건축전기설비기술사

문 제 해 설

[제128회]

2022. 07. 02(토) 시행

【제1교시】

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각10점)

1. R=5Ω, L=0.159H, C=50μF의 직렬회로에 100V의 AC 전압인가 시, 흐르는 전류가 최대일 때, L과 C에 걸리는 전압 및 소비전력(KW)을 계산하시오.

2. 환류다이오드(Free Wheeling Diode)의 다음사항을 설명하시오.
   1) 정의
   2) 목적
   3) 적용방법
   4) 효과

3. 비상조명등 설치시 고려사항을 설명하시오.

4. KS C IEC 60449에 의한 건축전기설비의 전압밴드에 대하여 설명하시오.

5. 전력퓨즈의 역할,장단점,종류,고압이상 변압기 과부하 보호장치 적용방법 및 기기별 기능을 비교하여 설명하시오.

6. 한국전기설비규정(KEC)에 따른 수용가설비에서의 전압강하를 저압으로 수전하는 경우와 고압으로 수전하는 경우 전압강하 범위에 대하여 설명하시오.
7. 전력케이블의 단절연에 대하여 설명하시오.

8. 전원의 자동차단에 의한 저압전로의 보호대책인 누전차단기를 시설해야할 대상과 시설방법에 대하여 설명하시오.

9. 교류 저압배전방식의 결선도를 작성하고,전력손실이 동일할때의 선전류,저항,단면적,중량을 전기방식(電氣方式)에 대하여 설명하시오.

10. 조명률의 정의 및 조명률에 영향을 주는 요소에 대하여 설명하시오.

11. 텔레비전 조명의 특징과 조명목적에 대하여 설명하시오.

12.분산형전원 배전계통 연계기술에 있어 전기방식(電氣方式)에 대하여 다음을 설명하시오.

1) 3상수전 단상 인버터 설치기준

2) 연계구분에 따른 계통의 전기방식(電氣方式)

13. 소방설비의 감지기 배선방식중에서 교차회로방식의 정의, 문제점 및 대책, 이 방식을 적용하지 않는 감지기종류를 설명하시오.

【제2교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 건축물에 설치하는 경관조명 설계시 빛공해 영향 및 방지대책에 대하여 설명하시오.

2. 조명시스템에 대하여 다음사항을 설명하시오.
   1) 조명경제 정의 및 경제성 평가법
   2) 조명설비의 보수,관리
   3) 조명제어 계획 시 고려사항

3. 저압전로에 설치하는 전동기보호용 과전류보호장치의 다음사항에 대하여 설명하시오.
   1) 보호장치의 구성 2) 보호장치의 시설방법
   3) 보호장치의 정격전류 선정 4) 단락보호 차단기의 선정방법

4. 한국전기설비규정(KEC)에 의한 전기자동차 충전장치시설에 대하여 다음을 설명하시오.
   1) 전원공급설비의 저압전로 시설 2) 충전장치 시설
   3) 충전케이블 및 부속품 시설

5. 건축물의 접지전극을 설계하고자 한다. 다음의내용을 설명하시오.
   1) 접지전극의설계 기본순서 2) 대지저항률 3) 접지공법의 종류

6. 접지저항 측정방법중 전위강하법에 대하여 다음을 설명하시오.
   1) 전위강하법의 정의 2) 전위분포곡선 3) 전위분포와 저항구역의 관계

【제3교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

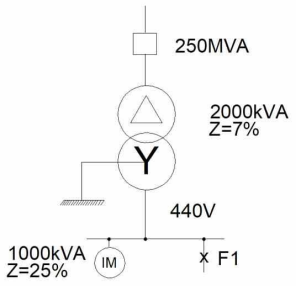
1. 풍력발전 시스템에 대하여 다음을 설명하시오.
   1) 풍력발전 시스템 2) 주속비 3) 풍력발전 적용 시 고려사항

2. 분산형전원 배전계통 연계기술기준에 의한 한전계통 이상 시 분산형전원 분리시간,전압,주파수 및 전기품질,순시전압변동에 대하여 설명하시오.

3. 초고층 빌딩의 간선설비 계획에 대하여 설명하시오.

4. 한국전기설비규정(KEC) 저압 배선설비의 선정과 설치 시 고려해야 할 외부 영향의 요인들에 대하여 설명하시오.
   1) 전기저장장치의 시설장소에 대한 고려사항
   2) 전기저장장치 설비의 안전 요구사항
   3) 전기저장장치의 시설 시 전기배선, 단자와 접속 등 고려사항
   4) 전기저장장치의 제어 및 보호장치 등 고려사항

5. 변압기용량 2,000kVA,임피던스 7%인 직접접지방식 440V 저압모선에 1,000kVA, 임피던스 25%인 유도전동기 운전중 모선에 사고가 발생한 경우 다음을 계산하시오.(단,전원용량은 250MVA로 하고 선로의 임피던스는 무시한다)
   1) 1선 지락전류
   2) 3상 단락전류
   3) 3상 단락 시 전원측과 유도전동기측에서 고장지점(F1)에 흐르는 전류



6. 대칭 좌표법을 이용하여 3상 전력회로에서 유기전압과 임피던스가 평형을 이루고 있을 때 발전기의 기본식을 유도하시오.

【제4교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 인텔리전트 빌딩에서 건축화조명의 종류별 특성을 설명하시오.

2. 신재생에너지시스템의 핵심인 전력전자공학의 전력변환방식 및 핵심요소의 특성요구에 대하여 설명하시오.

3. 중성선에 흐르는 영상고조파전류의 발생원리,영향,대책에 대하여 설명하시오.

4. 직류전동기의 다음을 설명하시오.
   1) 회전원리와 구조
   2) 회전 관련식인 역기전력(E),단자전압(V),전기자전류(Ia),속도(N),토크(T)
   3) 속도 특성곡선
5. 수변전설비에서 전력품질을 저해하는 전자파의 원리,발생원인,침입경로,영향,대책에 대하여 설명하시오.

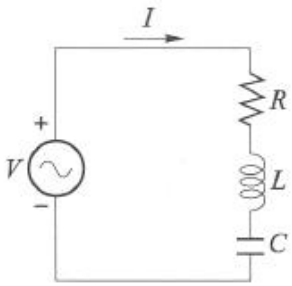
6. 전력계통의 중성점 접지방식에 대하여 다음과 같이 구분하여 설명하시오.
   1) 중성점 접지방식의 구성과 목적
   2) 중성점 접지방식별 비교표(중성점접지,건전상전위상승,지락전류크기,보호계전,과도안정도,통신선유도장해,변압기의 절연,장점,단점,적용장소)
   3) 전력계통의 유도장해 경감대책

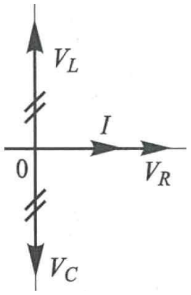
【제1교시】

1-1. R=5Ω, L=0.159H, C=50μF의 직렬회로에 100V의 AC 전압인가 시 흐르는 전류가 최대일 때, L과 C에 걸리는 전압 및 소비전력(KW)을 계산하시오.

해설

1. 전류 최대조건





$$I=\frac{V}{Z}=\frac{V}{R+j(\omega L-\frac{1}{\omega C})}$$

$\omega L=\omega C$ 일때 즉, 직렬공진시 전류는 최대

이때 최대전류 $I=\frac{V}{R}$ 가 됨

공진 주파수 $f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\pi\sqrt{0.159\times50\times10^{-5}}}=56.45Hz$

2. L과 C에 걸리는 전압

1) $V_L=X_LI=\omega_rL\times\frac{V}{R}=2\pi\times56.45\times0.159\times\frac{100}{5}=1,127.9\mathrm{V}$

2) $V_C=X_CI=-\frac{1}{\omega_rC}\times\frac{V}{R}=-\frac{1}{2\pi\times56.45\times50\times10^{-6}}\times\frac{100}{5}=-1,279.9\,V$

3. 소비전력

$P=I^2R=(\frac{100}{5})^2\times5=2kW$

1-2. 환류다이오드(Free Wheeling Diode)의 다음사항을 설명하시오.

1) 정의

2) 목적

3) 적용방법

4) 효과

해설

1.정의

환류다이오드(Free Wheeling Diode)란

인덕터 충전전류로 인한 기기의 손상을 방지하기 위해 부하와 병렬로 연결된 다이오드.

2.목적

1) DC 개폐 서지 저감

인덕터 개방시 축적된 자속 에너지에 의한 유도성 써지 발생

2) 축적된 에너지 방출 경로 형성

3. 적용방법

1) 스위치 On시

전류 I 가 흐르고 있으며 인덕터 내부에 에너지가 저장.

2) 스위치 Off시

(1) 환류다이오드 없을시

인덕터에는 파라데이의 전자유도법칙에 의해 전압이 유기된다.

이때, 스위치가 Open되는dt(시간변화)가 매우 짧기 때문에 매우 큰

역방향의 기전력이 발생되어 인덕턴스 전압이 반전된다.

이때 생기는 임펄스 전압은 매우 큰 값을 가지며 이 임펄스 전압으로

인하여 스위치 접점에 스파크가 발생되어 손상을 일으킬 수 있다.

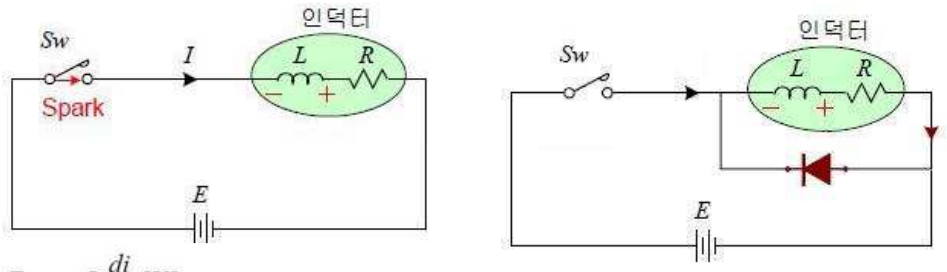
(2) 환류다이오드 적용

임펄스 전압에 의한 스위치의 손상을 막기 위해환류다이오드(Free

Wheeling Diode)를 설치하여 Loop를 형성해준다.

인덕터와병렬로 (전원에 대해서 역방향) 다이오드를 접속하면 역기전력에

의해 발생하는 전압에 의해서 흐르는 전류는 스위치로 흐르지 않고



$$E_L = -L\frac{di}{dt}\,[V]$$

이다이오드를통해 인덕터에 환류되어 인덕터의 내부저항에서 에너지가 소비

4. 효과

1) 스파크나 노이즈가 발생하는 것을 방지로 전력전자 스위치 보호
2) 방전에너지를 저항에서 열로 소비
3) 개폐서지 저감

1-3. 비상조명등 설치시 고려사항을 설명하시오.

해설

1. 개요

1) 화재,정전시 안전한 피난활동이 가능토록 거실/피난통로등에 설치되는 자동점등조명설비
2) 설치대상 : 5층이상,연면적 3천m²이상,지하층/무창층 바닥면적 450m² 이상
3) 종류 : 예비전원 내장형 , 예비전원 비내장형 , 휴대용 비상조명등

2. 설치 시 고려사항 (NFSC 304 4조 설치기준)

1) 위치 : 소방대상물의 거실과 그로부터 지상에 이르는 복도,계단,통로
2) 조도 : 각부분의 바닥에서 1lx 이상
3) 비상전원
   (1) 예비전원 내장형
   점검스위치 설치, 유효한 동작 가능한 용량의 축전지,충전장치 내장

(2) 예비전원 비내장형

① 위치 : 화재 , 침수 우려 없는 곳에 설치

② 자동절체 : 상용전원 공급중단시 자동 비상전원 공급 가능

③ 방화구획 ④ 비상조명등 설치

(3) 용량

① 20분 이상 용량기준

② 60분 이상 → 지하층 제외 11층 이상의 층

4) 휴대용 비상조명등

(1) 숙박시설 또는 다중이용업소 : 1개 이상 설치

(2) 백화점·대형점·쇼핑센타 및 영화상영관에는 보행거리 50m 이내 마다 3개 이상 설치

(3) 지하상가 및 지하역사에는 보행거리 25m 이내 마다 3개 이상 설치

(4) 설치높이는 바닥으로부터 0.8m 이상 1.5m 이하의 높이에 설치할 것

(5) 어둠속에서 위치를 확인할 수 있도록 할 것

(6) 사용 시 자동으로 점등되는 구조일 것

(7) 외함은 난연성능이 있을 것

(8) 건전지를 사시 방전방지조치 , 충전식 밧데리의 경우 상시 충전되도록 할 것

(9) 건전지 및 충전식 밧데리의 용량은 20분 이상 유효하게 사용할 수 있는 것으로 할 것

1-4. KS C IEC 60449에 의한 건축전기설비의 전압밴드에 대하여 설명하시오.

해설

1. 전압밴드

종별	적용범위
I	① 전압 값의 특정조건에 따라 감전예방을 실시하는 경우의 설비 ② 전기통신, 신호, 수준, 제어 및 경보설비 등 기능상의 이유로 전압을 제한하는 설비
II	가정용, 상업용 및 공업용 설비에 공급하는 전압을 포함한다. 또한, 이 종별은 공공 배전계통의 전압을 포함한다.

2. 교류및 직류 전압밴드

1) AC 전압밴드

종별	접지계통		비 접지 또는 비 유효접지 계통(주)
	대 지	선 간	선 간
I	U ≦ 50	U ≦ 50	U ≦ 50
II	50 < U ≦ 600	50 < U ≦ 1,000	50 < U ≦ 1,000
U : 설비의 공칭전압 (V) 주) 중성선이 있는 경우, 1상과 중성선에서 공급되는 전기기기는 그 절연이 선간전압에 상당하는 것을 선정할 것.			

【비고】 이 전압종별의 분류는 개개의 규정에서 중간전압 값을 도입하는 것을 제외하는 것은 아니다.

2) DC 전압밴드

종별	접지 계통		비 접지 또는 비 유효접지 계통(주)
	대 지	선 간	선 간
I	U ≦ 120	U ≦ 120	U ≦ 120
II	120 < U ≦ 900	120 < U ≦ 1,500	120 < U ≦1,500
U : 설비의 공칭전압 (V) 주) 중성선이 있는 경우, 1상과 중성선에서 공급되는 전기기기는 그 절연이 선간전압에 상당하는 것을 선정할 것.			

1-5. 전력퓨즈의 역할,장단점,종류,고압이상 변압기 과부하 보호장치 적용방법 및 기기별 기능을 비교하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 3장 개폐장치 179쪽,183쪽,188쪽 참고

1-6. 한국전기설비규정(KEC)에 따른 수용가설비에서의 전압강하를 저압으로 수전하는 경우와 고압으로 수전하는 경우 전압강하 범위에 대하여 설명하시오.

해설

1.정의

전압강하란 부하전류가 회로에 흐르면 계통의 임피던스에 의해 전원측 전압보다 부하측 전압이 낮아지는 현상

2. 전압강하 범위(KEC 232.3.9)

232.3.9 수용가 설비에서의 전압강하

1. 다른 조건을 고려하지 않는다면 수용가 설비의 인입구로부터 기기까지의 전압강하는 표 232.3-1의 값 이하이어야 한다.

표 232.3-1 수용가설비의 전압강하

설비의 유형	조명 (%)	기타 (%)
A - 저압으로 수전하는 경우	3	5
B - 고압 이상으로 수전하는 경우[a]	6	8

[a]가능한 한 최종회로 내의 전압강하가 A 유형의 값을 넘지 않도록 하는 것이 바람직하다.
사용자의 배선설비가 100 m를 넘는 부분의 전압강하는 미터 당 0.005% 증가할 수 있으나 이러한 증가분은 0.5%를 넘지 않아야 한다.

2. 다음의 경우에는 표 232.3-1보다 더 큰 전압강하를 허용할 수 있다.
   가. 기동 시간 중의 전동기
   나. 돌입전류가 큰 기타 기기
3. 다음과 같은 일시적인 조건은 고려하지 않는다.
   가. 과도과전압
   나. 비정상적인 사용으로 인한 전압 변동

1-7. 전력케이블의 단절연에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 4장 피뢰설비 242쪽 참고

1-8. 전원의 자동차단에 의한 저압전로의 보호대책인 누전차단기를 시설해야 할 대상과 시설방법에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 6장 지락 및 감전보호 337쪽 문제11 참고

1-9. 교류 저압배전방식의 결선도를 작성하고,전력손실이 동일할때의 선전류, 저항,단면적,중량을 전기방식(電氣方式)에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 하권 13장 전력간선 24쪽 문제7 참고

1-10. 조명률의 정의 및 조명률에 영향을 주는 요소에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 하권 17장 조명설비 문제28 (365쪽) 참고

1-11. 텔레비전 조명의 특징과 조명목적에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

카메라로 피사체의 영상을 얻으려면 우선 사물을 구별할 수 있는 정도의 Base Light가 필요하다. 따라서 조명의 설계는 카메라의 특성에 맞게 실행 하여야 한다. 무대조명의 화려함은 무대 아래에서 눈으로 보는 사람을 위한 것이고, 카메라에 의한 영상조명은 다음과 같은 조건들이 필요하다.

2. TV조명의 특징(조건)

1) 일정한 밝기의 기본조명이 유지돼야 한다.(Base Light 사용)

2) 피사체의 특성에 따라 입체감, 원근감, 영상의 깊이를 표현할 수 있는 조명으로 그림자를 살려야 한다.(Key Light 사용)

3) 밝거나 어둡거나 색온도(色溫度)가 어느 정도 일정하여야 한다.

4) 조명의 연색성(演色性: Color Rendition)이 일정해 색상 재현성이 좋아야 한다.

5) 조명의 광원출력이 시간의 경과에도 변화가 없어야 한다.

6) 점등이 간편하고, 열에 안전해야 하며, 조명밝기 조정이 가능해야 한다.

7) 조명장치의 충격흡수가 좋아야 하고, 전구의 수명이 오래 지속될 수 있어야 한다.

8) 프로그램의 시대적 배경, 계절, 시간, 장소, 환경, 등장인물, 프로그램이 갖는 성격 등등을 고려한 조명이 될 수 있어야 한다.

2. TV조명의 목적

1) TV조명은 극이 나 쇼의 분위기를 좌우할뿐 아니라 이미지 전달면에서도 극적효과를 높이는데 매우 중요한 부분이다.

시청자들의 관심을 끌고 흥미있게 하고 매혹시키려 할 때, 예술적으로 혹은 극적으로 필요한 경우에 한해 오히려 잘 안 보이게 해야 할 필요성도 있다.

2) TV 조명의 가장 중요한 목적은 피사체에 대한 적절한 밝기를 주어 여러 가지 정보를 자연스럽게 표현해 주는 것이다. 대상을 촬영할 수 있도록 '빛'을 주는 것 외에도 조명은 시간이나 장소에 대한 상황을 알려주는 역할을 한다

1-12. 분산형전원 배전계통 연계기술에 있어 전기방식(電氣方式)에 대하여 다음을 설명하시오.

1) 3상수전 단상 인버터 설치기준

2) 연계구분에 따른 계통의 전기방식(電氣方式)

해설

1. 계통연계기술 제6조(전기방식)

분산형전원의 전기방식은 연계하고자 하는 계통의 전기방식과 동일하게 함을 원칙으로 한다. 단, 3상으로 전기를 공급받아 자가소비 후 역송하는 분산형전원 설치자가 단상 인버터를 설치하여 분산형전원을 계통에 연계하는 경우는 다음 <표 2.1> 의한다.

1) 3상수전 단상 인버터 설치기준

<표 2.1> 3상 수전 단상 인버터 설치기준 (발전사업용 제외)

구 분	단상 인버터 용량
1상 또는 2상 설치 시	각 상에 4kW 이하로 설치
3상 설치 시	상별 동일 용량 설치 원칙. 단, 1상에 4kW 이내 불평형 허용가능

2) 연계구분에 따른 계통의 전기방식(電氣方式)

<표 2.2> 연계구분에 따른 계통의 전기방식

구 분	연계계통의 전기방식
저압 한전계통 연계	교류 단상 220V 또는 교류 삼상 380V 중 기술적으로 타당하다고 한전이 정한 한가지 전기방식
특고압 한전계통 연계	교류 삼상 22,900V

1-13. 소방설비의 감지기 배선방식중에서 교차회로방식의 정의, 문제점 및 대책,이 방식을 적용하지 않는 감지기종류를 설명하시오.

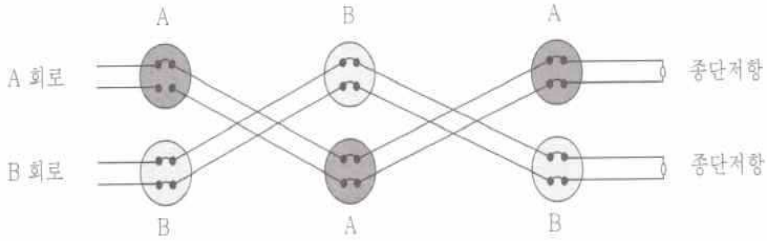
해설

1. 교차회로 방식 정의

1) 감지기 A,B 를 교차로 해서 배선하는 방식

2) 소화설비의 기동용 장치에 이용되는 감지기의 오동작을 방지하도록 설치

3) A,B 감지기가 동시 작동시 수신반에서 소화설비를 작동하도록 감지기 수량 2배



2. 문제점

1) 동작지연 문제 발생

(1) 2개 동작시에만 동작가능 (2) 보나 이격거리에 의한 동직지연

2) 감지기 수량 2배로 수신기 회로 증가

3) 감지기 테스트 시간 2배 소요

3. 대책

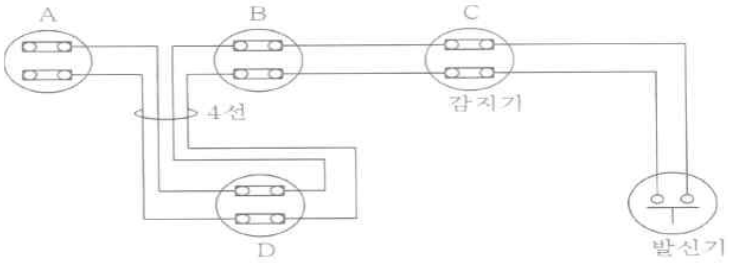
1) 송배전 방식 적용 (기본방식)

2) 성능이 우수한 감지기 1개 사용

4.교차회로 적용하지 않는 감지기 종류

불꽃 / 광전식 분리형 / 정온식 감지선형 / 분포형

아나로그 / 다신호식 / 축적형 / 복합형 감지기



【제2교시】

2-1. 건축물에 설치하는 경관조명 설계시 빛공해 영향 및 방지대책에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요
   1) 빛공해란 인공조명의 부적절한 사용으로 인한 과도한 빛 또는 비추고자 하는 조명영역 밖으로 누출되는 빛이 국민의 건강하고 쾌적한 생활을 방해하거나 환경에 피해를 주는 상태를 말한다.
   2) 2013년 인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행
   3) 조명 관리구역 구분

구분	설명
제1종	과도한 인공조명이 자연환경에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제2종	과도한 인공조명이 농림수산업의 영위 및 동물·식물의 생장에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제3종	국민의 안전과 편의를 위하여 인공조명이 필요한 구역으로서 과도한 인공조명이 국민의 주거생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제4종	상업활동을 위하여 일정 수준 이상의 인공조명이 필요한 구역으로서 과도한 인공조명이 국민의 쾌적하고 건강한 생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역

2. 빛방사 허용 기준

측정대상	공간조명 동영상변화가 있는 광고조명		공간조명				장식조명						
측정기준	연직면조도(lx)		상향광 등급(U등급)				발광표면휘도(cd/㎡), 최대				발광표면휘도(cd/㎡), 평균		
측정시간	해진 후 60분~ 해뜨기전 60분						해진 후 60분~ 해뜨기전 60분				해진 후 60분~ 해뜨기전 60분		
	10	25	U0	U1	U2	U3	20	60	180	300	5	15	25
제1종													
제2종													
제3종													
제4종													

측정대상	일반광고조명				점멸 또는 동영상변화가 있는 광고조명							
측정기준	발광표면휘도(cd/㎡), 최대				발광표면휘도(cd/㎡), 평균							
측정시간	해진 후 60분~ 해뜨기 전 60분				해진 후 60분-24:00				24:00-해뜨기 전 60분			
	50	400	800	1,000	400	800	1,000	1,500	50	400	800	1,000
제1종												
제2종												
제3종												
제4종												

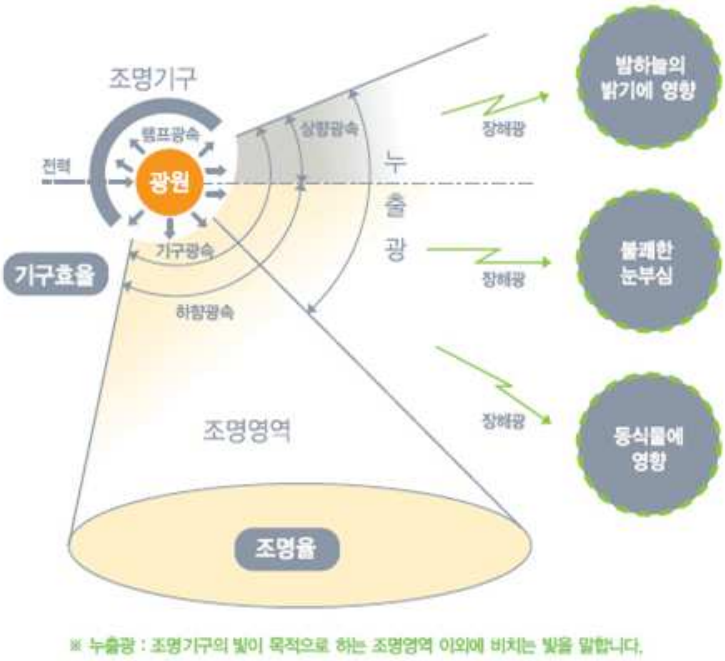
3. 빛공해 영향

1) 국민건강 및 생태계에 피해

2) 에너지 낭비

3) 쾌적한 야간 활동과 천체관측 방해

4) 도시품격 저하 등을 유발



※ 누출광 : 조명기구의 빛이 목적으로 하는 조명영역 이외에 비치는 빛을 말합니다.

4. 대책

1) 조명기구 변경

- 주거지 성격에 맞는 부드러운 광원, 불쾌감 없는 조명기구 사용
- 안전성을 고려하여 주거지 진·출입부 및 우범화가 될 수 있는 지역에 안전성을 확보할 수 있는 조명권장(중장기적)
- 주변지역과의 조화된 형태의 조명기구 사용 권장(중장기적)

2) 상향광 억제(차광 장치)

- 노출되는 조명기구로 눈부심이나 불필요한 빛의 제거로 갓, 후드, 루버등 사용
  (기존 가로등 시설을 점진적으로 기능 보완 유도)(단기적)
- 도로면 주택유리면에 차광필름 시공 의무화(중장기적)
- 차광판 및 차광막 설치(단기적)

3) 조명기구 설치 방법 변경

- 조명기구의 광원이 거주자에게 직접 노출되지 않도록 권장(단기적)

- 확산형의조명기구보다 간접조명을 선택(단기적)편배광 사용
- 후배광이 적은 조명기구 사용(단기적)

4) 조명기구 사용 자제
- 아파트의 로고나 브랜드명에 대한 인공조명은 가급적 자제(중장기적)
- 주간경관을 고려하여 투광조명을 자제하고, 기능성과 심미성을 고려한 조명기구 권장(중장기적)
- 점멸등 자제(단기적)

2-2. 조명시스템에 대하여 다음사항을 설명하시오.

1) 조명경제 정의 및 경제성 평가법
2) 조명설비의 보수,관리
3) 조명제어 계획 시 고려사항

해설

1. 조명경제 정의 및 경제성 평가법

1) 정의 : 조명의 설계,시공,보수 관련 경제성을 평가하는 일련 과정

2) 경제성 평가법

(1) 비용/편익 평가법 : 편익의 계량이 어려움

(2) 대안/비교분석 평가법 : 비용 중심으로 비교 분석

3) 예시

(1) 조명경제 입력데이터	
1	계산년원일
2	조명시설
3	조명기구
4	램프
5	설계조도(lx)
6	방의 폭(m)
7	방의 길이(m)
8	천장공간 높이(m)
9	방공간 높이(m)
10	바닥공간 높이(m)
11	방지수
12	반사율(천장)
13	반사율(바닥)
14	반사율(벽)
15	기구 1대 당 램프 수 (개/기구1대)
16	램프광속(lm)
17	조명률
18	보수율
(2) 조명 계산	
19	면적(m^2)
20	기구 1대 당 램프광속 (lm/기구1대)
21	기구 대수(대)

(5) 조도계산	
34	초기조도(lx)
35	실설계조도(lx)
(6) 조명경제 계산	
36	조명기구비(원)
37	기구설비비(원)
38	램프비(원)
39	초기설비비(원)
40	연간설비 상각비(원)
41	연간램프 교환개수(개)
42	연간램프 교환비(원)
43	연간램프 교환인건비(원)
44	연간청소비(원)
45	연간보수비(원)
46	연간전력량(kWh)
47	연간전기요금(원)
48	연간조명비(원)
49	잔존가치(원)
50	면적 당 연간조명비(원/m^2)
51	면적당 소비전력(W/m^2)
52	면적당 소비전력량(Wh/m^2)
53	TCO_2 계산
(7) 비교	
54	현재가치(원)
55	연간비용(원)
56	면적당 연간비용(원/m^2)

2. 조명설비 보수 관리

조명설비의 보수및 관리는 정해진 보수율에 의해서 진행되도록 검토하며 경제성과 밀접

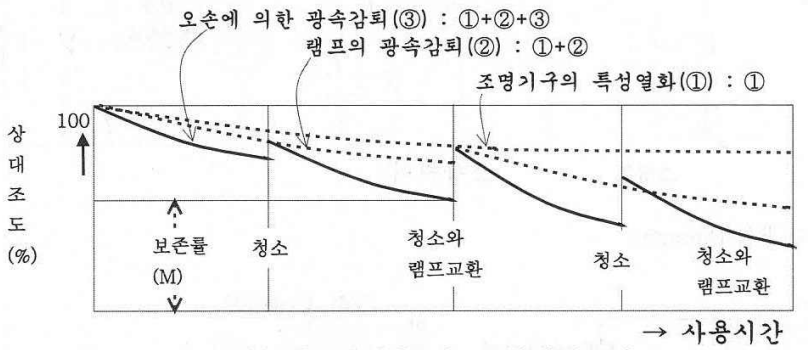


그림) 청소간격과 램프교환간격모델

1) 보수율

일반 보수율	도로조명	터널조명
$M = M_l \times M_f \times M_d$ 시간, 광속저하 , 먼지요소	$MF = LLMF \times LSF \times LMF$ *LLMF*: 램프광속 유지계수 *LSF* : 램프 수명 계수 *LMF* : 조명기구 유지 계수	$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times SMF$ *LLMF*램프광속 유지계수 *LSF*램프 수명 계수 *LMF* 조명기구 유지 계수 *SMF* 표면유지계수

2) 적용

(1) 높게 적용시 : 유지 , 보수 비용이 과다하게 소요

(2) 낮게 적용시 : 시설 초기의 조도 및 휘도가 높아져 초기 투자 비용이 증가

(3) 보수율도 조명 경제성 평가시 반드시 고려해야 할 요소

3. 조명제어 계획 시 고려사항

1) 조명제어 방식 검토

디밍 방식	통신 방식	제어 방법	제어 시스템	주광&인공 제어
전류제어	0~10V 방식	점 멸	재실 감지	개 루 프
전압제어	RS - 485 D M X 방식	조 광	타임 스케줄	폐 루 프
위상제어	D A L I 방식	스 텝		
진폭제어	P L C 방식	패 턴		
	무선 방식 Zigbee , WLAN			

2) 조광제어 및 DALI 시스템 고려

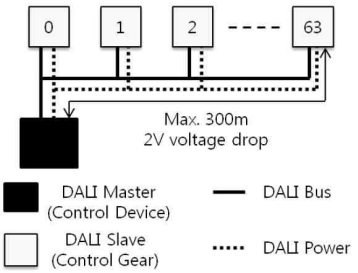
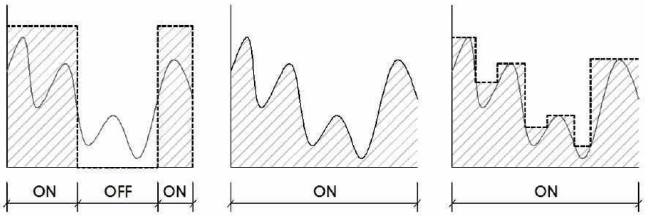
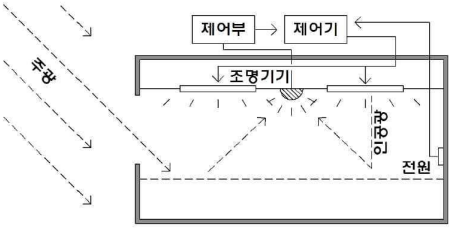


그림 4. DALI 시스템의 구성

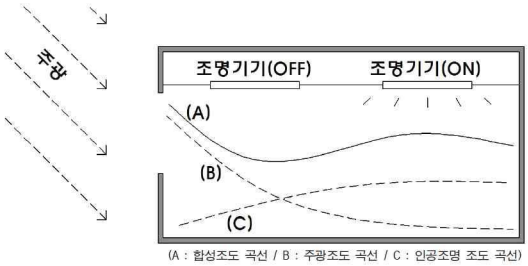


[그림 2-8] 점멸제어 원리 [그림 2-9] 조광제어 원리 [그림 2-10] 스텝제어 원리

3) PSALI 고려



[그림 2-12] 폐회로 제어 시스템(Closed-loop Proportional Control System)



(A : 합성조도 곡선 / B : 주광조도 곡선 / C : 인공조명 조도 곡선)

[그림 2-1] PSALI SYSTEM의 조도 곡선 개념도

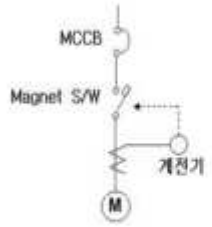
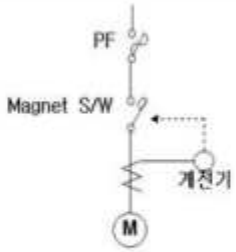
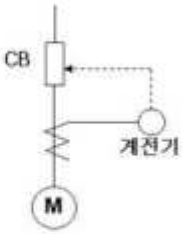
2-3. 저압전로에 설치하는 전동기보호용 과전류보호장치의 다음사항에 대하여 설명하시오.

1) 보호장치의 구성　　2) 보호장치의 시설방법

3) 보호장치의 정격전류 선정　4) 단락보호 차단기의 선정방법

해설

1. 저압 전동기 보호장치 구성

과부하 보호장치 + 단락보호 CB	과부하 보호장치 + 단락보호 퓨즈	겸용차단기(과부하+단락)
		
1. 과부하보호 : MS+EOCR+**THD** 2. 단락보호 : MCCB	1. 과부하 : MS + EOCR 2. 단 락 : PF	1. 과부하+단락 : 겸용 CB+EOCR

2. 보호장치 시설방법

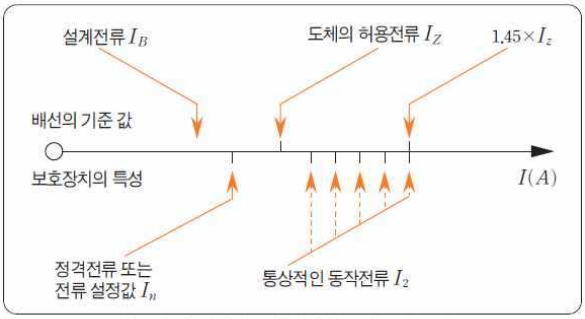
1) 과부하 보호용 전자접촉기(MC) → 반드시 과부하 계전기 부착 사용 (EOCR/열동계전기)

2) 단락보호용 차단기 단락동작설정 전류값 > 기동돌입전류

3) 단락보호전용 PF는 aM형 용단 특성에 적합 → 12.5배 0.5초 이내 용단

3. 보호장치 정격전류 선정

1) 과부하 보호 요건 (케이블 과부하 보호)



[그림 4] 과부하 보호장치의 동작특성 조건

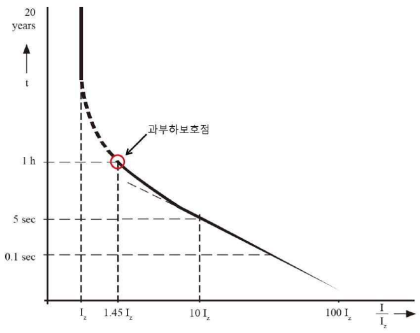


그림 H212.4-1 케이블의 과부하 내열특성

(1) I_B (설계전류)

$$I_B = \frac{\sum P[VA]}{KV \cdot \eta \cdot \cos\theta} \times a \times s \times h \times k \quad , K(1,\sqrt{3}\,)/a수용률/s불평형/h고조파/k부하불평형$$

(2) I_N (보호장치 정격전류)

① 정상시 NCR(Nominal Current Rule) → $I_B \le I_N \le I_Z$

② 1시간 과부하시 TCR (Tripping Current Rule) → $I_2 \le 1.45 I_Z$ (1H 기준)

구 분	동작전류	동작시간		계산식	
		63A 이하	63A 초과	63A 이하	63A 초과
주택용 배선차단기	$1.45I_n$	60분	120분	$I_2 = I_n \times 1.45$	$I_2 = I_n \times 1.52$
산업용 배선차단기	$1.3I_n$	60분	120분	$I_2 = I_n \times 1.3$	$I_2 = I_n \times 1.37$

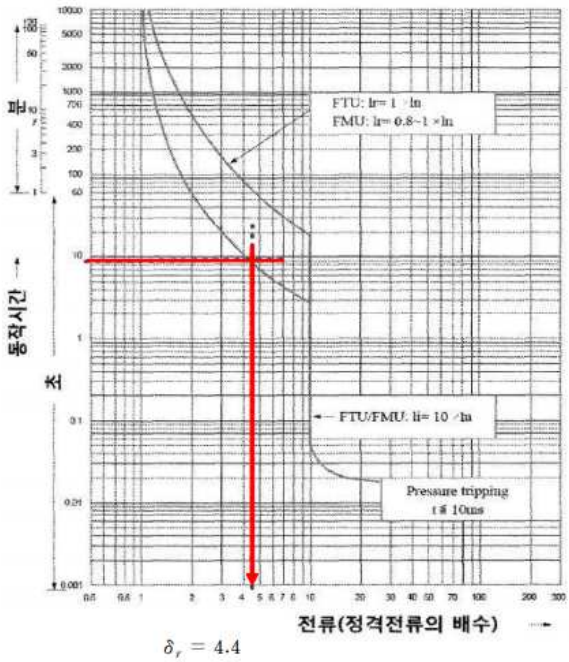
[Note 1] 주택용 배선차단기 63A 초과인 경우에는 1.45배의 시험전류로 2시간 이내 동작을 1시간 이내로 환산하면, 동작전류는 약 5%의 증가된 전류로 추정된다(제조사의 기술사양서를 참조).
[Note 2] 산업용 배선차단기 63A 초과인 경우에는 1.3배의 시험전류로 2시간 이내 동작을 1시간 이내로 환산하면, 동작전류는 약 5%의 증가된 전류로 추정된다(제조사의 기술사양서를 참조).

2) 기동전류 부동작 요건

(1) 전동기 기동전류에 보호장치의 한시치가 동작하지 말아야 함.

(2) 정정 (차단기 동작시간 → δb 성정 → 차단기 동작전류 산정 → 기동전류와 비교)

시간 정정	전류 정정
1. 차단기 동작시간 > 기동 시간 2. 차단기 동작시간을 정한후 δb 선정	1. 차단기 동작전류 > 기동전류 $I_N \times \delta_b > I_{mb}(=I_m \times \beta) \rightarrow I_N > \frac{I_{mb}}{\delta_b}$



$\delta_r = 4.4$

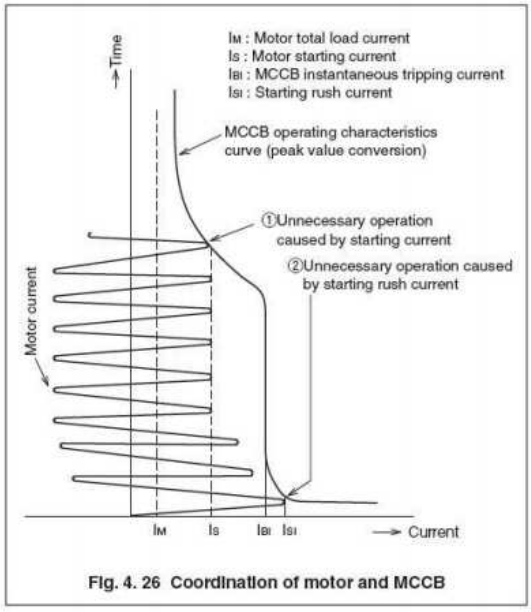


Fig. 4. 26 Coordination of motor and MCCB

4. 단락보호 차단기 선정방법

1) 돌입전류 부동작 요건

(1) 전동기 돌입전류에 보호장치의 순시치가 동작하지 말아야 함.

(2) 정정

시간 정정	전류 정정
1. 차단기 순시동작시간 > 전동기 돌입전류 시간	2. 차단기 순시전류 > 돌입전류 $I_N \times \delta_i > I_{set}(= I_{st} \times i)$ $\rightarrow I_N > \frac{I_{set}}{\delta_i} \times \alpha$

구 분	기동방식	Y-△기동의 △변환시	인버터기동
수 식	$i = \beta \times c \times k$	$i = \beta \times Vc \times K$	λ
적 용	β 전전압 기동배율 (6 ~ 8) c 기동계수 (전전압 1 , Y-D 1/3 , 탭값) $k = 1.5$ 일괄 적용	Vc 전압계수 $(1+1/\sqrt{3} = 1.577)$ $K = 1.02 + 0.98e^{-3R/X}$	인버터기동 : 1~2 소프트기동 : 3~5

2) 케이블 단락 보호요건 (최소단락전류)

(1) 단락시 도체의 단시간 허용 온도 도달 시간

$t_z = (\frac{S \times k}{I_{s.min}})^2$, 최소단락전류 사용이유 → 차단기는 최소단락전류에 차단응동

구 분	K	단락 허용온도
PVC (HIV)	115	70/160 도
XLPE (XLPE)	143	90/250 도

(2) 최소단락전류의 차단배율

$\delta_{z.min} = \frac{I_{z.min}}{I_N}$ → 차단기 카다로그에서 동작배율에 대한 시간 t_n 산정

(3) 검증식 → $t_n < t_z$시 적정 , 전류를 구하고 시간으로 검증

3) 정격차단전류 선정방법 (최대단락전류)

(1) 최대전압계수 적용

(2) 최소등가 단락임피던스적용

① 임피던스 보정계수

② 비대칭계수

(3) 전동기 기여전류 포함

(4) 선로저항 산정시 온도는 20도 기준

(3) 정격차단전류 선정

$I_{CB} \geq I_{s.max} \times \alpha$	I_{CB} : 단락보호장치 정격차단전류 $I_{s.max}$: 최대단락전류 α : 설계여유(1.25 권장)

2-4. 한국전기설비규정(KEC)에 의한 전기자동차 충전장치시설에 대하여 다음을 설명하시오.

1) 전원공급설비의 저압전로 시설　　2) 충전장치 시설

3) 충전케이블 및 부속품 시설

해설

1. 전기자동차 전원공급 설비의 저압전로 시설 (KEC 241.17.2)

1) 전용의 개폐기 및 과전류 차단기를 각 극(과전류 차단기는 다선식 전로의 중성극을 제외한다)에 시설하고 또한 전로에 지락이 생겼을 때 자동적으로 그 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 한다.

2) 옥내에 시설하는 저압용 배선기구의 시설은 다음에 따라 시설하여야 한다.

(1) 옥내에 시설하는 저압용의 배선기구는 그 충전 부분이 노출되지 아니하도록 시설 하여야 한다. 다만, 취급자 이외의 자가 출입할 수 없도록 시설한 곳에서는 그러하지 아니하다.

(2) 옥내에 시설하는 저압용의 비포장 퓨즈는 불연성의 것으로 제작한 함 또는 안쪽면 전체에 불연성의 것을 사용하여 제작한 함의 내부에 시설하여야 한다. 다만, 사용전압이 400 V 이하인 저압 옥내전로에 다음에 적합한 기구 또는 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」의 적용을 받는 기구에 넣어 시설하는 경우에는 그러하지 아니하다.

(가) 극과 극 사이에는 개폐하였을 때 또는 퓨즈가 용단되었을 때 생기는 아크가 다른 극에 미치지 않도록 절연성의 격벽을 시설한 것일 것.

(나) 커버는 내(耐)아크성의 합성수지로 제작한 것이어야 하며 또한 진동에 의하여 떨어지지 않는 것일 것.

(다) 완성품은 KS C 8311(커버 나이프 스위치)의“3.1 온도상승”, “3.5 단락차단”, “3.6 내열” 및 “3.8 커버의 강도”에 적합한 것일 것.

(3) 옥내의 습기가 많은 곳 또는 물기가 있는 곳에 시설하는 저압용의 배선기구에는 방습 장치를 하여야 한다.

(4) 옥내에 시설하는 저압용의 배선기구에 전선을 접속하는 경우에는 나사로 고정시키거나 기타 이와 동등 이상의 효력이 있는 방법에 의하여 견고하게 또한 전기적으로 완전히 접속하고 접속점에 장력이 가하여 지지 아니하도록 하여야 한다.

(5) 저압 콘센트는 접지극이 있는 콘센트를 사용하여 접지하여야 한다.

3) 옥측 또는 옥외에 시설하는 저압용 배선기구의 시설은 235.1에 따라 시설하여야 한다.

2. 전기자동차의 충전장치 시설 (KEC 241.17.3)

1) 충전부분이 노출되지 않도록 시설하고, 외함의 접지는 140의 규정에 준하여 접지공사를 할 것.

2) 외부 기계적 충격에 대한 충분한 기계적 강도(IK08 이상)를 갖는 구조일 것.

3) 침수 등의 위험이 있는 곳에 시설하지 말아야 하며, 옥외에 설치 시 강우·강설에 대하여 충분한 방수 보호등급(IPX4 이상)을 갖는 것일 것.

4) 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.

5) 충전장치에는 전기자동차 전용임을 나타내는 표지를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것.

6) 전기자동차의 충전장치는 쉽게 열 수 없는 구조일 것.

7) 전기자동차의 충전장치 또는 충전장치를 시설한 장소에는 위험표시를 쉽게 보이는 곳에 표지할 것.

8) 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.

9) 충전장치의 충전 케이블 인출부는 옥내용의 경우 지면으로부터 0.45 m 이상 1.2 m 이내에, 옥외용의 경우 지면으로부터 0.6 m 이상에 위치할

것.

3. 전기자동차의 충전 케이블 및 부속품 시설 (KEC 241.17.4)

1) 충전장치와 전기자동차의 접속에는 연장코드를 사용하지 말 것.

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

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

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

(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.

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

2-5. 건축물의 접지전극을 설계하고자 한다. 다음의내용을 설명하시오.

1) 접지전극의설계 기본순서 2) 대지저항률 3) 접지공법의 종류

해설

☞교재 상권 8장 접지설비 472쪽,참고

2-6. 접지저항 측정방법중 전위강하법에 대하여 다음을 설명하시오.

1) 전위강하법의 정의 2) 전위분포곡선 3) 전위분포와 저항구역의 관계

해설

☞교재 상권 8장 접지설비 481쪽 문제14 참고

【제3교시】

3-1. 풍력발전 시스템에 대하여 다음을 설명하시오.

1) 풍력발전 시스템　2) 주속비　3) 풍력발전 적용 시 고려사항

해설

☞교재 상권 12장 신재생 문제8 (721쪽)참고

3-2. 분산형전원 배전계통 연계기술기준에 의한 한전계통 이상 시 분산형전원 분리시간,전압,주파수 및 전기품질,순시전압변동에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 12장 신재생 문제3 (699쪽)참고

3-3. 초고층 빌딩의 간선설비 계획에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 하권 22장 건축물전기설비 문제3 (618쪽) 참고

3-4. 한국전기설비규정(KEC) 저압 배선설비의 선정과 설치 시 고려해야 할 외부영향의 요인들에 대하여 설명하시오.

해설

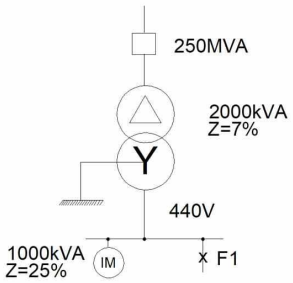
☞교재 하권 13장 전력간선 문제2 (8쪽)참고

3-5. 변압기용량 2,000kVA,임피던스 7%인 직접접지방식 440V 저압모선에 1,000kVA, 임피던스 25%인 유도전동기 운전중 모선에 사고가 발생한 경우 다음을 계산하시오.(단,전원용량은 250MVA로 하고 선로의 임피던스는 무시한다)

1) 1선 지락전류

2) 3상 단락전류

3) 3상 단락 시 전원측과 유도전동기측에서 고장지점(F1)에 흐르는 전류



해설

1. 단락전류의 계산 Flow

각 기기나 선로의 표준 임피던스 결정 → 각 임피던스를 기준용량으로 환산 → 임피던스 Map작성 → 임피던스 합성 → 단락전류 및 단락용량 계산 → 차단기 선정

2. 임피던스 환산 (기준용량 2000kVA일 때)

1) 전원 임피던스

$$Z_S = \frac{2}{250} \times 100 = 0.8\%$$

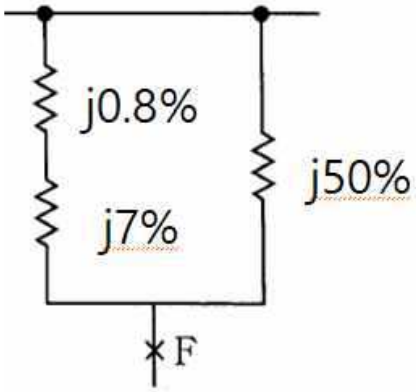
2) 변압기 임피던스

$$Z_T = 7\%$$

3) 유도전동기 임피던스

$$Z_M = \frac{2}{1} \times 25 = 50\%$$

4) 임피던스 맵



5) 임피던스 합성

$$Z=\frac{(Z_S+Z_T)\times Z_M}{(Z_S+Z_T)+Z_M}=\frac{(0.8+7)\times 50}{(0.8+7)+50}=\frac{390}{57.8}=6.747\%$$

3. 고장전류 계산

1) 3상 단락전류

$$I_S=\frac{100}{\%Z}\times I_N=\frac{100}{6.747}\times\frac{2000}{\sqrt{3}\times 0.44}=38.9KA$$

2) 1선지락전류

$$I_g=\frac{3E}{Z_0+Z_1+Z_2}$$ 에서

과도시 $Z_1=Z_2$ 이고 중성점 직접접지계통에서는 $Z_0\approx Z_1$이 되므로

따라서 $I_g=\frac{E}{Z_1}=\frac{100}{\%Z_1}\times I_N \quad \Leftarrow (\because \%Z=\frac{I_N Z}{E}\times 100)$

이 되어 결국 3상 단락전류의 크기와 같아진다

3-6. 대칭 좌표법을 이용하여 3상 전력회로에서 유기전압과 임피던스가 평형을 이루고 있을 때 발전기의 기본식을 유도하시오.

해설

☞교재 상권 7장 고장전류계산 문제2 (347쪽)참고

【제4교시】

4-1. 인텔리전트 빌딩에서 건축화조명의 종류별 특성을 설명하시오.

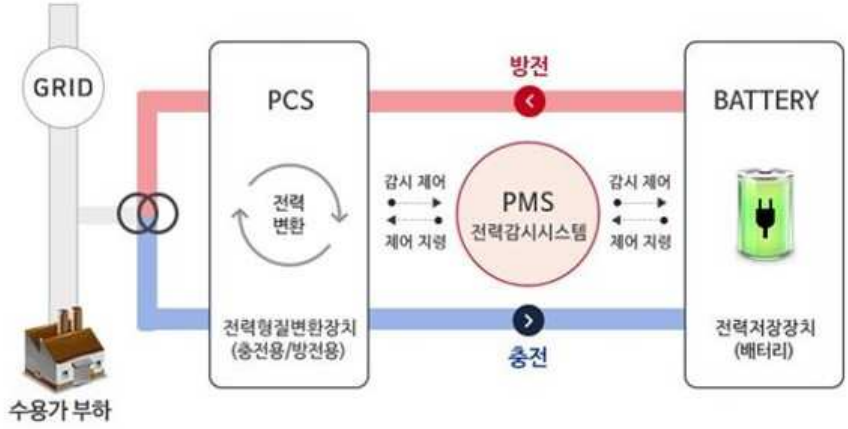
해설

☞교재 하권 17장 조명설비 문제31 (380쪽) 참고

4-2. 신재생에너지시스템의 핵심인 전력전자공학의 전력변환방식 및 핵심요소의 특성요구에 대하여 설명하시오.

해설

1.신재생 저장 및 변환시스템 개념도



2. 전력 변환방식

1) 직류배전 시스템

직류배전 시스템은 기존 교류 배전에서 직류부하를 위한 다중의 전력 변환 과정을 최소화함으로서 전원 및 부하에서 소모되는 에너지를 절감하여 이산화탄소 배출량 저감에 기여할 수 있다.

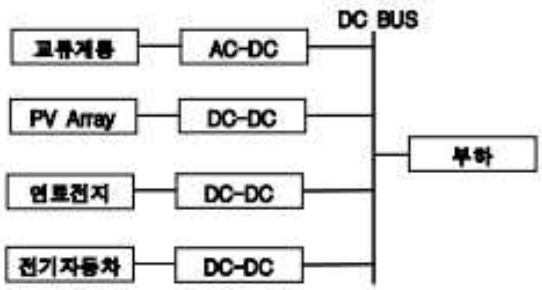


그림 1. 직류배전시스템 구성

2) DC-DC 컨버터

연료전지의 경우 출력전압이 낮고 불안정한 직류전압을 안정된 높은 직류전압으로 변환하기 위해서 승압형 DC DC 컨버터가 필수적이다. 그리고 낮은 직류 전압을 상용 전원인 220[V]로 변환하기 위해 직류출력 전압을 승압하는 방식에는 AC AC 승압 방식과 DC DC 승압 방식이 있다.

(1) AC AC 승압 방식

한 단계의 전력변환으로 고효율이 되나 저주파 변압기 사용으로 부피와 중량이 증가되고, 직류전압 제어가 용이하지 않기 때문에 전압품질이 떨어진다.

(2) DC DC 승압 방식

두 단계의 전력변환과 저주파 변압기를 사용하지 않음으로써 부피 및 중량이 감소되고, 출력전압 제어가 용이하여 전압품질이 우수하다.

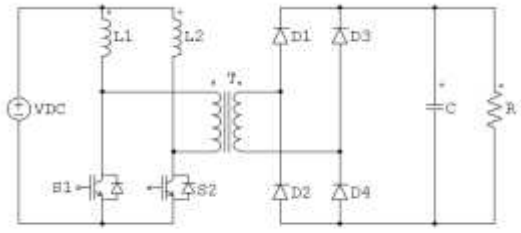
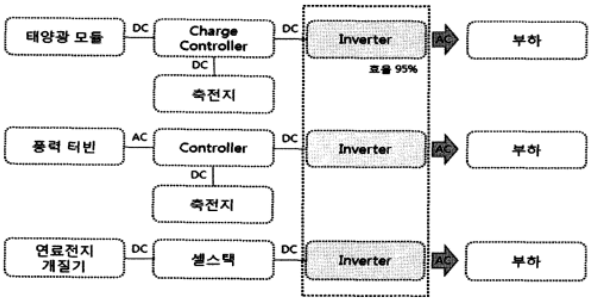


그림 2. L-Type 컨버터

3) 하이브리드 파워시스템

분산형 전원 또는 마이크로그리드의 구성요소로 이용가능하며,발전소로 부터의 원거리 전력전송에 따른 전력손실을 감소하고, 이에따른 송배전계통의 운영비가 절감될수 있다



[그림 6] 일반적 신재생에너지시스템 구성(DC생산→AC소비)

3. 핵심요소의 특성요구 사항

1) 전력변환소자 성능요구사항

(1) 스위칭 속도 → 속응성

(2) 스위칭 손실 → 효율

(3) 역내전압 → 절연

(4) 통과전류내량 → 고용량

(5) 전기적 , 기계적 공진에 대한 내량

2) 전력품질 요구사항

(1) 저손실 , 대용량 , 고전압 요구

(2) 고역률 , 저고조파 발생

3) 성능시험과 안전시험 요구사항

성능시험항목		안전시험항목	
정상특성	교류전압,주파수 추종시험 효율 , 역률 , 왜형률 시험	절연성능	절연저항 , 절연내력 시험 감전보호 절연거리 시험
과도응답	입력전력 급변 , 계통전압 급변 계통전압위상 급변 시험	보호기능	입출력 과전압,부족전압 과/저주파수 , 단독운전 , 돌입전류
내전기	계통전압 왜형률 내량 시험 불평형 시험	외부사고	단락 , 개방 , 누설전류 , 온도상승 SAG , SWELL
배터리	정격충전시간 시험 , 회복시간 시험 배터리 리플전류 시험	주위환경	습도 , 온습도 , 진동
		전자기적합	정전기 ,, 전기적 과도 순시정전,전압변동 , 전도내성 , 방사

4-3. 중성선에 흐르는 영상고조파전류의 발생원리,영향,대책에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 하권 19장 고조파 문제2 (466쪽)참고

4-4. 직류전동기의 다음을 설명하시오.

1) 회전원리와 구조
2) 회전 관련식인 역기전력(E),단자전압(V),전기자전류(Ia),속도(N),토크(T)
3) 속도 특성곡선

해설

☞교재 하권 14장 전동기제어 83쪽,70쪽,79쪽 참고

4-5. 수변전설비에서 전력품질을 저해하는 전자파의 원리,발생원인,침입경로,영향,대책에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 하권 18장 전력품질 문제5 (426쪽)참고

4-6. 전력계통의 중성점 접지방식에 대하여 다음과 같이 구분하여 설명하시오.

1) 중성점 접지방식의 구성과 목적
2) 중성점 접지방식별 비교표(중성점접지,건전상전위상승,지락전류크기,보호계전,과도안정도,통신선유도장해,변압기의 절연,장점,단점,적용장소)
3) 전력계통의 유도장해 경감대책

해설

☞교재 상권 8장 접지설비 전력계통 중성점접지방식 문제2 (413쪽) 참고