼(가요)전선관이다.
- (2) KS C 8454로 규정되어 있으며, 전선관 노출부위 또는 은폐부위에 시공 가능하다.

2. 폴리에틸렌전선관(CD)의 호칭

호칭	내경	외경
16	16	21 ± 0.3
22	22	27.5 ± 0.5
28	28	34 ± 0.5

3. CD관의 성능 및 특징

성 능	특 징
동선성	관내면 요철형상으로 베어링 역할을 해주며, 마찰계수가 적어 전선 표면 손상이 적음
시공성	가요성이 좋아 배관작업이 간단, 연결 부품 접합으로 시공이 간편함
가요성	굴곡이 자유로워 협소한 작업장 시공이 용이하고 쉽게 부러지지 않음
경량	중량이 가벼워 운반 및 취급이 용이함
장척	100mm 이상의 조장으로 연결개소가 적어 경제적임
난연성	자기 소화성이 우수하여 화재의 위험이 적음
기타	고강도 PE 수지로 내구성, 내식성, 내한성 등이 우수

1-12. 수소자동차 저장식 충전소 설계 시 전기적으로 고려해야 할 사항을 설명하시오.

답) 출처 ‘저장식 수소자동차 충전의 시설·기술·검사기준(가스기술기준위원회/산업통상자원부 공고 2017-582)

1. 수소충전소의 분류

- 1) 수소충전소는 수소 공급 방식 (자체 수소 생산 여부)에 Off-site과 On-site로 구성된다.
- 2) Off-site 방식 : 공장에서 생산된 수소를 파이프라인, 튜브트레일러 등으로 수소공급
- 3) On-site 방식 : 충전소 내에서 개질(추출), 수전해 등 통해 수소 생산

2. 수소충전소의 위험성

- 1) 수소는 가스폭발범위가 넓고(4~75%), 폭발시 폭발력이 매우 크다.
- 2) 일반적인 가스폭발 원인이 되는 정전기 방지와 전기방폭이 가장 중요한 관점이다.

3. 수소충전소의 전기적 고려사항

- 1) 긴급차단장치 또는 안전장치에 고품질 전력공급
- 2) 전기방폭설비
- 3) 정전기 점화원의 제거 및 대전방지
- 4) 접지설비와 피뢰설비

4. 수소충전소 설계시 전기적 고려사항

- 1) 전기차단대책
 - (1) 전기공급 차단 시, 수소저장설비 및 충전기 배관에 차단하는 별도의 밸브를 설치한다.
 - (2) 긴급차단장치의 전기설비는 비상전력 등으로 사용가능하도록 한다.
- 2) 접지
 - (1) 충전호스와 피팅류 사이의 전기저항은 1.0[Ω] 미만으로 하고, 호스외부는 비전도성 물질로 제조된 것으로 한다.
 - (2) 본딩용 접속선 및 접지접속선은 단면적 5.5mm² 이상의 것(단선제외)을 사용한다.
- 3) 전기방식설비
 - (1) 부식우려시 설비와 배관의 절연이음을 설치하여 절연한다.
 - (2) 단, 양극 설치로 인하여 전기방식 시스템 설치시 절연 안 할 수 있다.
- 4) 경보설비
 - (1) 가스누출시 신속히 검지하여 경보장치 설치한다.
 - (2) 가스누출시 경보와 동시에 자동으로 가스통로를 차단한다.
- 5) 전기방폭설비
 - (1) 위험장소에서 누출된 가스의 점화원을 방지한다.
 - (2) 가스시설 전기방폭기준(KGS GC 201)에 따라 방폭성능을 갖도록 설치한다.

6) 정전기제거설치 설치

- (1) 정전기가 점화원이 되는 것을 방지하기 위하여 접지저항 100 Ω 이하로 한다.
- (2) 피뢰설비를 설치한 것은 총합 10 Ω 이하의 것을 것은 제외한다.
- (3) 정전기제거설비 확인사항
 - ① 지상에서 접지정치
 - ② 지상에서의 접속부 접속상태
 - ③ 지상에서 절선 그 밖에 손상부분의 유무

1-13. 맥스웰 방정식(Maxwell-Equation)에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 전기공학관련서적

1. 맥스웰 방정식의 정의

- 1) 맥스웰 방정식(Maxwell's equations)은 전기와 자기의 발생, 전기장과 자기장, 전하 밀도와 전류 밀도의 형성을 나타내는 4개의 편미분 방정식이다. 맥스웰 방정식은 빛 역시 전자기파의 하나임을 보여준다.
- 2) 각각의 방정식은 가우스 법칙, 가우스 자기 법칙, 패러데이 전자기 유도 법칙, 앙페르 회로 법칙으로 불린다. 각각의 방정식을 제임스 클러크 맥스웰이 종합한 이후 맥스웰 방정식으로 불리게 되었다.
- 3) 전자기역학은 맥스웰 방정식과 로렌츠 힘 법칙으로 요약된다. 로렌츠 힘은 맥스웰 방정식으로부터 유도될 수 있다.

2. 맥스웰 방정식의 특징

- ① 전기장은 전하로부터 발산해가는 것으로 쿨롱 힘을 표현한다.
- ② 자석의 극은 N극과 S극이 서로 분리되어 존재하지 않으며 양극 사이에는 자기력이 작용한다.
- ③ 자기장의 세기를 변화시키면 전기장이 발생된다.
 - 이것은 패러데이의 유도법칙으로 표현된다.
- ④ 전기장을 변화시키거나 도선에 전류가 흐르면 회전하는 자기장이 생긴다.
 - 이는 앙페르 법칙을 확장하여 전기장 변화에 따르는 효과를 포함시킨 것이다.

3. 맥스웰 방정식의 계산 (SI 단위계)

이 름	미 분 형	적 분 형
전계에서의 가우스의 법칙 (극성이 존재함)	$\nabla \cdot D = \rho$	$\oint_S D \cdot dA = \int_V \rho \cdot dV$
자기에서의 가우스의 법칙 (극성이 존재하지 않음)	$\nabla \cdot B = 0$	$\oint_S B \cdot dA = 0$
패러데이의 전자기유도법칙	$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$	$\oint_C E \cdot dl = -\frac{d}{dt} \int_S B \cdot dA$
확장된 앙페어의 법칙 (앙페어-맥스웰의 법칙)	$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$	$\oint_C H \cdot dl = \int_S J \cdot dA + \frac{d}{dt} \int_S D \cdot dA$

제 2교시 문제풀이

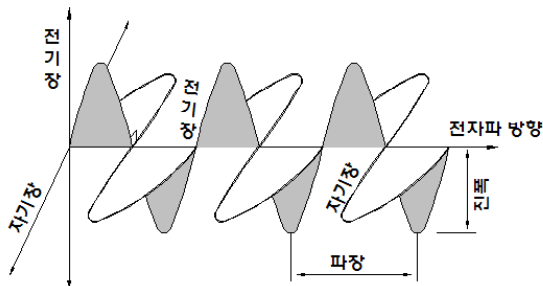
2-1. 건축물의 EMC(Electro Magnetic Compatibility) 대책을 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기기술사2권 240p

1. 개요

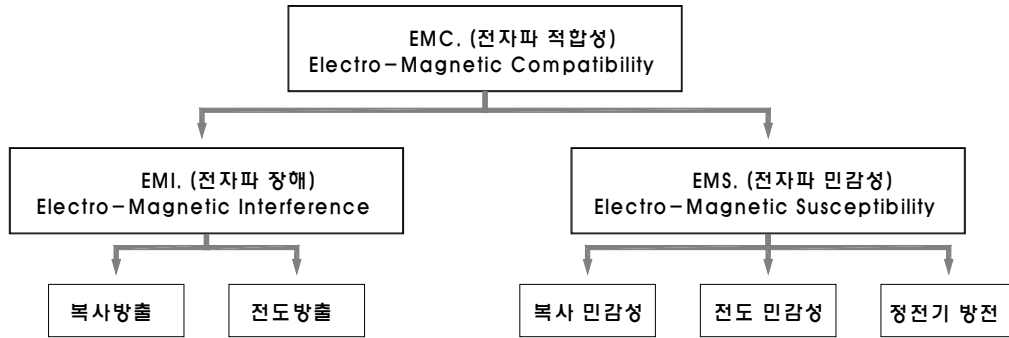
- 1) 전자파(電磁波;electromagnetic waves)의 원래 명칭은 전기자기파(電氣磁氣波)로서 이것을 줄여서 전자파라고 부른다. 전기 및 자기의 흐름에서 발생하는 일종의 전자기 에너지이다. 전기장과 자기장이 반복하면서 파도처럼 퍼져나가기 때문에 전자파로 부른다.



- 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.
- 3) 전자파 장애가 처음 대두된 것은 1930년대부터 라디오방송과 무선통신이 증가되면서 라디오 주파수 대역에서 문제가 인식되었으며, 전기, 전자장비의 활용이 확대되면서 전자파 장애에 대한 관심이 고조되기 시작하였다.
- 4) 이러한 장애를 처음에는 무선주파수 장애 (RFI: Radio Frequency Interference) 라 불렀으나 2차대전 이후부터는 전자파 적합성 (EMC: Electro Magnetic Compatibility), 전자파 민감성 (EMS: Electro Magnetic Susceptibility), 전자파 장애 (EMI: Electro Magnetic Interference) 등의 용어가 사용되기 시작하였다.

2. EMC의 분류

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



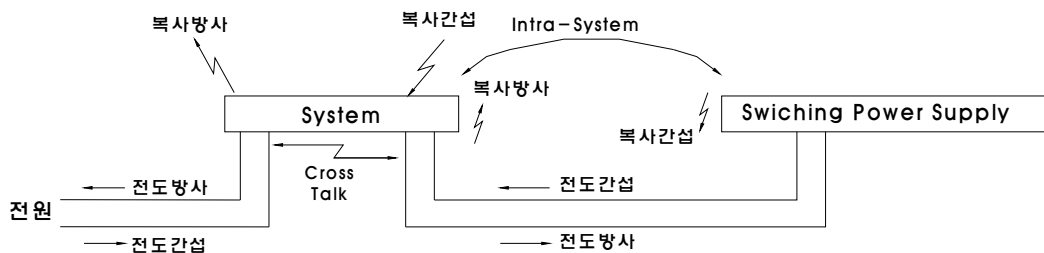
[그림1] EMC 분류

3. 전자파의 발생

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

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

4. 전자파의 침입경로



5. 전자파의 영향

1) 생체영향

(1) 열적작용

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

(2) 비열작용

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

2) 전자 기기 영향

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

6. 전자파 및 노이즈 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 예측시 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 표설
- (2) 길어질 경우 특성임피던스(93-120Ω) 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

2-2. 도로조명(KS A 3701)과 터널조명(KS C 3703)에서 다음 사항에 대하여 설명하시오.

- 1) 도로조명 등급 및 조명기구 배치방법
- 2) 터널 기본부, 출구부 및 접속부 조명 설치방법

답)

출처 '모아건축전기설비기술사 1권 199p

1. 개요

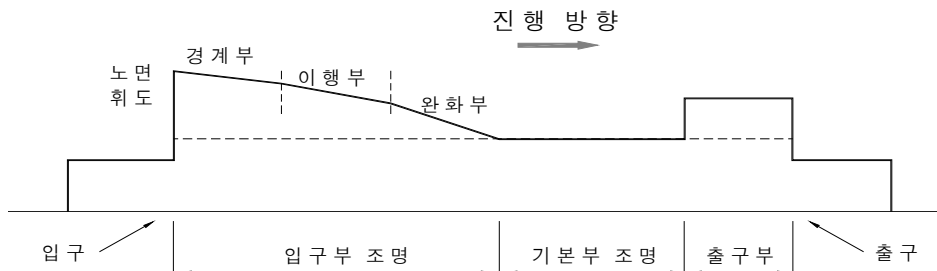
터널 조명은 운전자가 터널을 안전하게 통과하는데 있다.

2. 계획시 고려사항

- 1) 입구 부근의 시야상황
- 2) 구조조건 : 터널의 단면, 길이, 마감재료, 선령 등
- 3) 교통상황 : 설계속도, 교통량, 통행 방식 등
- 4) 환기상황 : 유지관리 계획, 부대시설 상황
- 5) 관계법규 : KSA3701, 3703, 건교부시설 기준 등

3. 도로조명 등급 및 조명기구 배치 방법

1) 구성 및 도로조명 등급



(1) 설계속도와 정지거리

설계속도 [km/h]	60	80	100
정지거리(SD)	60	100	160

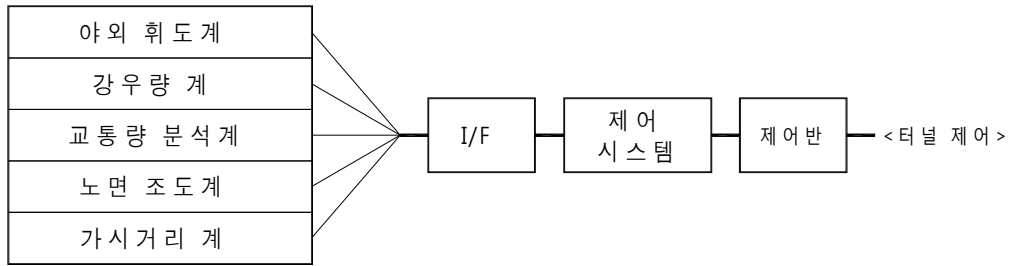
(2) 터널길이, 교통량 등을 고려하여 휘도 및 그에 따른 DATA를 표로 구체화
(글레어, 플리커개선)

2) 광원의 선정

- (1) 일반적으로 나트륨, 형광수은램프 중, 광속, 효율, 수명, 빛 투과율, 설치환경, 경제성 등을 고려하여 선정함
- (2) 일반적으로 장대터널에서는 먼지·분진·안개등에 대한 투과율이 좋은 장파장인 나트륨등을 많이 사용한다.

3) 조명제어 시스템

(1) 구성



(2) 목적

원활한 소통, 필요 최소 휘도 확보, 에너지 절감, 상황에 따른 대응

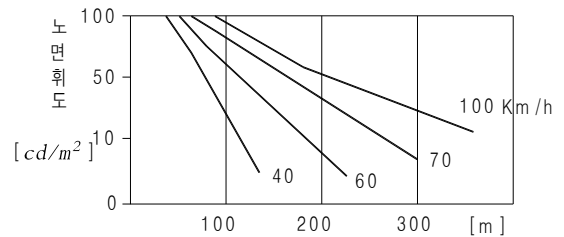
(3) 영향요소

- ① 야외휘도 - 시간대별, 날씨별, 계절별
- ② 교통상황 - 평상시, 연휴, 휴가철
- ③ 램프특성 및 유지보수

4. 터널 기본부, 출구부 및 접속부 조명 설치방법

1) 입구부 조명

- ① 터널입구 시각적 문제 (암순응) 해결
- ② 경계, 완화, 이행부로 구성 (조도완화)
- ③ 야외휘도 변동에 따라 조절
- ④ 노면 휘도는 교통상황에 따라 증감



[그림] 터널입구의 노면휘도

2) 기본부 조명

- ① 균일한 휘도 확보 (시각 인지성)
- ② 야간에 평균 노면 휘도는 접속도로의 2배 이상으로 한다.

설계속도(Km/h)	100	80	60	40
평균노면휘도 (cd/m^2)	9.0	4.5	2.3	1.5
야외휘도 계수	0.07	0.05	0.04	0.03

3) 출구부 조명

- ① 눈부심에 의한 시각적 문제해결(명순응) 해야 한다.
- ② 출구에서 70m 정도, 출구부 야외 휘도 1/10 이상으로 한다.

4) 입구접속부 및 출구접속부 조명

- (1) KS A3701 기준 적용
- (2) 야간조명: 50[kM/H] 이상시, 터널내 야간조명 $1(\text{cd/m}^2)$ 이상시

5) 접속도로

2-3. 전력용 변압기에서 발생하는 고장의 종류 및 현상에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기기술사 1권 수변전설비 변압기, 기타자료

1. 개 요

변압기는 전력계통에 있어 가장 중요한 설비로서 고장시 복구기간이 길며, 가격도 고가이므로 전력계통 신뢰도 및 경제적인 면에서도 보호방식은 중요하다 할 수 있다. 변압기 보호에는 전기적인 방식과 기계적인 방식이 있는데 이에 대해 설명하고자 한다.

2. 변압기 고장 종류 및 현상

1) 고장 원인

- (1) 지속성 과부하 : 내부절연물, 절연유 열화 → 절연내력 저하
- (2) 뇌서지, 개폐서지, 외부 단락시 기계적 충격
- (3) 정년열화에 따른 절연물 열화

2) 고장 종류

- (1) 내부고장 : 상간, 층간 단락, 고저압 혼촉, 지락
- (2) 외부고장 : 냉각FAN, 송유펌프 고장, 붓싱 파손, CRACK

3. 변압기 보호 장치

1) 외부고장 보호 방식

(1) 변압기 1차측 보호

- LA : 뇌서지 유입시 단자전압을 일정전압 이하로 낮춰 절연 보호
- PF : 선로 단락사고 시 TR보호
- CB : 과부하 및 단락 보호
- SA : VCB 등의 개폐서지에 대해 절연 보호

(2) 변압기 2차측 보호

① 과부하 및 단락 보호

- 과부하 보호 : 부하 정격 최대전류의 150~170%에서 차단 - 한시요소
- 단락보호 : ANSI IEEE C57 단락강도 시험 만족, 장시간 대칭 단락 전류 시험
TR 1차측 2상 단락전류 150%에서 setting - 순시요소

② 지락보호

- 지락시 정격 최대전류의 30%에서 setting, OCGR, ELB, GPT+ZCT+SGR+OVGR

2) 내부고장 보호 방식

(1) 전기적 보호 방식

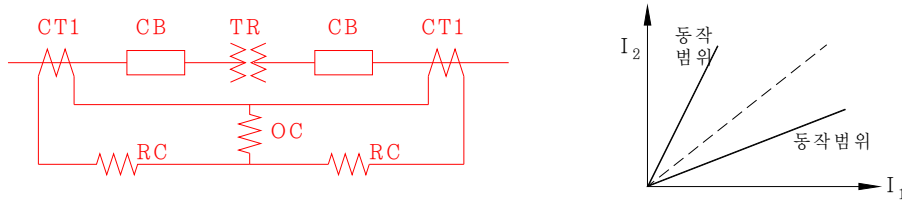
① OCR

- 변압기 1차에 순시 요소부 과전류 계전기 설치
- 변압기 정격전류의 150% 정도에 정정(과부하 보호는 어려움)

② 특별고압용 변압기의 보호장치

뱅크용량의 구분	동작조건	장치의 종류
5,000~ 10,000kVA 미만	내부고장	자동차단장치 또는 경보장치
10,000kVA 이상	내부고장	자동차단장치
타냉식 변압기 (강제순환 냉각방식)	냉각장치 고장시 또는 온도 현저히 상승시	경보장치

③ 비율차동 계전기(Ratio Differential Current Relay)



변압기 내부 고장시 1차 전류와 2차 전류의 차를 이용하여 내부 고장을 전기적으로 검출하는 방식 (동작력 > 억제력 일 때 동작)

(2) 기계적 보호방식

① 브호홀프 계전기

- 과열 등으로 절연유가 분해되어 가스화해서 유면이 내려가면 B1의 Float가 경보 접점을 접촉시키고 절연유 또는 가스의 급격한 이동이 생기면 B2의 Float 계전기가 동작하여 차단접점을 접촉시킨다.
- 설치위치 : 주Tank와 Conservator를 연결하는 관의 중간에 설치

② 충격압력계전기(Sudden Pressure Relay)

- 변압기 내부사고시에는 분해가스가 발생하여 충격성의 이상 압력이 생기므로 압력을 검출, 차단하는 장치
- 동작원리 : 급격한 압력상승시에는 Float를 밀어 올려 접점을 폐로 하고, 원만한 압력상승에는 가는 구멍을 통해 Float양면의 압력 균형화 되어 동작하지 않는다.

③ 방출압력 계전기(Auto Resetting Pressure Velit Device)

- 변압기 커버에 취부되며 변압기 외함 내에 이상 압력 발생을 막아주는 장치 즉, 일정압력 초과 시 방압막이 동작하여 변압기 폭발을 막아줌
- 여러번 동작에 손상되지 않고 충분히 견디도록 강하게 만들어짐

④ 기 타

온도 계전기, 탭절환 보호기 등이 있다.

2-4. 건축물에 시설하는 디젤엔진 비상발전기의 보호계전방식에 대하여 설명하시오.

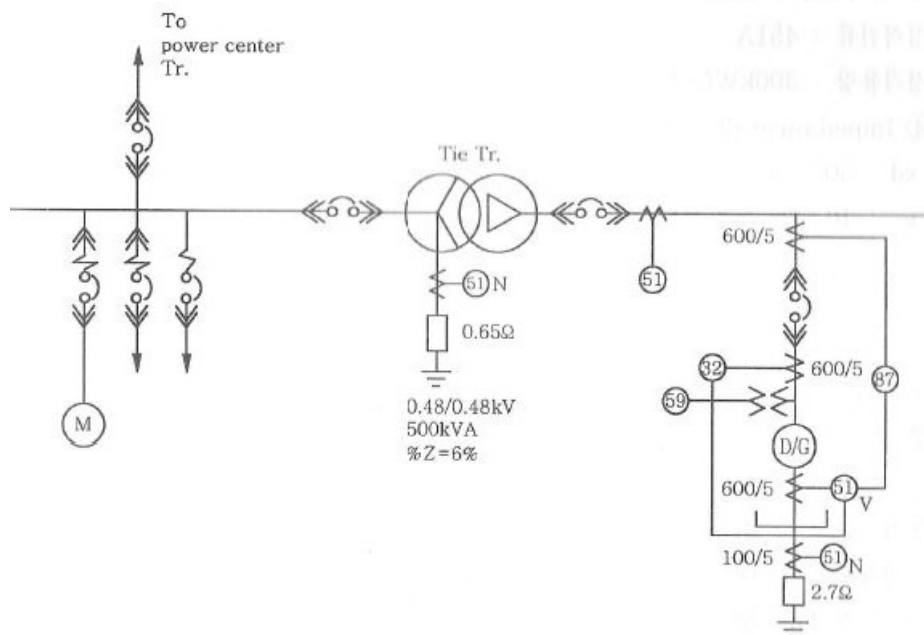
(답)

출처: 보호계전 시스템의 실무활용기술(유상봉외2인/P232)

1. 개요

- 1) 비상발전기는 주전원의 차단시 비상전력을 공급하는 주요설비로서, 전력공급의 신뢰성을 확보하기 위한 가장 중요한 Back up설비이다.
- 2) 하지만, 비상발전기 가동시 기존 상용전원설비 계통과 접속된 비상발전기 계통이 연결되면서 문제점들이 발생할 수 있다.
- 3) 특히, 대규모전력설비, 2단강하방식, 2중모선등의 설비에 접속시 보호방식의 상이성과 접지계통의 차이로 인하여 문제가 발생할 수 있으므로 비상발전기 계획시 많은 고민을 해 봐야 할 것이다.

2. 비상발전기 보호계전구성



3. 비상발전기 보호계전

- 1) 연결용 변압기 쪽 51N(중성점 과전류 계전기)
 - (1) 연결용 변압기(Tie TR) 측의 51N은 중성점OCR이다.
 - (2) 중성점에 흐르는 과전류는 지락전류뿐 임으로 지락과전류계전기로도 불린다.
 - (3) 즉, 51N은 지락전류를 차단하기 위해 설치 됐다. 연결용 변압기의 역할은 51N의 동작을 더 확실하게 한다.
 - (4) 보통 지락전류는 10~100A 정도로 제한된다. 권선 절연을 보호하기 위해서 인데, 이로 인해 지락계전기의 동작을 불확실해 진다.
 - (5) 따라서 2차 결선을 Y결선하고 중성점 접지를 해서 지락전류를 400A까지 증가시킨다. 이렇게 커진 지락전류는 지락계전기의 동작을 더 확실하게 한다.

2) 87(비율차동계전기)

- (1) 발전기를 보호하는 핵심계전기로, 출입하는 전류의 비율차이로 동작한다.
- (2) 내부 단락사고 즉 전기자 권선의 상간단락, 층간단락을 막아줘, 전기자 권선 및 철심의 손상의 확대를 방지한다.
- (3) 또한 빠른 분리로 계통에 영향을 최소화 시킨다. 동작비율은 일반적으로 5~10% 정도이며 동작 시간은 50~100ms 범위이다.

3) 51V(전압억제부 과전류계전기)

- (1) 일반 과전류계전기는 최대부하전류와 최소고장전류의 차가 작을 경우 이를 구분하기 위해 조정하면 고장 시 기기에 무리가 간다.
- (2) 반면 51V계전기는 정상상황(부하전류)에서는 동작하지 않고, 고장 시(고장전류)에는 쉽게 동작하는 특징이 있다.
- (3) 따라서 비상발전기의 과부하, 단락보호와 외부사고가 제거되지 않았을 때의 후비보호용으로 사용한다.

4) 32(역전력계전기)

- (1) 교류발전기에서 3상부하가 불평형이 되면 거기에 포함되어 있는 역상전류에 의하여 회전자(계자)의 회전방향과 반대방향으로 회전자계가 생긴다.
- (2) 그러면 회전자 철심에 계통주파수의 2배 주파수 전류를 유지하게 되며 이를 계속 운전하면 회전자는 급격히 과열된다.
- (3) 간단히 말하면 비상발전기(동기발전기)가 계자 상실 등의 원인으로 동기전동기로 가동되어 운전되고 회전자가 과열된다.
- (4) 역전력계전기는 이를 방지할 목적으로 사용 된다. 전류가 반대로 흐를 때 동작하며 발전기를 정지시킨다.

5) 59(과전압계전기)

- (1) 이상 전압이 발생 시 동작하는 계전기이다.
- (2) 이상전압은 일반적으로 급격한 부하차단, 충전전류에 의한 자기여자, 불평형 고장 시 고조파진동, 여자장치의 고장에 의해 발생한다.
- (3) 계전기는 통상 한시형을 사용하며 정정은 정격전압의 120~130%로 정한다.

2-5 무정전 전원장치(UPS) 용량 설계 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

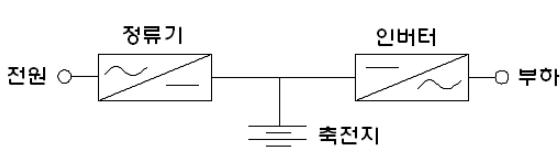
답)

출처' 모아건축전기기술사2권 88p

1. UPS 개요

- 1) UPS란 고품질 전력공급을 위한 축전지를 이용한 무정전 교류전원 시스템이다.
- 2) 정류기를 이용하여 교류를 직류로 변화하여 저장하고, 인버터를 이용하여 직류를 교류로 이용하여 교류전원을 공급한다.
- 3) CVCF(정전압, 정주파수; Constant Voltage Constant Frequency) 기능을 포함한다.
- 4) 대규모 전산장비들은 대부분 직류를 사용하기 때문에 정류기(축전기포함)를 사용한다. 하지만, 무정전고품질 교류전력을 원하는 장소가 증대되고 있으므로 앞으로도 사용장소가 더욱 많을 것이다. 근래에는 주로 OA, FA기기용으로 소형 UPS가 많이 사용되고 있다.

2. UPS 동작원리 및 구성



- 1) 정상시는 전원을 통하여 변환되는 전력을 변환하여 부하에 공급된다.
- 2) 정전시는 축전지에 저장된 직류를 인버터를 통하여 변환하여 부하에 공급된다.
- 3) 정류부, 축전기, 인버터, 동기절체스위치, 필터(DC전원의 Ripple을 평활하여 고조파제거함)등으로 구성된다.

3. UPS 선정시 고려사항

- 1) 성능요건
 - (1) 주위온도 0~40℃ 동작가능할 것. THD 5% 이하. 인버터에는 출력점검스위치 및 보호장치 설치할 것
 - (2) 전압 $\pm 10\%$, 주파수 $\pm 5\%$, 출력전압주파수 $\pm 0.5\%$ 이내 일 것
- 2) 부하용량은 20~30%의 여유가 있도록 한다.
- 3) 기동전류 최대치는 UPS 과전류 보다 20~30% 이하가 되도록 한다.
- 4) 기동전류를 고려하여 부하의 순차적 투입고려 한다.
- 5) 소용량은 일반적으로 Off-Line의 단일운전방식을 사용한다.
- 6) 대용량 경우는 1대 사용보다는 중용량 2대를 병렬 사용하는 것이 안정적 이다.
- 7) UPS입력에 ATS 사용하는 경우 ATS 절체시 발생하는 서지전압에 의한 UPS의 IGBT가 파손되는 경우가 있으므로,UPS 입력측에 방지회로를 삽입해야 한다.
- 8) 용량이 20kVA 이상이면 3상 UPS를 사용하는 것이 유리하다.
- 9) 발전기와 UPS를 조합하는 경우 발전기의 출력전압의 불안정, 제어장치간 응답속도불일치 등에 대한 대책을 고려한다.

4. UPS 용량 설계 시 고려사항

1) 일반적인 UPS용량산정

$$P[kVA] = \Sigma P_0 \times LF \times \alpha \times 1/\eta$$

단, ΣP_0 : 부하의 총합[kVA]

LF : 수용률(0.8적용)

α : 여유율(1.2적용)

η : UPS 효율(0.85)

2) 중·대용량 UPS용량산정

$$P[kVA] = \frac{\text{부하용량합계}[kW]}{\text{역율}(0.8)} \times K$$

단, K는 예비율 및 내구성 계수로서
(1.3~1.5정도)하

3) 부하특성에 따른 UPS용량산정

① 정상부하에 의한 산정 :

$$P_1 \geq K_1 \Sigma P_{N1}$$

P_{N1} : 1단계 투입시 부하전력

K_1 : 여유율(1.0~1.3)

② 부하기동용량에 의한 산정 :

$$P_{PN} \geq K_1 \Sigma P_{N1} + P_{PN}$$

P_{PN} : 최후로 투입하는 돌입부하전력

③ 부하기동시 전압변동에 의한 산정 :

$$P_3 \geq \frac{P_{P1}}{L}$$

P_{P1} : 1단계 투입시 부하종합전력

L : 전압변동 10% 이내 부하급변 허용계수(0.2~0.3)

4) UPS축전지 용량계산

① 방전전류의 계산

$$I = \frac{P_0 \times 10^3 \times Pf}{ef \times ns \times inv \times k}$$

단, P_0 : UPS출력(kVA), Pf : 부하역률

ef : 방전종지전압[V/Cell]

ns : 축전지 직렬개수, k : 컨버터 효율

② 축전지 용량산출

$$C = \frac{1}{L} KI[AH]$$

2-6. 비상방송설비의 장애발생 원인 및 성능개선 방안을 설명하시오.

답)

출처' 기타자료

1. 개요

- 1) 자동화재탐지설비 등에 의해서 감지된 화재를 신속하게 소방대상물 내부에 있는 사람에게 방송으로 화재를 알려 피난 또는 초기 소화활동을 용이하게 하기 위한 설비이다.
- 2) 비상방송설비는 기동장치, 증폭기, 조작부, 확성기, 음량조정기 등으로 구성된다.
- 3) 화재로 인하여 하나의 층의 확성기 또는 배선이 단락 또는 단선되어도 다른 층의 화재통보에 지장이 없도록 해야 한다.

2. 비상방송설비의 설치 대상

- 1) 연면적 3,500m² 이상인 것
- 2) 지하층 제외 층수가 11층 이상인 것
- 3) 지하층의 층수가 3개 층 이상인 것, 다만, 가스시설·지하구 및 지하가 중 터널은 제외

3. 비상방송설비의 장애발생 원인

- 1) 비상방송설비의 배선이 화재로 인하여 단락할 경우 비상방송 기능이 저하되는 문제발생
- 2) 비상방송설비의 배선이 화재로 인하여 단락할 경우 비상방송 기능이 차단되는 문제발생
즉, 증폭기 음성출력 차단 (화재에 대한 비상방송 불가)

4. 성능개선 방안

1) 추진방향

「소방시설 공사업법(명령)」과 화재안전기준에 맞게 설계·시공·감리토록 조치한다.
위반자는 벌칙·행정처분 적용한다.

2) 기존대상

- (1) 하자보수 보증기간(2년) 이내인 경우, 하자보수 절차로 이행
- (2) 2019년도 자체 점검결과에 따라 보완조치

3) 회선마다 퓨즈설치 등 선택하여 개선

- (1) 각 층 배선 상에 배선용차단기(퓨즈) 설치
 - ① 각 층 중계기함, 스피커 단자대, 출력전압에 맞는 퓨즈설치
 - ② 장점: 시공비가 저렴하고, 단순기술로도 개선가능, 인터넷 구입가능
 - ③ 단점: 퓨즈이상 발생 시 각층 중계기함 전수확인 필요
 - ④ 단선 확인 LED가 없을 경우 퓨즈단선여부 확인 곤란, 유지관리가 어려움

(2) 각 층마다 증폭기(앰프) 또는 다채널 앰프 적용

- ① 방재실(관리실)에 설치
- ② 장점: 별도의 배선용차단기 또는 특허 제품 설치 불필요, 상가업무시설 등 적합
- ③ 단점: 증폭기(앰프) 추가설치에 따른 경제적인 부담
- ④ (다채널)앰프를 각 층별로 설치하였다면 단락증상 없음

(3) 특허제품(단락신호 검출장치) 설치

- ① 각 층 소방중계기함에 설치
- ② 장점: 동작(정상·방송·단선·단락) 표시등으로 상태를 확인할 수 있음

(4) 특허제품(폴리스위치를 이용한 시스템) 설치

- ① 각 동 소방중계기함 또는 통신단자함에 설치
- ② 장점: 4채널~32채널 단락·단선 시 감지 및 조치할 수 있음
- ③ 동작(정상·방송·단선·단락) 표시등으로 상태를 확인할 수 있음

(5) 특허제품(RX방식 리시버) 설치

- ① 관리실 또는 각 동 통신단자함에 설치
- ② 장점: 관리실 운영 PC 프로그램에 표시, 메인장비의 LED창 표기
- ③ 주차장·옥외스피커용 가능, 전관방송용 장애감지 및 차단제어

(6) 특허제품(이상부하컨트롤러 3종) 설치

- ① 관리실 방송랙에 설치
- ② 장점: 증폭기(앰프)를 개별로 사용하는 것과 같은 효과

4) 설계

소방시설 설계도서 등에 개선된 사항이 설계, 설계내역서 등에 반영(명시)

5) 시공·감리

- (1) 비상방송설비 설계도서에 따라 적법시공을 하고, 완공 성능시험 등이 이루어 질 것
- (2) 향후, 소방관서 지도·감독 강화(예정)

6) 협업

정보통신 검용의 경우 소방·통신간의 협업을 통한 시공



제 3교시 문제풀이

3-1. 최근 제정된 특고압 전선로 인체보호기준에 관한 기술기준의 제정이유와 주요 내용에 대하여 설명

답)

출처' 산업통상자원부 공고 제2018 - 491호

1. 제정이유

- 1) 특고압 전선로로부터 인체를 보호하는 구체적인 기술기준 마련을 통해 특고압 전선로의 안전성을 강화
- 2) 국민적 불안감을 해소함으로써 특고압 전선로를 둘러싼 사회적 갈등을 최소화하려는 것

2. 주요내용

- 1) 특고압 전선로에서 발생하는 극저주파 전자계 노출 기준 마련(제3조)
- 2) 특고압 전선로에서 발생하는 소음·진동 기준 마련(제4조)
- 3) 특고압 전선로로 인한 일조장해 기준 마련(제5조)

3. 특고압 전선로 인체보호에 관한 기술기준 제정내용

→ 개정된 주요내용만 기재

현행	개정안
<p><신설></p>	<p>제3조(전자계 기준)</p> <p>특고압 전선로에서 발생하는 극저주파 전자계의 일반인에 대한 전신노출은 지표상 1m에서 전계강도 3.5kV/m, 자속밀도 $\frac{5}{\text{주파수}(kHz)} \mu\text{T}$ 값을 초과하지 않아야 한다. 이때 전계강도와 자속밀도는 실효치로 하며 자속밀도는 자계강도에 자유공간의 투자율($4\pi \times 10^{-7}$)을 곱한 것이고, 측정값은 시간평균을 취하지 않은 최대값으로 한다.</p>
<p><신설></p>	<p>제4조(소음·진동 기준)</p> <p>특고압 전선로로부터의 소음은 생활소음·진동의 규제기준 이하가 되도록 하여야 한다.</p>
<p><신설></p>	<p>제5조(일조장해 기준)</p> <p>특고압 전선로는 선로 설치에도 불구하고 동지(冬至)를 기준으로 9시에서 15시 사이에 2시간 이상 계속하여 일조를 확보할 수 있도록 하여야 한다.</p>

3-2. ATS(Automatic Transfer Switch)와 CTTS(Closed Transition Transfer Switch)의 특성을 비교 설명하시오.

답)

출처 ‘모아전기안전기술사 교재 534P

1. ATS(자동절체스위치)의 정의

- 1) ATS는 정전사고를 대비하기 위해 사용되는 절체형 전력기기이다.
- 2) ATS는 저압측(변압기 2차측)에서 정전 시 변압기 상호간 절체·발전기를 작동시켜서 전원을 공급하는 자동 절체 스위치이다.
- 3) ATS는 비상 발전기에서 전원이 공급되는 것이다.

2. ATS(자동절체스위치)의 특징

- 1) ATS는 상용전원이 공급되고 있는 상태에서 20~90ms의 순간적으로 정전이 되는 시간 때를 가지고 동작한다.
- 2) 현재 저압계통에 비상전원과의 절체기기로 가장 많이 활용되고 있다.

3. CTTS(무정전절체스위치)의 정의

- 1) CTTS는 상용전원이 공급되고 있는 상태에서 양전원이 동시에 공급되는 상태에서 무정전 절체가 가능한 설비이다.
- 2) 양 전원이 동기되면서 부하를 전환시킬 수 있는 무정전 절체 방식 스위치이다.

4. CTTS(무상전절체스위치)의 특징

- 1) 솔레노이드에 의한 스프링 정체방식
- 2) 양 전원이 동시에 공급된 상태에서 동기를 맞추어 절환시키는 무정전 절체 방식
- 3) 양질의 전원 전압차 3%, 정격 주파수의 $\pm 0.3\text{Hz}$ 일 시 위상각 5° 이내로 무정전 절체 제어

5. ATS와 CTTS 특성을 비교

구분	ATS	CTTS
절체시간	20~90ms	무정전
개방상태	개방식	밀폐식
양질의 전원	전원의 질이 떨어진다	전원의 질이 높다

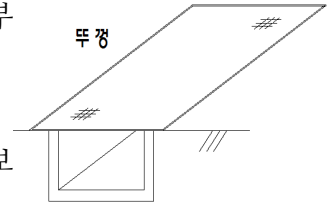
3-3. 케이블 트렌치 시공 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아건축전기 2권' p289, 제2018-102호 전기설비기술기준의 판단기준

1. 개요

- 1) “케이블 트렌치”란 옥내배선공사를 위하여 바닥을 파서 만든 도랑 및 부속설비를 말한다.
- 2) 수용가의 옥내 수전설비 및 발전설비 설치장소에만 적용한다.
- 3) 전기실, 발전기실에 주로 사용하는 방식이다. 단, 트렌치 경우 바닥면보다 하단이므로 이물질 침입, 수손피해 발생 우려가 있다.



2. 케이블 트렌치 시공 시 고려사항

→ 전기설비기술기준의 판단기준 제193조의2

1) 케이블 트렌치에 의한 옥내배선 시설

- (1) 케이블 트렌치 내의 사용 전선 및 시설방법은 ‘케이블공사규정’을 준용한다.
단, 전선의 접속부는 방습 효과를 갖도록 절연 처리하고 점검이 용이하도록 할 것
- (2) 케이블은 배선 회로별로 구분하고 2m 이내의 간격으로 받침대 등을 시설할 것
- (3) 케이블 트렌치에서 케이블 트레이, 덕트, 전선관 등 다른 배선공사 방법으로 변경되는 곳에는 전선에 물리적 손상을 주지 않도록 시설할 것
- (4) 케이블 트렌치 내부에는 전기배선설비 이외의 수관·가스관 등 다른 시설물을 설치하지 말 것

2) 케이블 트렌치의 구조

- (1) 케이블 트렌치의 바닥 또는 측면에는 전선의 하중에 충분히 견디고 전선에 손상을 주지 않는 받침대를 설치할 것
 - (2) 케이블 트렌치의 뚜껑, 받침대 등 금속재는 내식성의 재료이거나 방식처리를 할 것
 - (3) 케이블 트렌치 굴곡부 안쪽의 반경은 통과하는 전선의 허용곡률반경 이상이어야 하고 배선의 절연피복을 손상시킬 수 있는 돌기가 없는 구조일 것
 - (4) 케이블 트렌치의 뚜껑은 바닥 마감면과 평평하게 설치하고 장비의 하중 또는 통행 하중 등 충격에 의하여 변형되거나 파손되지 않도록 할 것
 - (5) 케이블 트렌치의 바닥 및 측면에는 방수처리하고 물이 고이지 않도록 할 것
 - (6) 케이블 트렌치는 외부에서 고형물이 들어가지 않도록 IP2X 이상으로 시설할 것
- 3) 케이블 트렌치가 건축물의 방화구획을 관통하는 경우 관통부는 불연성의 물질로 충전하여야 한다.
 - 4) 케이블 트렌치의 부속설비에 사용되는 금속재는 접지공사를 하여야 한다.

3. 기대효과와 전망

- 1) 국내에서 시설되는 케이블 트렁킹 시스템의 종류를 체계적인 공사방법으로 분류
- 2) IEC 배선방법과 부합하는 적용범위, 시설방법, 유지관리의 안전대책 등 세부적인 시설 기준을 제정하여 판단기준 및 KEC규정에 반영
- 3) 전기설비의 설계, 시공, 감리, 검사 및 유지관리를 효율적으로 시행
- 4) 민원의 발생해소와 전기설비의 안전관리를 도모
- 5) 케이블 트렁킹 시스템의 분류와 세부기준을 정하여 배선설비의 설계에 활용
- 6) 배선설비 세부기준에 의한 시공으로 시공품질, 효율성 향상 및 검사 기준 적용
- 7) 케이블 트렌치에 대한 유지관리기준 제시로 전기설비의 유지관리의 안전 확보

3-4. 공동구의 전기설비설계기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 국토교통부훈령 제1106호, 2018.11.26]

1. 개요

- 1) “공동구”란 지하의 일정공간에 전력, 통신, 수도, 난방 등의 시설을 공동으로 수용하여 도로시설 훼손 없이 관리할 수 있도록 한 도시기반시설이다.
- 2) 지하매설을 각 사업자가 각각 설치함에 따라 동일지점의 중복 도로굴착에 따른 교통소통의 지장, 이로 인한 노면부식에 따른 교통 문제 등이 발생한다.
- 3) 따라서 공동구는 지하 매설물을 일괄 수용함으로써 반복적인 도로굴착을 방지, 도로포장의 내구성을 유지함으로써 교통소통의 원활 및 사고를 사전에 방지하여 경제적인 손실을 줄일 수 있다.
- 4) 또한, 지하공간에 설치되는 콘크리트 구조물로서 태풍이나 화재, 지진 등의 재해에 대해 능동적인 대처가 가능하다.
- 5) 공동구 내부에는 각종 수용시설물이 콘크리트 내부에서 상호 이격거리를 띄운 상태로 설치되므로 수용물별 관리가 쉽고, 상대적으로 결함부의 확인이 용이하다.

2. 공동구 적용범위

- 1) 공동구의 설계기준은 공동구, 공동구 관련 특수부, 부대설비 설계 및 시공에 적용한다.
- 2) 다만, 계획의 변경, 인허가 조건사항, 시공 상 특별한 경우 이 기준을 변경하여 사용할 수 있다.
- 3) 공동주택 단지 내 시설로 주민의 공유시설인 공동구 내에는 적용하지 아니한다.

3. 공동구 전기설비설계기준

1) 전원설비

공동구 내의 부대시설(조명, 배수, 환기 및 기타 시설)에 전원을 공급하기 위한 설비로서 공동구 시설의 제반 기능 발휘와 안전 및 유지관리 등을 고려하여 가능한 지상에 설치함을 원칙으로 한 다. 다만, 필요 시 공동구 내부에 설치할 수 있다.

비상전원	· 상용전원 정지 및 공동구 대 돌발사고(화재, 폭발, 선로의 단선 및 기타)에 따른 정전 시를 대비하여 비상전원설비를 갖춘다 · 또한 신속한 유지, 보수가 가능하도록 하고 사고의 파급 효과가 최소화되도록 한다
사용전압	· 동력설비는 3상 380V(소용량은 단상 220V) · 조명설비는 단상 220V로 한다
분전반	· 외함은 1.5mm 두께 이상의 스테인리스 강판으로 한다. · 방진·방수 구조로 한다.
기타	· 케이블 지지간격은 1.2m 이하로 한다.

2) 조명설비

공동구 내의 작업 및 대피에 필요한 조명을 확보하는 데 목적이 있다. 작업원이 공동구내에서 점검 또는 작업 중 갑자기 정전을 당하면 공동구 내부가 어두워져 작업 및 대피가 곤란해지므로 이를 방지하기 위하여 조명설비에는 예비용으로 비상 전원을 사용할 수 있다.

(1) 시설 방법

공동구 안에서의 원활한 작업 및 대피를 위해 내부의 바닥면 조도 기준 이상

- ① 전기실·발전기실 (공동구 내부 설치 시) : 100~200 lx
- ② 환기구·교차구 및 분기구 등 주요부분 : 100 lx
- ③ 공동구 일반부분 : 15 lx
- ④ 출입구 계단 : 40 lx

(2) 조명기구 및 전원설비

- ① 방수형·방진형 및 내식성의 기구를 작업 및 보행에 지장이 없는 위치에 설치하고 작업보도가 양열인 경우에는 조명기구를 서로 엇갈리게 설치한다.
- ② 또 가스밸브 등 가스가 누출 및 누적되어 폭발할 가능성이 있는 장소에는 방폭형을 적용한다.

3) 비상전원설비

(1) 무정전전원장치(UPS)

- ① 무정전전원 설비는 옥내설치를 원칙으로 한다.
- ② 옥외설치 시에는 단열 및 냉난방 시설을 갖춘 배전실 내부에 설치하여야 한다.

(2) 비상발전설비

- ① 연장길이 1km 이상인 공동구에 설치함을 원칙으로 한다.
- ② 조명설비, 제연설비, 소방설비 등에 비상용 전원이 필요할 경우에는 설치여부를 검토하여 반영해야 한다.
- ③ 디젤 발전기의 사용을 기준으로 하며 비상발전기의 운전은 정전 시 자동운전 해야 한다.
- ④ 전원을 2개 변전소에서 상용전원을 수전하는 경우에는 비상발전기 설치를 생략할 수 있다.
- ⑤ 비상발전설비는 공동구 내 설치되는 방재시설을 충분히 가동할 수 있는 용량으로 화재안전 기준에서 요구하는 비상전원 공급시간을 고려한 비상출력 용량으로 시설하여야 한다.
- ⑥ 옥외에 설치하는 경우 소음을 최대한 줄일 수 있는 형식을 사용한다.

4) 중앙감시 및 제어설비

5) 자동제어설비

6) 피난 및 대피시설

7) 무선통신설비

8) 공동구 출입감시시스템

9) 소방전기설비

3. 공동구 설계의 장점과 전망

- 1) 공동구를 지하에 설비함으로써 지상부의 미관이 개선되고 여유 공간을 확보할 수 있다.
- 2) 공동구 내부에는 각종 수용시설물이 콘크리트 내부에서 상호 이격거리를 띄운 상태로 설치되므로 수용물별 관리가 쉽고, 상대적으로 결함부의 확인이 용이하다.
- 3) 수용물의 현황을 육안으로 쉽게 식별하고 훼손이나 누설로 인한 취약부분도 쉽게 파악이 가능하기 때문에 유지관리가 용이하다.
- 4) 공동구는 지하공간에 설치되는 콘크리트 구조물로서 태풍이나 화재, 지진 등의 재해에 대해 능동적인 대처가 가능하다. 이는 1995년 고베시에서 발생한 대지진에서 입증되었다.

3-5. 교류배전과 직류배전의 특성을 비교하고, 직류배전시스템 도입을 위한 고려사항에 대하여 설명.

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 1권 68p, 저압 DC 배전기술 현황 및 전망(저,박건우)

1. 직류배전 도입 배경

- 1) 변압기의 개발로 테슬라의 AC 송전이 승리한 이후, 이에 맞춰 AC 배전이 이루어져 왔다.
- 2) 기존에 AC 배전으로 인한 손실은 UPS를 구성할 때 비효율적 변환 사이클을 가져옴에도 AC 배전이 이루어져 왔다.
- 3) 그러나 최근 신재생에너지원의 DC 전원과 DC 부하인 디지털 부하가 등장하고 또 증가하면서 AC 배전으로 인한 손실이 무시할 수 없는 수준으로 부각되고 있다.

2. 교류배전의 장·단점

구분	교류 송배전 방식	직류 송배전 방식
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 송전 전압의 승압 및 강압이 용이하다. · 송배전방식의 일관된 운용을 할 수 있다. · 기존의 기술 및 연구자료가 충분하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 송전효율이 좋다. · 절연계급을 낮출 수 있다.(교류 최대값 70%) · 계통의 안정도가 우수하다 · 유도장해가 적다. · 전압,주파수와 무관하게 계통연계가능 · 전압강하가 극히 작다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 표피효과 및 근접효과 발생한다. · 직류방식에 비해 계통의 안정도가 저하된다. · 페란티 현상 또는 자기여자 현상이 발생된다. · 주파수가 다르면 계통연계가 불가능 하다. · 전압강하가 발생한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 직류전류 차단이 어렵다. · 승압과 강압이 복잡하다. · 전력변환장치가 복잡하다. · 전력변환시 손실 발생한다.

4. DC 배전을 도입해야 하는 이유

- 1) DC배전은 AC배전은 사용자가 운용하는 기기에 따라 우위가 달라진다고 볼 수 있다.
- 2) 그러나 20년도에는 DC가 전체부하의 50%에 이를 것이라는 전망이 나오는 등 DC의 비중이 커질 것으로 예상된다.
- 3) 따라서 지속적으로 DC배전 도입을 노력해야 한다. 성공적으로 DC를 도입하기 위해선 AC배전으로 남겨둘 부분과 DC 배전로 바꿀 부분을 고민하고 결국에는 이 둘을 혼용하는 방안을 고려해야 한다.
- 4) 그리고, 전자유도적인 전자파 피해가 거의 없고, 매우 작은 송전손실도 도입해야할 중요한 이유 중 하나이다. 또한 계통연계를 하는 태양광 또는 ESS등을 직접 연결할 수 있다는 장점도 있다.

5. 직류배전시스템 도입을 위한 고려사항

- 1) UPS, 신재생에너지 같이 DC 배전에 유리한 요소가 있는지 체크한다.
- 2) DC 배전으로 인한 비용 절감분을 면밀히 계산하다.
- 3) DC는 차단(아크소호) 기술이 불안전한데, 사용하는 기기가 이에 영향을 받을 우려가 있는 기기인지 체크한다.
- 4) 직류 전동기는 교류 전동기보다 고가이기 때문에 도입 장소에서 전동기를 많이 사용하는지 체크한다.
- 5) DC와 AC배전의 장점을 모두 살려 혼용하는 방법을 고려해 본다.

3-6. 태양광발전용 인버터 Topology 구성방법을 설명하시오.

- 1) MIC(Module Integrated Converter)
- 2) String
- 3) Central

답)

출처 ‘태양광 MIC 시스템의 효율향상을 위한 새로운 Active Clamp 스위칭 기법(저,박병철등)

태양광발전설비 ‘진광엔지니어링’ 발표자료

1. 태양광발전용 Topology의 중요성

- 1) 태양광 시스템에 대한 에너지 저장법이 중요한 부가기능이 되고 있다.
- 2) 배터리 충전에서 태양광 인버터는 높은 발전 효율을 위한 핵심 부품이며 충전 시스템은 다양한 방식의 회로 Topology를 이용 할 수 있다.

2. 태양광발전용 인버터 Topology 시스템의 구성

1) MIC(Module Integrated Converter)

(1) Two-Stage 방식

- ① 저압 DC를 고주파 AC의 구형파로 변경한 이후 정류기를 통해 출력전압을 DC로 변경 후 인버터를 통해 다시 AC전원으로 만드는 방식이다.
- ② 대용량 커패시터가 고압 측에 있어 용량이 작은 것을 사용 할 수 있다.
- ③ 제어의 자유도가 증가한다.
- ④ DC/DC컨버터 및 DC/AC인버터 모두 고속 스위칭으로 인하여 손실 및 비용이 증가한다는 단점이 있다.

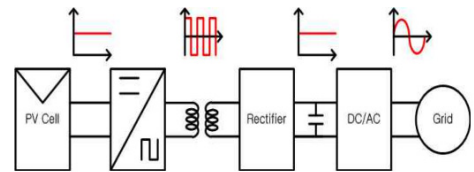


Fig. 1 Two-Stage control system

(2) Single-Stage 방식

- ① 저압 DC를 고주파 AC의 구형파로 변경한 이후 정류기를 통하는 부분은 앞의 ‘Two-Stage 방식’과 동일하다.
- ② 정류기를 통한 DC전압이 리플을 가지고 있으며, 인버터 부분은 단지 리플이 있는 DC전원을 AC로 구현하기 위한 Unfolder만을 사용하는 특징이 있다.
- ③ 대용량 커패시터가 저압 측에 있어 전압이 낮은 대신 대용량의 커패시터가 요구된다.
- ④ 제어가 DC/DC 컨버터에서만 가능하여 MPPT 및 계통 출력 전류제어가 모두 컨버터에서 이루어져야 하는 단점이 있다.
- ⑤ DC/DC 컨버터만 고속스위칭을 하고 DC/AC 인버터는 단순히 Unfolder의 기능만 하므로 손실이 낮으며 구현 시 비용이 절감된다.

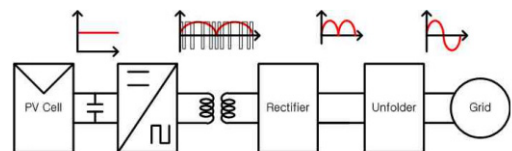
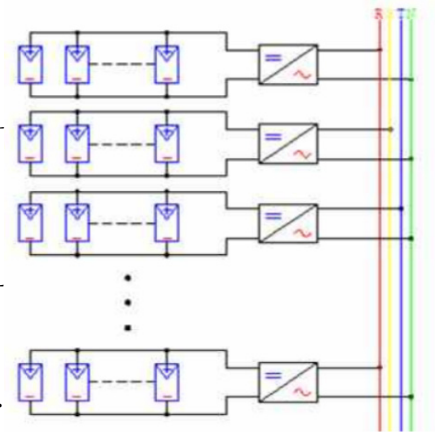


Fig. 2 Single-Stage Control System

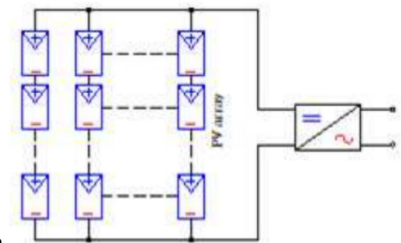
2) String

- (1) 각 String 별로 인버터를 설치한다.
- (2) 옥외에 설치하여 인버터 설치를 위한 실내 공간이 불필요하며, PV분전함의 생략된다.
- (3) String 별 운전 특성에 따라 최적의 운전이 가능하다.
- (4) 고장 시 해당 String만 교체가 가능하기에 수리비용이 절감된다.
- (5) 다수의 인버터를 설치할 필요가 있으며, 초기 비용이 증가한다.



3) Central

- (1) 다수의 String에 한 개의 인버터를 설치하는 구조를 가진다.
- (2) 유지보수가 간단하며, 설치면적이 최소화 할 수 있다.
- (3) 고 일사 시 최대 출력이 발생한다.
- (4) 저 일사 시 낮은 발전 효율을 가진다.
- (5) 인버터 고장 시 시스템 전체가 동작이 불가하며 높은 수리비용이 발생한다.





제 4교시 문제풀이

4-1. 22.9 kV 직강압방식의 변압기 용량결정에 대하여 설명하시오.

- 1) 주변압기 용량
- 2) 전등 및 동력부하에 대한 변압기 용량
- 3) 전기용접기에 공급하는 변압기 용량

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 1권 318p

1. 직강압방식

- 1) 1단 강압방식이라고도 말하며, 특고압을 직접 저압으로 변성하는 변전방식이다.
- 2) 장점
 - (1) 시설비가 저렴하고 유지보수가 단순하다.
 - (2) 개통구성이 단순하다.
 - (3) 점유면적이 적게 들어간다.

2. 용량결정

1) 직강압방식

$$\cdot \text{주변압기 용량} = \frac{\text{각 부하 설비용량의 총 합계} \times \text{수용률}}{\text{부동률}} \times \text{여유율} [kVA]$$

이때, 여유율은 장래에 부하가 증설될 것을 고려하여 설정해준다.

2) 전등 및 동력부하에 대한 변압기 용량

$$\cdot \text{변압기 용량} = \frac{\text{각 전등, 동력부하의 소비 전력의 합} [kW]}{\text{역률}}$$

3) 전기용접기에 공급하는 변압기 용량

(1) 교류 아크 용접기용 변압기 용량

$$\cdot \text{변압기 용량} = \text{1차 정격 입력의 합} \times \frac{1}{2} [kVA]$$

(2) 저항 용접기용 변압기 용량

$$\cdot \text{변압기 용량} = \text{정격 용량의 합} \times \frac{1}{2} [kVA]$$

4-2. 분산형전원 계통연계용 변압기의 결선방식에 대하여 설명하시오.

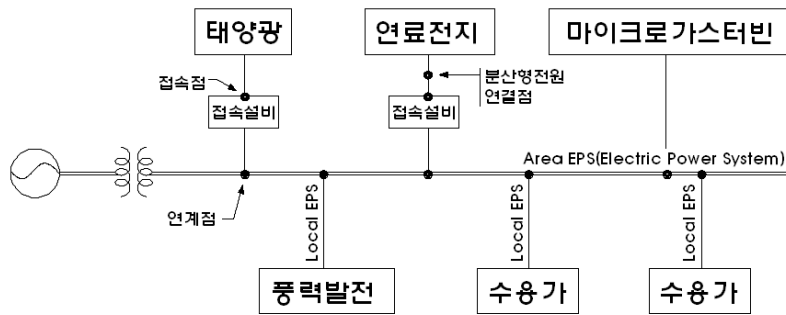
답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 2권 252p, 태양광발전시스템의 설계와 시공(전기신문/최현정)

1. 계통연계

- 1) 분산형 전원의 종류에는 바이오발전, 태양광발전, 연료전지, 풍력발전, 조력발전, 마이크로 터빈, 열병합발전 및 전력저장장치가 있다.
- 2) 최근 분산형 전원은 주로 전력망과 통신설비를 결합한 스마트그리드(Smart Grid) 방식의 핵심 전원으로 적용되고 있다.
- 3) 분산형전원의 계통연계란? 분산형 전원과 상용전력계통과의 연계한다는 것을 말한다.

2. 분산형전원의 구성



[그림] 분산형전원의 연계구성¹⁾

3. 계통연계시 보호 및 고장

고장원인	대 책
분산형 전원설비의 고장	구내사고시 신속히 분리하여, 연계계통에 사고 파급 없도록 한다.
연계선로 계통 고장	연계 선로로 부터의 유입된 고장전류 신속히 차단한다.
연계선로 계통 이외 고장	동일뱅크의 다른 피더에서 사고시는 차단되면 안된다.
단독운전 및 역충전 방지	송출차단기 개방으로 인한 단독운전시 상용계통 복귀시 위상차에 인한 탈조 또는 단락사고 발생한다. (UVR, OVR, UFR, 역전력계전기필요)
비동기투입방지	전력계통이 사고로 분리되고 분산형 전원이 단독운전시에 비동기 투입되면 구내선로에 큰 손상 발생 우려(전력회사 계통에 무전압 확인장치 설치필요)
역조류 확인	역조류의 유무에 따라서 선로무전압확인 장치 생략 가능하다.

4. 분산형 전원의 특징

1) 계통연계가 필요한 이유

분산 자원을 통한 전력 수급은 환경적 요인을 많이 받아 일정하게 공급되기 어려우므로, 주로 전력 계통과 연계해 안정적 전력 공급을 유지한다.

2) 계통 연계시 어려운 점

- (1) 기존의 전력망에 맞게 설계돼 있기 때문에 해상풍력 등 신재생에너지 발전에 의해 생산된 전력을 그대로 계통 연계하는 데 제도적, 기술적 어려움이 따른다.
- (2) 특히 DC → AC로 변환하는 과정에서 발생하는 고조파가 가장 큰 문제인데 이를 해결하기 위해 Y-Y-△결선을 사용한다.

3) 변압기의 계통연계

- (1) 직류발전전원을 이용한 경우에는 인버로부터 직류 유입방지위해 변압기를 설치해야 한다.
- (2) 단, 비접지 경우, 고주파변압기 사용, 직류검출기로 교류출력정지 기능 있는 경우는 변압기 생략가능

3. 분산형 전원의 변압기 결선법

- 1) 분산형 전원의 계통연계시 변압기는 Y-Y-△의 3권선 변압기를 사용한다.
- 2) 보통의 승압용 변압기의 결선법은 △-Y 결선이다.
- 3) 대용량의 전력을 생산하는 신재생 에너지 발전소에서는 DC→AC 변환 후 보통의 경우와 같이 △-Y결선을 사용한다.
- 4) 그러나 발전량이 작은 많은 경우 용량의 합계가 크지 않기 때문에 단상 전용 변압기를 사용하지 않고 상들을 합쳐 3상 4선으로 구성한다.
- 5) 따라서 보통은 승압용인 △-Y가 아닌 Y-Y 결선을 구성하게 된다. △ 결선이 사라지면 3고조파가 누출되게 되는데, 이를 막기 위해 3권선을 △로 하여 변압기 내부에 내장하는 방식을 적용한다.
- 6) 결과적으로 Y-Y-△의 3권선 변압기가 만들어 진다.

4-3. 건축물에 시설하는 전기설비의 접지선 굵기 산정에 대하여 설명하시오.

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 2권 171p

1. 접지선 굵기의 개념

- 1) 접지선은 대부분 설계 및 계획 시에 그 굵기가 결정되는데, 대부분 전기설비들은 상도체 굵기를 같게 하거나, 각종 Table을 주로 이용하기 때문에 비교적 여유 있게 선정되고 있다.
- 2) 단, 접지선의 사용목적에 따라 여러 가지 복합적으로 사용되는 경우에는 수치적인 계산값에 의존하기 보다는, 안정적인 전위확보를 위하여 비교적 굵은 접지선을 설치하는 것이 좋다.
- 3) 특히 토양에 매설된 접지측으로 갈수록 충분한 굵기의 접지선과 최단거리 시공, 접속방법의 고려 등으로 각종 서지나 누설전류를 신속히 방류 하도록 해야 한다.

2. 접지선 굵기 선정시 고려사항

- 1) 고장전류를 안전하게 흘릴 수 있을 것
- 2) 계통접지와 공용하는 경우 전원 측 차단기와의 협조
- 3) 계통사고를 고려한 기계적 강도·내식성
- 4) 단락전류 통전시 열 축적
- 5) 접지선의 온도상승

3. 접지선 굵기 산정방법

- 1) 특고압기기 등의 제 1종 접지선 굵기 산정(나동선)

$$A = \sqrt{\frac{8.5 \times 10^{-6} \times t_s}{\log_{10}\left(\frac{T}{274} + 1\right)}} \times I_g [mm^2]$$

여기서

t: 고장시간[sec],
T: 용단최고허용온도[°C],
 I_g : 고장전류[A]

- 2) 온도상승에 따른 저압 접지선 굵기 산정

$$\theta = 0.008 \left(\frac{I}{A}\right)^2 \cdot t [^{\circ}C]$$

$$A = I \cdot \sqrt{\frac{0.008 \times t}{T_m - T_a}} = 20 I_n \cdot \sqrt{\frac{0.008 \times t}{\theta}} = 20 I_n \cdot \sqrt{\frac{0.008 \times 0.1}{130}}$$

$$\therefore A = 0.04961 I_n \quad (\text{구}, 0.052 I_n mm^2)$$

· 계산조건은 고장전류는 정격전류 20배, 과전류차단은 0.1초 이내 동작, 접지선의 최대허용 온도 160°C, 접지선의 주위온도는 30°C로 한다.

3) 보호도체(PE)의 굵기 산정

(1) 상도체 단면적에 따른 접지선 굵기

상도체 단면적($S \text{ mm}^2$)	보호도체 최소단면적(mm^2)	
	재질이 상도체와 같은 경우	재질이 상도체와 다른 경우
$S \leq 16$	S	$k_1/k_2 \times S$
$16 < S \leq 35$	16^a	$k_1/k_2 \times 16$
$S > 35$	$S^a/2$	$k_1/k_2 \times S/2$

[비고] k_1 : 도체종류와 절연재질에 따른 특성치(57~143)

k_2 : 도체종류와 절연형식에 따른 온도 특성치(49~201)

a: PEN 도체 경우 단면적 축소는 중성선 크기 결정에 대한 규칙에만 허용된다.

(2) GV, IV 전선의 굵기(차단시간 5초 이내)

$$\text{보호도체의 단면적}[\text{mm}^2] \quad S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = \frac{\sqrt{t}}{(126 \sim 143)} \times I_g$$

여기서 I: 보호장치를 통해 흐를 수 있는 예상 고장전류[A]

t: 자동차단을 위한 보호장치 동작시간[sec]

k: 보호도체, 절연, 기타 부위 재질 및 초기온도와 최종온도에 따른 계수

(KS C IEC 30364-5-54참조)

(3) 보호도체의 최소 굵기

(1) 기계적으로 보호가 되는 경우 : 단면적 2.5 mm^2 이상

(2) 기계적으로 보호가 되지 않는 경우 : 단면적 16 mm^2 이상

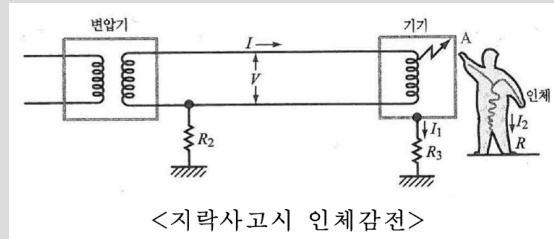
4-4. 다음과 같이 변압기 2차측 전압 220 V로 공급되는 전기기기에 지락사고가 발생하였다.(단, 변압기 접지저항(R_2)은 5 Ω , 기기의 제3종 접지저항은(R_3) 100 Ω , 인체의 저항(R)은 3000 Ω 으로 한다.)

1) 등가회로를 작성하고 접촉전압(V_{touch}) 및 감전전류(mA)를 구하시오.

2) 안전전압 이하로 하기 위한 저항값(R_3)을 구하시오.

(단, 인체 접촉시 안전전압은 50 V 이하로 한다.)

3) 제3종 접지저항 값(R_3)을 얻기 어려울 경우 필요한 대책을 설명하시오.

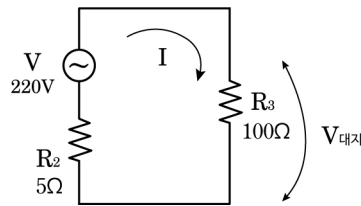


답)

출처' 모아건축전기설비기술사 1권 116p, 모아전기기능장 실기필답 P305

1. 등가회로를 작성하고 접촉전압(V_{touch}) 및 감전전류(mA)를 구하시오.

1) 접촉 전의 등가회로는 아래와 같으며 선로저항은 언급된 바 없으므로 무시하고 풀이한다.



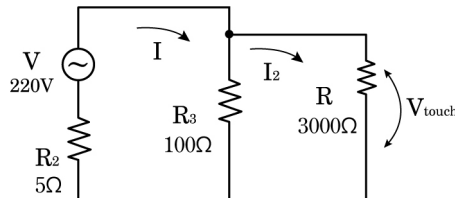
① R_3 에 걸리는 전압(=대지전압)을 전압분배법칙을 이용해 구하면

$$V_{대지} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \times V = \frac{100}{5 + 100} \times 220 = 209.52 [V]$$

② 지락사고시 흐르는 누설전류 I 를 옴의 법칙에 의해 구하면

$$I = \frac{V}{R_2 + R_3} = \frac{220}{5 + 100} = 2.095 [A]$$

2) 접촉 후의 등가회로는 아래와 같이 표현된다.



① R_3 와 R 의 병렬합성저항 R' 을 먼저 구해준다.

$$R' = \frac{R_3 \times R}{R_3 + R} = \frac{100 \times 3000}{100 + 3000} = 96.77 [\Omega]$$

② 또한, 접촉 시 흐르는 선로의 지락전류는 아래와 같이 표현된다.

$$I = \frac{V}{R_2 + R'} = \frac{220}{5 + 96.77} = 2.162[A]$$

- ③ 이때의 접촉전압을 아래와 같이 옴의 법칙으로 표현하면

$$V_{touch} = I \times R' = 2.162 \times 96.77 = 209.22[V]$$

- ④ 마지막으로 인체의 감전전류(I_2)를 전류분배법칙에 의해 구해주게 되면

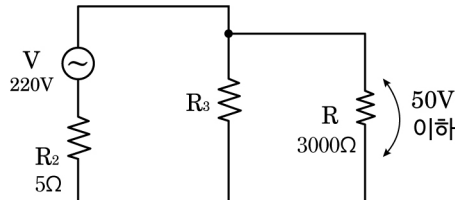
$$I_2 = \frac{R_3}{R_3 + R} \times I = \frac{100}{100 + 3000} \times 2.162 = 0.06974[A] = 69.74[mA]$$

따라서 접촉전압(V_{touch})은 209.19[V], 감전전류(I_2)는 69.73[mA]라는 결과가 나온다.

2. 안전전압 이하로 하기 위한 저항값(R_3)을 구하시오.

(단, 인체 접촉시 안전전압은 50[V]이하로 한다.)

- 1) 위 상황을 등가회로로 표현하면 아래와 같게 된다.



R_3 와 R 의 병렬 합성저항을 R' 이라고 할 때 R' 에 걸리는 전압이 인체 접촉 시 인가되는 안전전압이 되며, 이를 전압분배법칙을 이용해 표현하면

$$V' = \frac{R'}{R' + R_2} \times V = \frac{R'}{R' + 5} \times 220 \leq 50[V]$$

$$220R' \leq 50R' + 250 \Rightarrow 170R' \leq 250 \quad \therefore R' \leq \frac{250}{170} = 1.471[\Omega]$$

- 2) R' 에 대한 식을 정리해주면 아래와 같게 된다.

$$R' = \frac{R_3 \times R}{R_3 + R} = \frac{R_3 \times 3000}{R_3 + 3000} \quad \text{여기서, } R' \text{은 } 1.471 \text{보다 작게 해야 한다.}$$

$$\frac{3000R_3}{R_3 + 3000} \leq 1.471 \Rightarrow 2998.53R_3 \leq 4413 \quad \therefore R_3 \leq \frac{4413}{2998.53} = 1.472[\Omega]$$

따라서 제3종 접지공사의 접지저항 값(R_3)은 1.472[Ω]보다 작아야 한다는 결론이 나온다.

3. 3종 접지저항값 얻기 어려울 때 대책

- 1) 인체의 접촉방지
- 2) 인체접촉부분 또는 노출도전성 부분의 절연강화
- 3) 접지저항 저감방법 적용
- 4) 누전차단기의 고감도 및 고속도차단형 설치

4-5. 건축물에 설치하는 저압 SPD(Surge Protective Device)의 선정 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아건축전기설비기술사 2권 159p

1. SPD 정의

- 1) 통합접지 계통에서 저압측 전기설비에서 낙뢰서지로부터 전기설비를 보호를 위해 설치하는 서지보호기이다.
- 2) 낙뢰에 의하여 유도성 서지가 발생되면 접지를 통하여 대지로 흘려보낸다.
- 3) 평상시에는 절연상태이고, 일정전압이상의 서지가 들어오면 대지로 방전시킨다. 즉, SPD는 선로에 침입한 과도과전압 또는 과도 전류를 분류시켜 전압을 제한함으로써 과전압으로부터 보호대상 기기의 절연파괴를 방지한다.

2. SPD 선정시 고려사항

1) 서지(Surge)제한

- ① 서지가 없을 때 : 서지가 없는 정상상태에서 SPD는 설치된 계통에 영향을 미치지 말아야 함
 - ② 서지가 침입한 때 : SPD는 침입한 서지에 신속하게 응답하여 임피던스를 저하시켜 서지전류를 접지측으로 흘려서 서지전압을 보호대상 기기의 임펄스 내전압 이하로 제한한다.
 - ③ 서지가 소멸된 때 : 서지가 소멸된 후 SPD는 높은 임피던스 상태로 복귀되며, 연속사용전압에 견딤.
- 2) 누설전류가 적고 수명이 길어야 한다.
 - 3) 과도적으로 흐르는 대전류가 입사되는 동안 서지전압을 정상 운전전압 정도의 값으로 확실하게 제한할 수 있어야 하며, 최대 제한전압은 정상 운전전압의 1~3배 정도
 - 4) SPD는 예상되는 최대 서지전압이 침입하였을 때에도 견디어야 한다.
 - 5) SPD의 크기는 작고 유지보수가 간편해야 한다.
 - 6) 서지전압에 대한 보호회로는 손상되지 않고 연속성 또는 지속성의 과도 과전압도 방호할 수 있어야 하며, 주위 환경에 견딜 수 있어야 한다.
 - 7) 적절한 분리기를 설치하고, 가격이 저렴해야 한다.
 - 8) SPD의 부품과 회로가 협조를 이루어야 하며, 접속선의 길이와 굵기가 적절해야 한다.

4. SPD 형식(KS C IEC 62305-4)

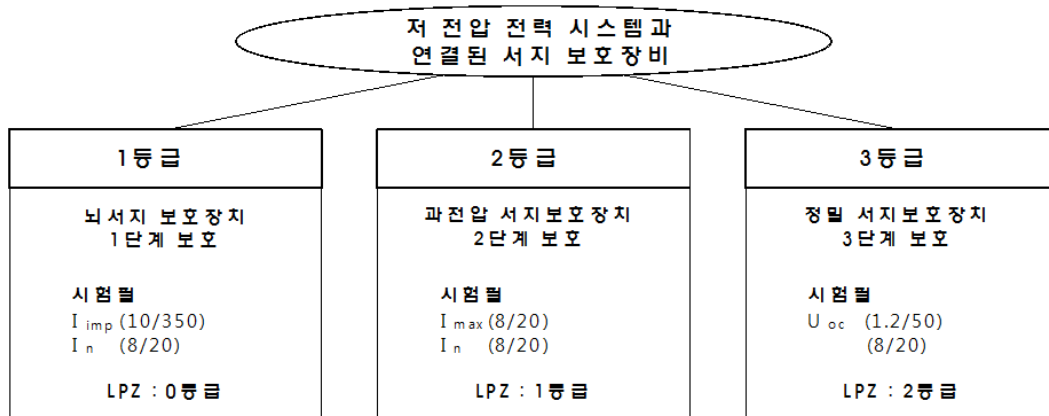
- 1) 타입 1등급, 2등급, 3등급으로 분류됨
- 2) 각각의 타입 SPD는 기술된 시험에서 규정된 시험 항목의 시험을 실시하여 합격하여야 함

SPD형식	SPD에 실시할 시험 종류	시험항목 (KS C IEC 61312-1)
1 등급	1등급 시험	뇌전류(limp), 뇌정격전류 (In)
2 등급	2등급 시험	뇌최대전류(lmax), 뇌정격전류 (In)
3 등급	3등급 시험	뇌개방전압(Uoc)

3) SPD의 제품인정

- ① 산업표준화법에 의한 KS 제품일 것
- ② 전기용품안전관리법에 따른 KC 인증제품일 것
- ③ 국가표준기본법에 따른 KAS인증 제품일 것

4) LPZ에 따른 등급 선정법[SPD 형식]



5) 설치 장소별 적용

- ① 1 등급: 변전실, ACB(MCB) 2차측
- ② 2 등급: 변전실, ACB(MCB) 2차측
- ③ ELB (누전차단기): ELB 1차측 (2차측 설치 시 임펄스 부동작형 설치, 보호대상 전단 설치)

4- 6. 최근 개정된 녹색건축물 조성 지원법에서 규정하는 에너지절약계획서 내용 중 다음에 대하여 설명하시오.

- 1) 전기부문의 의무사항
- 2) 전기부문의 권장사항
- 3) 에너지절약계획서를 첨부할 필요가 없는 건축물

답)

출처 '모아건축전기설비기술사 1권 387p

1. 전기부문의 의무사항

1) 수변전설비

- (1) 변압기를 신설 또는 교체하는 경우에는 고효율인증 받은 고효율변압기를 설치하여야 한다.

2) 간선 및 동력설비

- (1) 전동기에는 대한전기협회가 정한 내선규정의 콘덴서부설용량기준표에 역률개선용 콘덴서를 전동기별로 설치하여야 한다. 다만, 소방설비용 전동기 등은 제외
- (2) 간선의 전압강하는 대한전기협회가 정한 내선규정을 따라야 한다.

3) 조명설비

- (1) 조명기기 중 안정기내장형램프, 형광램프, 형광램프용안정기를 채택할 때에는 고효율 인증을 받은 고효율 조명기기를 사용하여야 한다.
- (2) 안정기는 해당 형광램프 전용안정기를 사용하여야 한다.
- (3) 공동주택 각 세대내의 현관 및 숙박시설의 객실 내부입구, 계단실의 조명기구인 인체감지점멸형 또는 일정시간 후에 자동 소등되는 조도자동조절조명기구를 채택하여야 한다.
- (4) 조명기구는 필요에 따라 부분조명이 가능하도록 점멸회로를 구분하여 설치하여야 하며, 일사광이 들어오는 창측의 전등군은 부분점멸이 가능하도록 설치한다. 다만, 공동주택 제외
- (5) 효율적인 조명에너지 관리를 위하여 층별, 구역별 또는 세대별로 일괄적 소등이 가능한 일괄소등 스위치를 설치하여야 한다. 다만, 실내 조명설비에 자동제어설비를 설치한 경우와 전용면적 60 m^2 이하인 주택의 경우, 숙박시설의 각 실에 카드키시스템으로 일괄 소등이 가능한 경우 제외

4) 대기전력자동차단장치

- (1) 공동주택은 거실, 침실, 주방에는 대기전력자동차단장치를 1개 이상 설치하여야 하며, 대기전력 자동차단장치를 통해 차단되는 콘센트 개수가 거실에 설치되는 전체 콘센트 개수의 30% 이상이 되어야 한다.
- (2) 공동주택 외의 건축물은 대기전력자동차단장치를 설치하여야 하며, 대기전력 자동차단 장치를 통해 차단되는 콘센트 개수가 거실에 설치되는 전체 콘센트 개수의 30% 이상이 되어야 한다. 다만, 업무시설 등에서 OA Floor를 통해서만 콘센트 배선이 가능한 경우에 한해 자동절전 멀티탭을 통해 차단되는 콘센트 개수를 산입할 수 있다.

2. 전기부문의 권장사항

1) 수변전설비

- (1) 변전설비는 부하의 특성, 수용률, 장래의 부하증가에 따른 여유율, 운전조건, 배전방식을 고려하여 용량을 산정한다.
- (2) 부하특성, 부하종류, 계절부하 등을 고려하여 변압기의 운전대수제어가 가능하도록 뱅크를 구성한다.
- (3) 수전전압 25kV이하의 수전설비에서는 변압기의 무부하손실을 줄이기 위하여 충분한 안전성이 확보된다면 직접강압방식을 채택하며 건축물의 규모, 부하특성, 부하용량, 간선손실, 전압강하 등을 고려하여 손실을 최소화할 수 있는 변압방식을 채택한다.
- (4) 전력을 효율적으로 이용하고 최대수용전력을 합리적으로 관리하기 위하여 최대수요전력 제어설비를 채택한다.
- (5) 역률개선용 콘덴서를 집합 설치하는 경우에는 역률자동조절장치를 설치한다.
- (6) 임대가 주목적인 건축물은 층별 및 임대 구획별로 전력량계를 설치하여 사용자가 합리적으로 전력을 절감할 수 있도록 한다.

2) 동력설비

- (1) 승강기 구동용전동기의 제어방식은 에너지절약적 제어방식으로 한다.
- (2) 전동기는 고효율 유도전동기를 채택한다. 다만, 간헐적 사용 소방설비용 전동기 제외

3) 조명설비

- (1) 옥외등은 고효율 에너지기자재 인증제품 또는 산업통상자원부 고시 효율관리기자재 운용규정에서 고효율조명기기로 등록된 고휘도방전램프(HID Lamp : High Intensity Dis charge Lamp) 또는 LED 램프를 사용하고, 옥외등의 조명회로는 격등 점등과 자동점멸기에 의한 점멸이 가능하도록 한다.
- (2) 공동주택의 지하주차장에 자연채광용 개구부가 설치되는 경우에는 주위 밝기를 감지하여 전등군별로 자동 점멸되거나 스케줄제어가 가능하도록 하여 조명전력이 효과적으로 절감될 수 있도록 한다.
- (3) LED 조명기구에는 고효율인증제품을 설치하고 유도등은 LED유도등을 설치한다.
- (4) 조명기기 중 백열전구는 사용하지 아니한다.
- (5) KS A 3011에 의한 작업면 표준조도를 확보하고 효율적인 조명설계에 의한 전력에너지를 절약한다.

4) 제어설비

- (1) 여러 대의 승강기가 설치되는 경우에는 군관리 운행방식을 채택한다.
 - (2) 팬코일유닛이 설치되는 경우에는 전원의 방위별, 실의 용도별 통합제어가 가능하도록 한다.
 - (3) 수변전설비는 종합감시제어 및 기록이 가능한 자동제어설비를 채택한다.
 - (4) 실내 조명설비는 군별 또는 회로별로 자동제어가 가능하도록 한다.
 - (5) 숙박시설, 기숙사, 학교, 병원 등에는 창문 연계 냉난방설비 자동 제어시스템을 채택하도록 한다.
- 5) 사용하지 않는 기기에서 소비하는 대기전력을 저감하기 위해 도어폰, 홈게이트웨이 등은 대기전력 저감 우수제품으로 등록된 제품을 사용한다.

3. 에너지절약계획서를 첨부할 필요가 없는 건축물

1) 연면적의 합계가 $500m^2$ 이상인 건축물을 말한다.

단, 다음 건축물은 에너지절약계획서 제출 제외 건축물

- (1) 단독주택
 - (2) 문화 및 집회시설 중 동·식물원
 - (3) 건축물 중 냉방 또는 난방 설비를 설치하지 아니하는 건축물
 - (4) 국토교통부장관이 에너지 절약계획서를 첨부할 필요가 없다고 정하여 고시하는 건축물
 - ① 변전소, 도시가스배관시설, 정수장, 양수장 중 냉방 또는 난방을 설치하지 아니하는 건축물
 - ② 운동시설·위락시설·관광 휴게시설 중 냉방 또는 난방 설비를 설치하지 아니하는 건축물
- 2) 건축물 중 냉난방을 하는 공간의 연면적의 합계가 $500m^2$ 미만인 경우에는 에너지절약계획서를 제출하지 아니한다.