

**제 119회(2019.8.10. 시행)
건축전기설비 기술사 문제 해설**

“합격을 기원합니다”

제 119회 건축전기설비 기술사문제 출처분석

제 1교시

1-1. 플리커(Flicker) 정의 및 경감대책에 대하여 설명하시오.

교재 하권 p422 참고 (18장 전력품질, 유도장해)

1-2. 순응, 퍼킨제 효과의 개념 및 응용에 대하여 설명하시오.

교재 하권 p313 참고 (17장 조명설비)

1-3. 2대의 동기발전기가 기전력과 위상이 다른 경우 병렬운전 했을 때 나타나는 현상을 각각 설명하시오.

1-4. 건축물의 비상발전기 용량산정에 대하여 설명하시오.

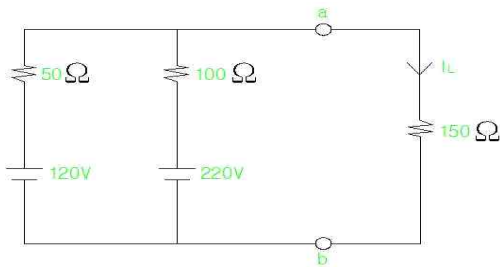
교재 상권 p638 참고 (11장 예비전원)

1-5. 직류송전의 장단점을 비교하여 설명하시오.

교재 상권 p676참고 (12장 신재생, 분산형전원, 신기술)

1-6. 다음 회로의 부하전류를 중첩의 정리를 이용하여 부하전류 I_L (A)을 구하시오.

교재 하권 p634 참고 (23장 기초이론)



1-7. 의료장소의 접지계통방식을 간단히 설명하시오.

교재 하권 p437참고 (8장 접지설비)

1-8. 소화활동설비용 비상콘센트설비의 설치 기준에 대하여 설명하시오.

화재안전기준 (NFSC 504) 참고

1-9. 주택용 분전반 설치장소 선정 시 고려사항을 설명하시오.

판단기준 제171조 참고

1-10. 유도전동기의 명판에 표시된 전압보다 인가 전압이 10%, 90% 일 때의 전동기 기동 토크, 기동 전류, 슬립, 온도상승에 대하여 설명하시오.

교재 하권 p112 참고 (14장 전동기 제어)

1-11. 1.5 kV 이하 직류 가공전선로의 시설방법에 대하여 설명하시오.

판단기준 제152조의2 참고

1-12. 아크차단기(AFCI : Arc Fault Circuit Interrupter)에 대하여 설명하시오.

1-13. 전기저장장치(ESS) 화재 원인 및 안전강화 대책 발표(2019. 06. 1)에 따라 20 kWh를 초과하는 리튬·나트륨·레독스플로우 계열의 이차전지를 이용한 전기저장장치 사용전검사 시 2019. 06. 20부터 적용된 추가 검사 항목 중 공통사항을 설명하시오.

제 2교시

2-1. 비상용 동기발전기에서 부하가 순수 저항부하, 순수 유도성부하일 때 부하전류에 따른 단자전압의 특성을 각각 식과 그래프를 이용하여 설명하시오.

교재 하권 p165 참고 (14장 전동기제어)

2-2. 건축물내의 통합자동제어설비에 대하여 설명하시오.

교재 하권 p556참고 (17장 약전,통신,제어)

2-3. 고조파에 대한 다음사항을 설명하시오.

- 1) 고조파의 정의
- 2) 고조파 발생 원리
- 3) 3상 평형 배선의 상전류에 고조파가 포함되어 흐르는 경우 4심 및 5심 케이블 고조파전류의 보정계수

교재 하권 p451,482 참고 (19장 고조파)

2-4. 고령자를 배려한 주거시설의 전기설비 설계 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

교재 하권 p607 참고 (17장 건축물 전기설비,설계,감리)

2-5. 조명설비설계에 대하여 아래의 내용을 설명하시오.

- 1) 전반조명 설계(광속법)절차
- 2) 명시적 조명과 장식적 조명 비교
- 3) 평균조도 계산방법 중 3배광법과 ZCM(구역공간법) 비교

교재 하권 p354,367 참고 (17장 조명설비)

2-6. 건축물 배선설비의 선정과 설치에 고려할 외적 영향에 대하여 10가지만 설명하시오

교재 하권 p7 참고 (13장 전력간선)

KSC IEC 60364-5-52, 내선규정 제 5300절

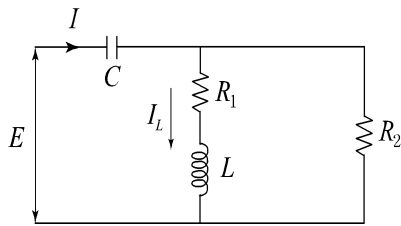
제 3교시

3-1. 순시전압강하(Voltage Sag)에 대한 정의, 원인 및 대책을 설명하시오.

교재 하권 p58 참고 (13장 전력간선)

3-2. 그림과 같은 회로에서 인덕터 L에 흐르는 전류가 교류전원 전압 E와 동상이 되기 위한 저항 R2 값을 구하시오.

교재 하권 p643 참고(23장 기초이론)



3-3. 3상 유도전동기에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.

- 1) 기동방식 선정 시 고려사항 2) 농형 유도전동기 기동법
- 3) Y-△기동법 적용 시 비상전원검용 전기저장장치에 미치는 영향 및 대책

교재 하권 p107,115 참고 (14장 전동기제어)

3-4. 그린 데이터 센터에서 전기설비의 효율을 높이기 위한 구축 방안에 대하여 설명하시오.

3-5. 단거리선로의 음범 전압강하 계산식을 등가회로 및 벡터도를 그려서 설명하고 옥내 배선 전압강하 계산식을 설명하시오.

교재 하권 p47 참고 (13장 전력간선)

3-6. 전기자동차 전원공급설비 설계 시 아래사항에 대하여 설명하시오.

- 1) 전원공급설비의 저압선로 시설
- 2) 전기자동차 충전장치 및 방호장치 시설

전기설비 판단기준 제286조,내선규정 제 431절 참고

제 4교시

4-1. 수변전실 설계 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하시오.

교재 상권 p36 참고 (1장 수변전설비 계획,설계)

4-2. 태양전지의 최대 전력점과 효율에 대하여 설명하시오.

교재 상권 p690 참고 (12장 신재생,분산형전원,신기술)

4-3. 두 개 이상의 충전도체 또는 PEN도체를 계통에 병렬로 접속할 때 고려사항과 병렬 도체 사이에 부하전류가 최대한 균등하게 배분될 수 있는 병렬 케이블(L1, L2, L3, N)의 특수 배치에 대하여 그림을 그리고 설명하시오.

교재 하권 p20 참고 (13장 전력간선)

4-4. 건축물의 화재 시 확산방지가 중요하다. 다음을 설명하시오.

- 1) 방화구획재(Fire Stop) 종류 및 특성 2) 내화구조
- 3) 난연케이블(Flame Retardant Cable), 내열케이블(Heatprof Cable)

교재 하권 p505 부분참고 (20장 방재,열화,환경대책)

4-5. 전동기용 분기회로 개폐기, 과전류차단기, 전선 굽기에 대하여 설명하시오.

교재 상권 p153 참고 (3장 차단기,PF,개폐기)

내선규정 3315-4절, 판단기준 176 참고

4-6. GIS(Gas Insulated Switchgear) 설비의 개요 및 주요 구성 기기에 대하여 설명하고, 재래식 수전설비에 비하여 GIS의 장점을 설명하시오.

교재 상권 p47 참고 (1장 수변전설비 계획,설계)

제 119회 건축전기설비 기술사문제 출처분석 요약

교시	문항 수	문제 출처				본교재 출제비율
		본교재	내선규정, 판단기준	화재안전 기준	기타	
1교시	13	7	2	1	3	54%
2교시	6	5			1	83%
3교시	6	4	1		1	67%
4교시	6	5	1			83%
계	31	21	4	1	5	
출제비율		68%	13%	3%	16%	

1-3. 2대의 동기발전기가 기전력과 위상이 다른 경우 병렬운전 했을 때 나타나는 현상을 각각 설명하시오.

해설)

1. 개요

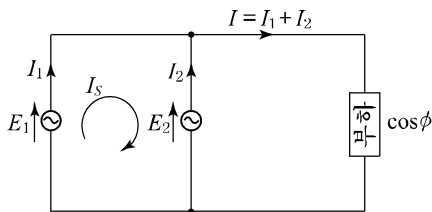
- 1) 2대 이상의 발전기를 동일 모선에 접속하여 공통의 부하에 전력을 공급하는 방식
- 2) 병렬운전목적은 전력을 필요로 하는 부하에 정전없이 정격의 전압을 안정하게 공급하기 위함

2. 동기발전기의 병렬운전조건

- 1) 기전력의 크기가 같을 것 $\Rightarrow$ 같지 않을 경우 무효순환전류 발생
- 2) 기전력의 위상이 같아야 한다. $\Rightarrow$ 다를 경우 동기화 전류에 의한 동기화력 발생
- 3) 기전력의 주파수가 같아야 한다. $\Rightarrow$ 다를 경우 동기화 전류가 지속적으로 발생
- 4) 기전력의 파형이 같아야 한다. $\Rightarrow$ 같지 않을 경우 고조파 무효순환전류 발생

3. 기전력의 크기와 위상각

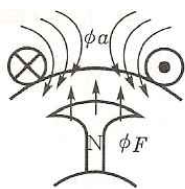
- 1) 기전력의 크기가 다를 경우



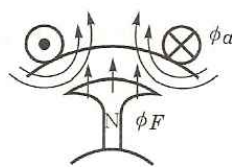
- ① $E_1 \neq E_2$ 이면 $\rightarrow$ 무효순환전류(무효회류) 발생
 $E_1 > E_2$ 이면

$$\text{무효순환전류 } I_s = \frac{E_1 - E_2}{2Z_s} = \frac{E_s}{j2X_s}$$

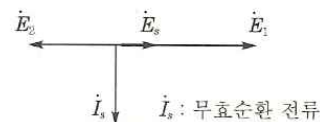
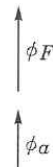
- ② 기전력이 큰 발전기 $\rightarrow$ 감자작용(유도성) $\rightarrow$ 전압 감소
- ③ 기전력이 작은 발전기 $\rightarrow$ 증자작용(용량성) $\rightarrow$ 전압 증가
- ④ 이 무효순환전류는 전기자의 동손을 증가시키고 과열소손의 원인



[감자작용]

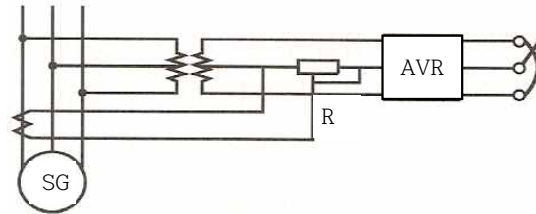


[증자작용]



[기전력의 크기가 다른 경우 전압 전류벡터도]

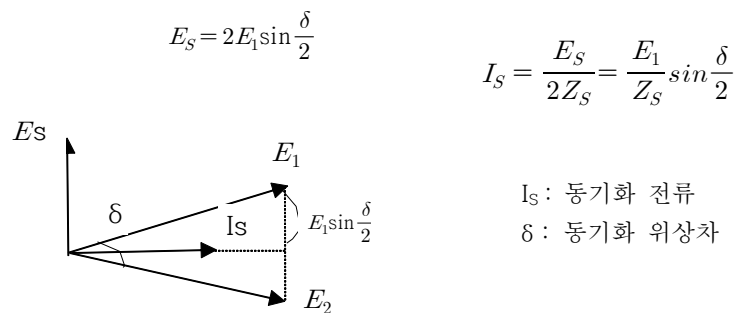
- ④ 대책 : 횡류 보상장치 내에 전압조정기(AVR)를 적용하여 출력전압을 정격전압과 일정하게 유지한다.



[횡류 보상장치]

2) 기전력의 위상이 같지 않을경우

- ① 두 기전력간 위상차를 줄이기 위한 동기화전류(유효횡류) 발생



- ② 위상이 늦은 발전기 → 부하가 감소 → 회전속도가 증가
 ③ 위상이 빠른 발전기 → 부하가 증가 → 회전속도가 감소
 ④ 즉, 두 발전기 위상이 같아지도록 작용한다.
 ⑤ 위상이 빠른 발전기는 부하증가로 과부하 발생 우려가 있다.
 ⑥ 대책 : 동기검정기를 사용하여 계통의 위상일치 여부를 검출한다.

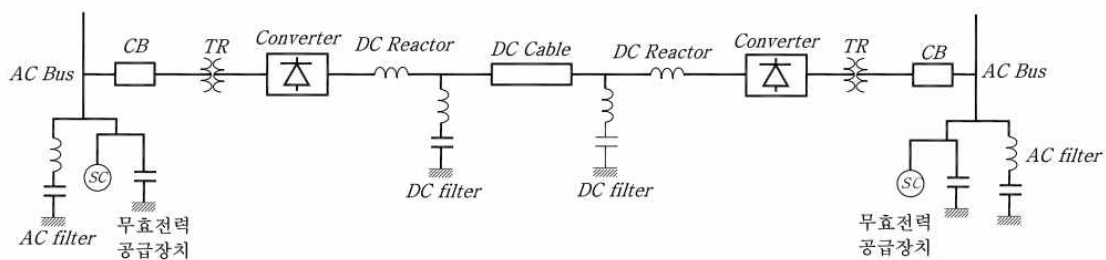
1-5. 직류송전의 장단점을 비교하여 설명하시오.

교재 상권 p676참고 (12장 신재생,분산형전원,신기술)

해설)

1. 개요

- 1) 직류송전방식이란 발전소에서 생산된 교류전력을 대용량 정류기를 이용하여 직류전력으로 변환하여 송전한 후 수전점에서 이를 교류로 재변환하여 부하측에 공급하는 방식을 말한다.



2) 직류송전의 국내적용현황

- (1) 해남~제주 간 (180kv 300MW급)
- (2) 진도~제주 간 (250kv 400MW급)
- (3) 복당진~고덕 간 (500kv 3.000MW급) 건설중
- (4) 동해안~수도권 간 (500kv 4.000MW급) 건설중

2. 직류송전(HVDC)의 장점

- 1) 교류에 비해 절연계급이 상대적으로 낮다 (절연비 경감)
교류전압의 파고값의 $1/\sqrt{2}$ 로 애자의 개수, 전선 소요량 경감
- 2) 송전효율이 높다
선로의 L이나 C에 의한 리액턴스 영향이 없으므로 전압강하 감소 및 무효전력, 표피 효과에 의한 손실이 없고 역률이 항상 1 이다
- 3) 안정도가 좋다
리액턴스, 위상각에 대해 고려할 필요가 없으므로
- 4) 비동기 연계 가능
전압의 크기만 같으면 주파수와 무관하게 비동기 연계가 가능
- 5) 전자파가 없어 유도장해 발생이 없다
- 6) 교번자계에 의한 전자력이 없어 기기소음이 없다
- 7) 대용량 장거리 송전에 유리

3. 단점

1) 대전류차단이 어렵다

교류는 Zero crossing이 있어 소호가 용이하지만 직류는 교류와 달리 일정한 크기의 전류가 지속적으로 흘러 차단이 어렵다.

2) 고가의 전력변환장치(콘버터,인버터,무효전력 보상장치등)가 필요

3) 전압변환이 불리하고 설비가 복잡하다

전압 승강압장치(DC/DC Converter)가 고가이고 효율이 떨어짐

4) 기타 문제점 및 해결과제

(1) 전압의 선택

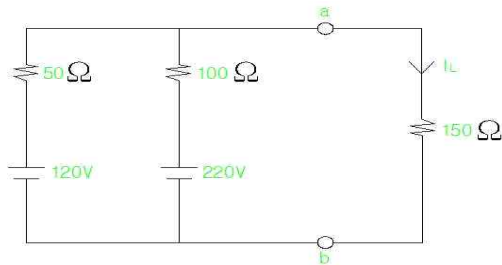
우리나라 교류 배전계통은 380/220V를 주로 사용하고 있다. 직류 계통의 전압은 어떻게 하는 것이 바람직한가에 대한 많은 논의가 필요하다.

(2) 접지방식 및 보호기술

직류 접지기술 및 지락보호방식 및 직류누설전류를 경제적으로 검출하는 기술의 연구개발이 필요

(3) 계통연계 및 신재생에너지와 연계기술

1-6. 다음 회로의 부하전류를 중첩의 정리를 이용하여 부하전류 I_L (A)을 구하시오.



해설)

1) 120V의 전압원 작용 시 부하에 흐르는 전류 I'

$$I' = \frac{120}{50 + \frac{100 \times 150}{100 + 150}} \times \frac{100}{100 + 150} = 0.44[A]$$

2) 220V의 전압원 작용 시 부하에 흐르는 전류 I''

$$I'' = \frac{220}{100 + \frac{50 \times 150}{50 + 150}} \times \frac{50}{50 + 150} = 0.4[A]$$

3) $\therefore I_L = I' + I'' = 0.44 + 0.4 = 0.84[A]$

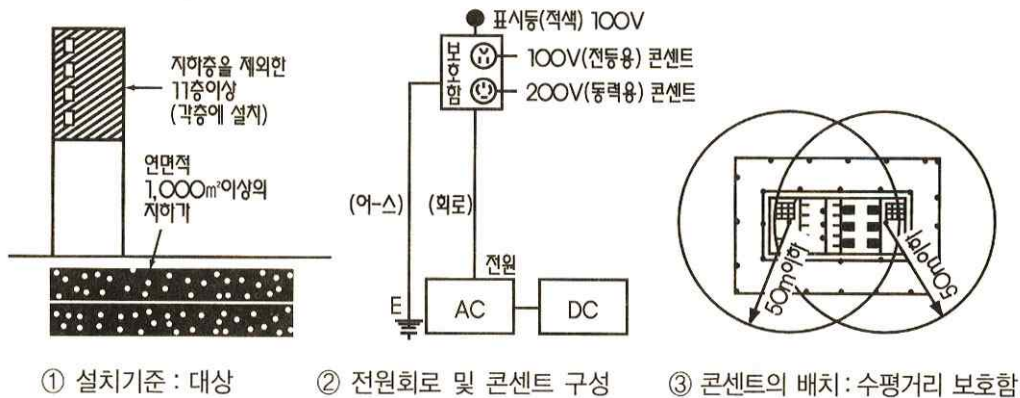
1-8. 소화활동설비용 비상콘센트설비의 설치 기준에 대하여 설명하시오.

화재안전기준 (NFSC 504) 참고

해설)

1.개요

- 비상콘센트설비는 화재시 소방대가 보유하고 있는 조명장치, 파괴기구 등을 접속하여 사용하는 전원설비로서 소화활동이 곤란한 11층 이상의 건물에 설치하여 소화 활동을 용이하게 하기 위한 설비이다.
- 화재안전기준(NFSC 504)



【 그림 1 비상콘센트 설비의 설치요령 】

2.비상콘센트 설비 설치대상

소방 대상물	기 준
1. 11층 이상 건물	11층 이상의 층
2. 지하 3층 이상으로 지하층 연면적이 1,000m ² 이상 건물	지하 전층
3. 지하가중 터널	길이 500m 이상인 것

3. 비상콘센트 전원설비 설치기준

- 설치위치
 - 11층 이상의 각 층 계단실, 비상용 엘리베이터 승강로비 또는 그 부근
 - 바닥에서 높이 1~1.5m 이하마다 설치
- 전원

① 상용전원

- 저압수전의 경우: 인입 개폐기 직후에서 분기하여 전용배선으로 할 것
- 특별수전 또는 고압수전의 경우: 전력용 변압기 2차측의 주차단기 1차측 또는 2차측에서 분기하여 전용배선으로 할 것.

② 비상전원

- 비상전원 대상
 - 7층 이상으로 연면적이 2,000㎡ 이상일 경우
 - 지하층의 바닥면적의 합계가 3,000㎡ 이상일 경우

③ 비상전원 종류

- 자가(自家)발전설비 또는 비상전원 수전설비로 설치할 것

④ 비상전원 면제

- 2이상의 변전소에서 전력을 동시에 공급받을 수 있을 때
- 하나의 변전소로부터 전력의 공급이 중단되는 때에는 자동으로 다른 변전소로 부터 전력을 공급받을 수 있을때

⑤ 비상콘센트의 전원회로

【 비상콘센트 상별 구분 】

구 분	전 압	용 량	극 수
3상	220V 또는 380V	3KVA 이상	4극 또는 3극 2극
단상	100V 또는 220V	1.5KVA 이상	

- 각층은 전압별로 전원회로가 2 이상이 되도록 할 것.
- 각층의 콘센트 분기점에 분기 배선용 차단기 보호함 안에 설치할 것
- 콘센트마다 배선용 차단기를 설치할 것
- 비상콘센트의 풀 박스(Pull box)는 방청도장을 한 것으로 1.6mm 이상의 철판으로 할 것
- 전용회로당 비상콘센트는 10개 이하일 것. 이 경우 전선의 용량은 각 비상콘센트의 공급량을 합한 것(최대 3개)으로 한다.

3. 비상콘센트 설치방법

1) 플럭접속기

플럭접속기란 콘센트 자체를 의미한다.

① 수량 및 배치

- 비상콘센트 배치
 - 아파트 또는 바닥면적이 1,000㎡ 미만인 층 : 1개 계단에서 5m 이내에 설치하되 계단이 2이상 있을 경우 그 중 1개의 계단을 말한다.
 - 바닥면적이 1,000㎡ 이상인 층 (단, 아파트 제외) : 2개 계단에서 5m 이내에 설치하되 계단이 3 이상 있는 층의 경우 그 중 2개의 계단을

말한다.

- 비상콘센트의 수평거리
 - 지하가 또는 지하층의 바닥면적의 합계 3,000㎡ 이상 : 25m 이내
 - 기타 소방대상물 : 50m 이내
 - 3이상 = 접지형 3극 플럭 접속기 (KSC 8305) 사용
 - 1이상 = 접지형 2극 플럭 접속기 (KSC 8305) 사용
- 바닥으로부터 높이 1M 이상 1.5m 이하의 위치에 설치
- 칼받이 접지극에는 접지공사를 실시

2) 보호함

- ① 매입시 보호함 안에 콘센트 설치
- ② 보호함 상부에 적색 표시등 설치
- ③ 보호함 표면에 비상콘센트 라고 표시

3) 배선

- ① 전원회로의 배선은 내화배선으로, 그 밖의 배선은 내화배선 또는 내열배선으로 한다.
- ② 규정에 의한 내화배선 및 내열배선에 사용하는 전선의 설치방법은 소방기술기준에 관한 규칙 별표 4의 2의 기준에 의한다.

1-9. 주택용 분전반 설치장소 선정 시 고려사항을 설명하시오.

판단기준 제171조 참고

해설)

1. 주택용 분전반 관련 판단기준 개정 (2018.3.9.)

현 행	개 정
제171조(옥내에 시설하는 저압용 배분전반 등의 시설) ① 옥내에 시설하는 저압용 배·분전반의 기구 및 전선은 쉽게 점검할 수 있도록 하고 다음 각 호에 따라 시설할 것. 1. (생략) 2. (생략) 3. <u>주택용 분전반의 구조는 KS C 8326(2016)</u> “7. 구조, 치수 및 재료”에 의한 것일 것. 4. 옥내에 설치하는 배전반 및 분전반은 불연성 또는 난연성의 <u>것이거나, 불연성 물질을 바른 것 또는 동등이상의 난연성</u>[KS C 8326(2007)의 8.10 캐비닛의 내연성 시험에 합격한 것을 말한다]이 있도록 시설할 것.	제171조(옥내에 시설하는 저압용 배분전반 등의 시설) ① 옥내에 시설하는 저압용 배·분전반의 기구 및 전선은 쉽게 점검할 수 있도록 하고 다음 각 호에 따라 시설할 것. 1. (현행과 같음) 2. (현행과 같음) 3. <u>주택용 분전반은 노출된 장소(신발장, 옷장 등의 은폐된 장소는 제외한다)에 시설하며 구조는 KS C 8326</u> “7. 구조, 치수 및 재료”에 의한 것일 것. 4. 옥내에 설치하는 배전반 및 분전반은 불연성 또는 난연성(KS C 8326)의 “8.10 캐비닛의 내연성 시험”에 합격한 것을 말한다]이 있도록 시설할 것.
	부 칙 제1조 (시행일) 이 공고는 공고한 날로부터 시행한다. 제2조 (경과조치) 제171조(옥내에 시설하는 저압용 배분전반 등의 시설)제1항제3호는 이 공고 시행당시 이미 시설되어 있거나 건축법 제11조(건축허가), 제14조(건축신고), 주택법 제15조 (사업계획의 승인)에 따라 사업승인, 건축허가·신고를 받은 것에 대하여는 종전의 기준을 따를 수 있다.

2. 적용 대상

주택법 제2조에 따른 '주택'과 '준주택'

- 1) 주택 : 단독주택과 공동주택
- 2) 준주택 : 기숙사, 고시원, 노인복지주택, 오피스텔
 - 주택법 시행령 제4조에 따른 준주택 / 건축법 시행령 별표 1
 - 주택용차단기 사용 장소와 동일 적용

3. 적용 방법

(주택용 분전반) 노출된 장소 시설하며, 불연성 또는 난연성일 것

- 1) 노출된 장소 : 주택용 분전반을 눈으로 바로 확인할 수 있는 장소로 은폐되지 않은 벽면 등
- 2) 은폐된 장소 : 주택용 분전반을 눈으로 바로 확인할 수 없는 장소로 신발장, 옷장, 창고, 드레스룸 등
- 3) 미관을 위한 주택용 분전반 인테리어
주택용 분전반을 미관상 인테리어할 경우 아래 사항을 모두 만족할 것
 - ① 분전반 캐비닛(내부 기기를 넣은 용기로 커버가 붙은 것과 도어가 붙은 것)과 도어 사이 물건을 적재할 공간이 없을 것
 - ② 도어(캐비닛의 앞면을 덮도록 경첩으로 박스등에 지지되어 이것을 개폐 할 수 있는 부분) 겉면에 분전반 표시를 할 것
 - ③ 주택용 분전반에 사용되는 인테리어 소재(캐비닛, 도어 등 분전반 인테리어에 사용되는 재료)가 판단기준 제171조 제1항 제4호의 불연성 또는 난연성일 것
- 4) 주택용 분전반의 인증(KS 등) 여부
인증제품이 아니어도 KS C 8326의 7. 구조, 치수, 재료에 따른 경우 설치 가능

1-10. 유도전동기의 명판에 표시된 전압보다 인가 전압이 10%, 90% 일 때의 전동기 기동토크, 기동 전류, 슬립, 온도상승에 대하여 설명 하시오.

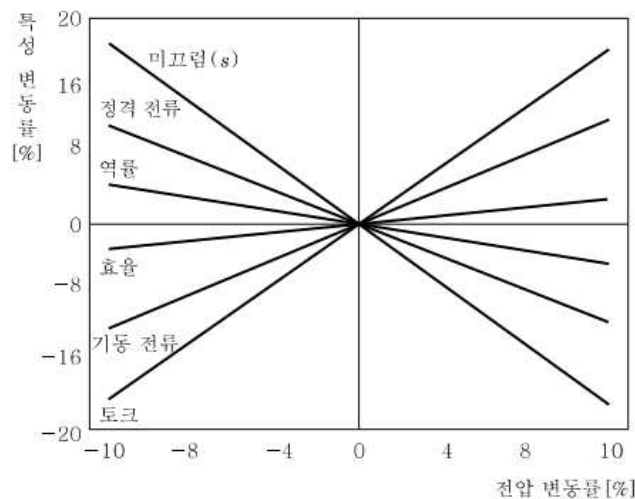
해설)

1. 개요

유도 전동기에서 전압 변동이 $\pm 10\%$ 인 경우 실제 사용하는 데 지장은 없다. 그러나 전동기 토크는 전압의 2제곱에 비례하여 증가하기 때문에 전압 강하 정도에 따라서는 기동 시간이 오래 요구되는 경우부터 기동 불능까지 여러 가지 문제가 발생한다.

2. 유도 전동기 전압 특성

- 1) 전압이 10[%] 감소하게 되면 시동 및 최대 토크가 20[%] 저하
- 2) 정격 토크로 운전할 때 전부하 효율이 2[%] 감소하게 되고 속도도저하
- 3) 자냉식일 경우 온도가 6~7[%] 상승
- 4) 절전과 관련하여 주목할 것은 효율 저하
- 5) 정격 전압이 얻어지지 않을 경우 원인을 분석하여 변압기 탭 조정이나 역률 향상 등을 통해 정격 전압을 유지하도록 해야 한다.



|| 유도 전동기 전압 특성 ||

3. 전압변동에 의한 특성 영향

구분		전압의 영향 (하기에 비례)	전압 90[%]	전압 110[%]	전압 120[%]
기동 토크, 최대 토크[%]		V^2	-19	+21	+44
미끄럼(s)[%]		$1/V^2$	+23	-17	-30
효율	전부하	-	-2	+0.5~1	조금 증가
	3/4 부하	-	거의 변화 없음	거의 변화 없음	-0.5~2
역률	전부하	-	+1	-3	-5~15
	3/4 부하	-	+2~3	-4	-10~30
전부하 전류[%]		-	+11	-7	-11
기동 전류[%]		-	-10~12	+10~12	+25
온도 상승[%]		-	+6~7	-3~4	-5~6
최대 부하 용량[%]		V^2	-19	+21	+44
자기 소음[%]		-	약간 감소	약간 증가	매우 증가

1-11. 1.5 kV 이하 직류 가공전선로의 시설방법에 대하여 설명하시오.

판단기준 제152조의2 참고

해설)

제152조의2(1.5 kV 이하 직류 가공전선로의 시설) 사용전압 1.5 kV 이하인 직류 가공전선로는 다음과 같이 시설하여야 하며 이 조에서 정하지 않은 사항은 관련 판단기준을 준용하여 시설하여야 한다.

- 1) 전로의 전선 상호간 및 전로와 대지 사이의 절연저항은 기술기준 제52조의 표에서 정한 값 이상이어야 한다.
- 2) 가공전선로의 접지시스템은 KS C IEC 60364-5-54에 따라 시설하여야 한다.
- 3) 전로에 지락이 생겼을 때에는 자동으로 전선로를 차단하는 장치를 시설하여야 하며 IT 계통인 경우에는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다.
 - ① 전로의 절연상태를 지속적으로 감시할 수 있는 장치를 설치하고 지락 발생 시 전로를 차단하거나 고장이 제거되기 전까지 관리자가 확인할 수 있는 음향 또는 시각적인 신호를 지속적으로 보낼 수 있도록 시설 하여야 한다.
 - ② 한 상의 지락고장이 제거되지 않은 상태에서 다른 상의 전로에 지락이 발생했을 때에는 전로를 자동적으로 차단하는 장치를 시설하여야 한다.
- 4) 전로에는 과전류차단기를 설치하여야 하고 이를 시설하는 곳을 통과하는 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 한다.
- 5) 낙뢰 등의 서지로부터 전로 및 기기를 보호하기 위해 서지보호장치를 설치하여야 한다.
- 6) 기기 외함은 충전부에 일반인이 쉽게 접촉하지 못하도록 공구 또는 열쇠에 의해서만 개방할 수 있도록 설치하고, 옥외에 시설하는 기기 외함은 충분한 방수 보호등급(IPX4 이상)을 갖는 것이어야 한다.
- 7) 가공 전선로와 건조물·저고압 가공전선·가공약전류전선 등의 높이와 이격거리는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다.
 - ① 사용전압이 750V 이하인 가공 전선로는 제72조, 제74조, 제75조, 제77 조, 제79조부터 제84조, 제87조, 제89조부터 제94조, 제97조, 제100조, 제101조의 저압 전선로의 규정에 따라 시설하여야 한다.
 - ② 사용전압이 750V를 초과하고 1,500V 이하인 가공 전선로는 제72조부터 제76조, 제78조부터 제83조, 제85조, 제86조, 제88조부터 제91조, 제95 조, 제98 조, 제102조의 고압 전선로의 규정에 따라 시설하여야 한다.
- 7) 교류 전로와 동일한 지지물에 시설되는 경우 직류 전로를 구분하기 위한 표시를 하고, 모든 전로의 종단 및 접속점에서 극성을 식별하기 위한 표시(양극 - 적색, 음극 - 백색, 중점선/중성선 - 청색)를 하여야 한다.

1-12. 아크차단기(AFCI : Arc Fault Circuit Interupter)에 대하여 설명하시오.

해설)

1.개요

아크는 일반적으로 “전극에서 일부 휘발현상이 수반되며 절연체 사이에서 연속적으로 빛을 발하는 방전현상임

2.아크차단기의 구성과 동작원리

1) 단상 아크 차단기의 구성도

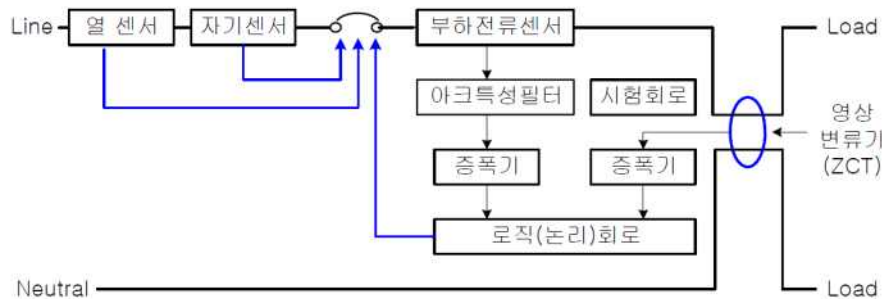


그림) 아크차단기의 구성도

2) 동작원리

- ① 열 센서(Thermal Sensor)와 자기 센서 (Magnetic Sensor)는 재래식 차단기와 동일하고 영상변류기 (ZCT)는 지락 전류를 감지하여 차단하기 위한 것으로 현재 사용되고 있는 누전 차단기 (ELCB: Earth Leakage Circuit Breaker)에 내장된 것과 동일한 기능을 가짐.
- ② 부하전류 센서 (Load Current Sensor)는 아크 파형의 주파수 만을 통과 시키는 아크 필터로 보내지고, 아크 필터의 출력은 증폭기를 거쳐 논리회로 (Logic Circuit)로 보내짐
- ③ 논리회로에서는 불안정한 파형의 존재 여부를 판단하여 회로를 차단해야 한다고 판단되면 차단기 접점을 개방하기 위한 솔레노이드를 여자 시킴

3. 아크차단기의 필요성

- 1) 현 과전류 차단기는 일반적으로 열식과 자기식의 두 가지 차단 기능을 가지며 열식은 과전류에 의해서 발생하는 열량에 의해서 바이메탈이 굽어져서 접점을 개폐하여 회로를 차단하는 방식이고, 다른 하나는 단락 전류에 의해서 회로에 정격 전류의 보통 10 배 정도의 고장 전류가 흐를 때 발생하는 전자기력에 의해서 회로를 차단하는 방식임.
- 2) 이러한 차단방식으로는 정격전류 이하의 전류로 발생하는 아크는 감지할 수가 없기 때문에 이러한 아크를 감지해서 회로를 차단하는 아크 차단기가 필요하게 됨.

4. 아크차단기의 특징

- 1) 아크는 모두 일반 전류파형과는 다른 독특한 전류 특성과 파형을 가짐
(위험이 많은 아크는 주기적이지도 않고 반복적이지도 않으며 정현파도 아님)
- 3) 아크 차단기의 내부 회로는 이러한 전류 흐름을 연속적으로 감시하여, 정상전류와 아크를 구별하는 탐지회로가 내장되어 있다
- 4) 아크 차단기가 불필요한 또는 위험한 아크를 감지하면 내부 제어 회로에서 접점을 트립 시켜 회로를 차단함으로써 화재를 예방하는 것임.
- 5) 위험이 많은 아크를 탐지하는 방법에는 특정 주파수, 불연속성, 전류 파형의 불일치성을 감시하는 방법 등과, 아크의 지속시간, 반 사이클의 크기, 아크 전류가 증가 또는 감소하는 변곡점 등을 이용함

5. 아크의 특성

1) 직렬 아크

- ① 부하를 직렬로 연결한 전로가 파손되었을 때 발생.
- ② 아크는 파손된 간극 사이에서 발생하여 국부적으로 발열.
- ③ 직렬 아크가 발생했을 때 전류의 크기는 접속된 부하에 따라 다름.
- ④ 전류는 일반적으로 과전류 차단기의 정격 전류보다 작으므로 재래식 차단기로는 차단불가.
- ⑤ 주로 전선의 불완전한 접속이나 콘센트 등에서의 접속 불량 등의 원인

2) 병렬 아크

- ① 극성이 다른 두 도체 사이의 절연 불량으로 인해서 전로가 형성될 때 발생
- ② 고장 전류와 고장 임피던스에 따라 그 크기가 달라짐
- ③ 고장 임피던스가 매우 작으면 큰 전류가 흘러서 과전류 차단기가 회로를 차단하여 보호가능하나 고장 임피던스가 커서 과전류 보호장치를 동작시킬 수 있는 정도의 전류가 흐르지 않으면 과전류 보호장치는 동작하지 않으므로 보호가 불가능하게 되고, 이때 아크에 의한 용융 금속 입자가 인접 가연물을 점화 시킬 우려가 커지게 된다
- ④ 일반적으로 누설→트래킹→아크의 3 단계를 거쳐서 발생한다.
- ⑤ 병렬 아크 사고에 의한 에너지가 직렬 아크 사고에 의한 것보다 더 크기 때문에 일반적으로 병렬 아크 사고가 더욱 위험.

6. 결론

- 1) 미국에서는 2002년부터 NEC규격에 아크차단기 설치 법제화하고 일반주택의 주방,침실, 거실등에 의무설치
- 2) 미 NFPA통계에 의하면 아크차단기 설치후 화재건수가 65%이상 감소된 것으로 나타남
- 3) 따라서 국내에서도 현재 사용중인 배선용 차단기나 누전차단기로는 전기화재를 예방하는데 한계가 있음을 인지하여 특히 화재 위험장소에는 아크 차단기 설치의 의무화를 고려해 볼 필요가 있다

1-13. 전기저장장치(ESS) 화재 원인 및 안전강화 대책 발표(2019. 06. 1)에 따라 20 kWh를 초과하는 리튬·나트륨·레독스플로우 계열의 이차전지를 이용한 전기저장장치 사용전검사 시 2019. 06. 20부터 적용된 추가 검사 항목 중 공통사항을 설명하시오.

해설)

1. 적용대상

20kWh를 초과하는 리튬·나트륨·레독스플로우 계열의 이차전지를 이용한 전기저장장치에 적용

2. 공통사항

- 1) 이차전지는 전력변환장치 등의 다른 전기설비와 분리된 격실에 설치할 것. 다만, 제어장치(제어기, 보호장치 등) 및 보조장치(공조설비, 조명설비 등) 등은 그러하지 아니함.
또한, 이차전지 격실의 벽면은 전체 전기저장장치 설치 장소의 벽면 재료와 동등하거나 그 이상의 방화 성능을 가져야 하고, 격실 내부에는 가연성 물질을 두지 말 것.
- 2) 전기저장장치 설치장소에는 제조사가 권장하는 온도·습도·수분(결로, 누수 등)·분진 등 적정 운영환경을 상시 유지할 것.
- 3) 전기적 충격으로부터 직류전로를 보호하기 위하여 적정 규격의 과전류차단장치(차단기 또는 퓨즈) 및 지락차단장치(누전차단기 또는 절연감시장치)를 설치할 것.
- 4) 낙뢰 및 고전압노이즈(CMV) 등 이상전압으로부터 주요설비를 보호하기 위해 직류전로에 적정용량의 서지보호장치(SPD)를 설치할 것.
- 5) 제조사가 정하는 규격 이상의 과전압, 과전류, 지락전류, 과충전, 과방전, 온도 상승, 냉각장치 고장, 통신불량 등 긴급상황이 발생한 경우에는 관리자에게 경보하고 전기저장장치를 정지시킬 수 있는 비상정지장치를 설치할 것. 이 경우 비상정지 및 재가동 과정에서 설비간 위해가 발생하지 않도록 할 것.
- 6) 전기저장장치가 설치되는 장소는 지표면을 기준으로 높이 22m 이내로 하고, 해당건물의 출구가 있는 바닥면을 기준으로 깊이 9m 이내로 할 것.
- 7) 전기저장장치의 운영 정보 및 '5)'항의 긴급상황 관련 계측 정보 등은 이차전지실 외부의 안전한 장소에 전송되어 최소 1개월 이상 별도로 보관될 수 있도록 설치할 것.
- 8) 이차전지의 충전률(SOC: State Of Charge)은 제조사가 권장하는 범위로 설정하여 운용하고, 만(滿)충전 후 추가 충전은 금지할 것.

3. 전기저장장치를 일반인이 출입하는 건물의 부속공간에 설치하는 경우

- 1) 전기저장장치 설치장소는 '건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙' 제3조에 따른 내화구조일 것.
- 2) 이차전지 랙당 용량은 50kWh 이하로 하고, 건물 내 설치 가능한 이차전지의 총 용량은 600kWh 이하로 할 것.

- 3) 이차전지는 금속함 내에 설치하며, 이차전지 랙간 및 랙과 벽과 사이는 1m 이상 이격하거나, '건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙' 제3조에 따른 내화구조의 벽을 삽입할 것.
- 4) 전기저장장치 시설은 다른 시설로부터 1.5m 이상 이격하고, 출입구나 피난계단 등 대피시설과 3m 이상 이격할 것.

4. 전기저장장치를 전용건물에 별도 설치하는 경우

- 1) 전기저장장치를 전용건물, 컨테이너 등에 설치하는 경우 전기저장장치 설치장소의 벽면재료(단열재 등)는 '건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙' 제6조에 따른 불연재료 일 것.
- 2) 이차전지는 벽면으로부터 1m 이상 이격할 것. 단, 옥외의 위치한 전용의 컨테이너에 설치된 경우에는 규정에 의하지 아니할 수 있음.
- 3) 전기저장장치 설치장소는 다른 건물이나 시설로부터 1.5m 이상 이격하고, 다른 건물의 출입구나 피난계단 등 대피시설과 3m 이상 이격할 것.

2-5. 조명설비설계에 대하여 아래의 내용을 설명하시오.

- 1) 전반조명 설계(광속법)절차
- 2) 명시적 조명과 장식적 조명
- 3) 평균조도 계산방법 중 3배광법과 ZCM(구역공간법) 비교

해설)

2) 명시적 조명과 장식적 조명

항목	명시적 조명	장식적 조명(분위기조명)
조명의 조건	물체의 보임,피로낮춤	미적,심리적분야 중시
조도	적당한 밝기(경제성고려)	상황에따라 다양한 조명연출
휘도분포	균일한 조도(균제도 중시)	계획적인 배분
눈부심	광원 및 반사면에 의한 눈부심이 적을수록 좋다	주위를 끌 수 있는 의도적 눈부심 필요
그림자	없을수록 좋다	의도적인 입체감,원근감 표현에 필요
미적효과	단순한 기구형태로 간단한 기하학적배열이 좋다	계획된 미의 배치 및 조합이 필요
심리적효과	맑은날 옥외의 감각이 좋다	사용목적에 따라 다른 감각 필요
경제성	광속과 비용을 비교	조명효과와 비용을 비교

2-6. 건축물 배선설비의 선정과 설치에 고려할 외적 영향에 대하여 10 가지만 설명하시오

교재 하권 p7 참고 (13장 전력간선)

KSC IEC 60364-5-52, 내선규정 제 5300절 참고

해설)

1. 개요

1. 배선설비 선정과 시공시 IEC 60364-1의 기본원칙(감전예방, 열적영향, 과전류, 고장전류, 과전압에 대한 보호)에 대한 적용이 고려되어야 함
2. 관련규정 : KSC IEC 60364-5-52, 내선규정 제 5300절

2. 배선설비의 공사방법

1. 전선과 Cable 종류에 따른 공사방법

전선, 케이블 공사방법		고정안함	직접고정	전선관	케이블 트렁킹	케이블 덕트	케이블 래더, 트레이, 브라켓	애자 사용	지지용 선
나전선		X	X	X	X	X	X	O	X
절연전선		X	X	O	O	O	X	O	X
외장	다심	O	O	O	O	O	O	-	O
케이블	단심	-	O	O	O	O	O	-	O

O : 사용, X : 사용불가, - : 적용안함(실용상)

2. 시설상황에 따른 공사방법

건물 빈공간, 케이블 채널, 지중, 콘크리트 매설, 노출설치, 가공, 수중 등의 시설상황 고려(표 52G에 따름)

3. 외적영향

1. 주위온도(AA), 2. 외부열원, 3. 물의 존재(AD), 4. 침입 고형물 존재(AE)
5. 부식 또는 오염물질 존재(AF), 6. 충격(AG), 7. 진동(AH), 8. 기계적 응력(AJ)
9. 식물과 곰팡이 존재(AK), 10. 동물의 존재(AL), 11. 태양방사(AN)
12. 지진의 영향(AP), 13. 바람의 영향(AR)
14. 가공 또는 장시간 보관된 자재특성(BE), 15. 건축물의 설계(CB)

(외적영향 10가지 설명)

1. 주위온도(AA)

배선설비는 그 사용 장소의 최고 주위온도와 최저 주위온도 사이의 모든 온도에 대하여 적절하고 통상 운전에서 제한온도(최대 연속운전온도를 의미) 및 고장 시 제한온도를 초과하지 않도록 선정과 설치를 하여야 한다.

2. 외부열원

외부 열원으로부터의 악영향을 피하기 위해 다음 대책 중 하나 또는 이와 동등이상의 유효한 방법을 강구하여 배선설비를 보호해야 한다.

- 1) 차폐
- 2) 열원으로부터의 충분한 이격
- 3) 발생할 우려가 있는 온도상승에 대해 충분히 고려한 구성품의 선정
- 4) 단열 절연슬리브접속(sleving) 등 절연재료의 국부적 강화

3. 물의 존재 또는 높은 습도(AD)

배선설비는 고형물의 침입에 의해 일어날 수 있는 위험을 최소화할 수 있도록 선정과 설치를 해야 한다. 설치가 완성된 배선설비는 개별 장소에 알맞은 IP 보호등급에 적합해야 한다.

4. 침입고형물의 존재(AE)

배선설비는 고형물의 침입에 의해 일어날 수 있는 위험을 최소화할 수 있도록 선정과 설치를 해야 한다. 설치가 완성된 배선설비는 개별 장소에 알맞은 IP 보호등급에 적합해야 한다.

5. 부식 또는 오염물질의 존재(AF)

- 1) 물을 포함하는 부식 또는 오염물질의 존재가 부식이나 열화의 우려가 있는 경우 배선설비가 영향을 받을 수 있는 해당 부분은 이들 물질에 견딜 수 있는 재료로 적절히 보호하거나 제조해야 한다.

적절한 보호방식에는 보호테이프, 도장 또는 그리스 도포를 포함한다.

- 2) 전해작용이 일어날 우려가 있는 서로 다른 금속은 상호 접촉에 의한 영향을 피할 수 있도록 해야 한다.

6. 충격

배선설비는 설치, 사용 또는 보수 중에 충격, 관통, 압축 등의 기계적 응력 등에 의해 발생하는 손상을 최소화 하도록 선정과 설치를 해야 한다.

7. 진동(AH)

중간 가혹도(AH2) 또는 높은 가혹도(AH3)의 진동을 받은 기기의 구조체에 지지 또는 고정하는 배선설비는 특히 케이블과 그 접속부에 대해 이들 조건에 적절히 대비한다.

진동기기에 접속은 부분적으로 유연성 배선설비 등을 선택하는 등 특별히 주의한다.

8. 태양 방사 및 자외선 방사(AN)

경험 또는 예측에 의해 영향을 줄 만한 양의 태양복사 또는 자외선이 있는 경우 조건에 맞는 배선설비를 선정하여 시공하거나 적절한 차폐를 해야 한다. 다만, 이온 방사선을 받는 기기에 특히 주의가 필요하다.

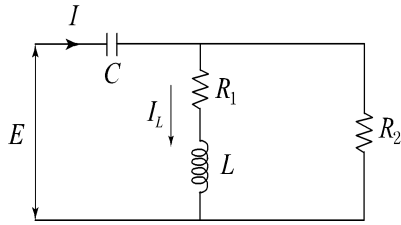
9. 지진의 영향(AP)

- 1) 해당 시설장소의 지진에 의한 위험을 고려한다
- 2) 경험한 지진에 의한 위험도에 따라 특히 다음 사항에 주의를 기울여야 한다.
 - 배선설비를 건축구조체에 고정
 - 안전설비 등 모든 중요한 기기와 고정배선 사이를 접속하고 유연성을고려

10. 바람의 영향

전도의 영향과 기타 기계적 응력을 참조

3-2. 그림과 같은 회로에서 인덕터 L에 흐르는 전류가 교류전원 전압 E와 동상이 되기 위한 저항 R2 값을 구하시오.



교재 하권 p643 참고 (아래와 같이 교재 정정요함)

해설)

회로에 흐르는 全電流를 I , L 에 흐르는 전류를 I_L 이라 하면,

$$I = \frac{E}{\frac{1}{j\omega C} + \frac{R_2(R_1 + j\omega L)}{R_2 + R_1 + j\omega L}} \quad I_L = I \times \frac{R_2}{R_2 + R_1 + j\omega L}$$

$$\text{위의 두 식에서 } I_L = \frac{E}{\frac{R_1 + R_2 + j\omega L + j\omega C R_2(R_1 + j\omega L)}{j\omega C(R_1 + R_2 + j\omega L)}} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2 + j\omega L}$$

$$= \frac{E \cdot R_2}{\frac{R_1}{j\omega C} + \frac{R_2}{j\omega C} + \frac{L}{C} + R_2(R_1 + j\omega L)}$$

$$= \frac{E}{-j \frac{1}{\omega C} \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) + \frac{L}{R_2 C} + R_1 + j\omega L}$$

여기서 전압과 L 에 흐르는 전류가 동상이 되려면 분모의 허수부가 0가 되어야 함

$$\therefore -j \frac{1}{\omega C} \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) + j\omega L = 0$$

$$-j \frac{1}{\omega C} \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) = -j\omega L$$

$$1 + \frac{R_1}{R_2} = \omega^2 LC, \quad \frac{R_1}{R_2} = \omega^2 LC - 1$$

$$\therefore R_2 = \frac{R_1}{\omega^2 LC - 1}$$

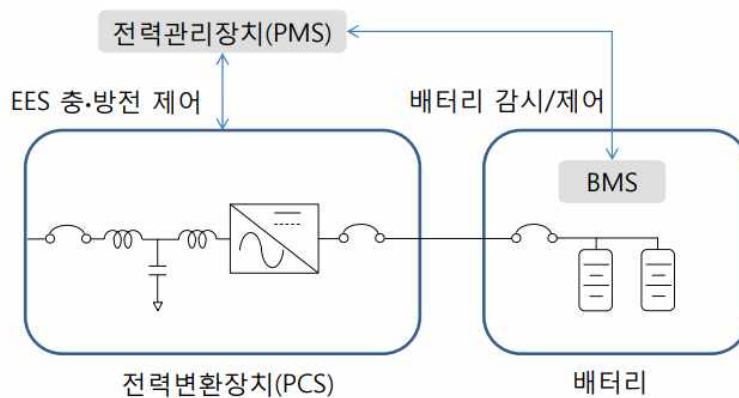
3-3. 3상 유도전동기에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.

해설)

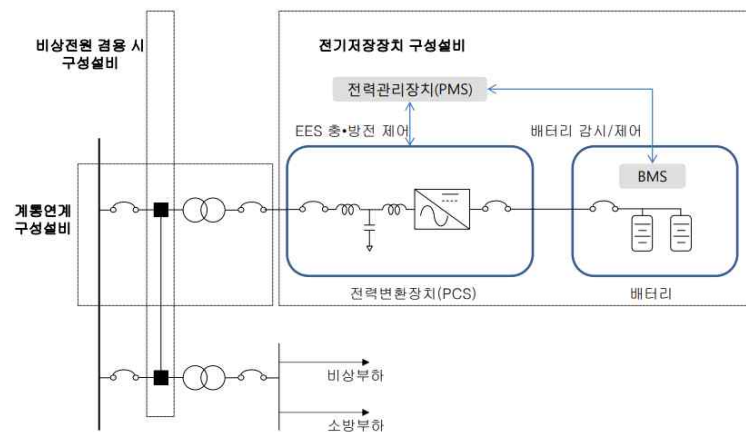
1) 기동방식 선정 시 고려사항 2) 농형 유도전동기 기동법

교재 하권 p107,115 참고 (14장 전동기제어)

3) Y-△기동법 적용 시 비상전원검용 전기저장장치에 미치는 영향 및 대책



❖ 비상전원 검용 전기저장장치 구성요소



1) 전기저장장치에 미치는 영향

① Open Transition 방식에서는 Y에서 △로 전환시 돌입전류로 인한 순시전압강하 발생하여 전기저장장치 작동 정지

② 계통연계 불안정

2) Y-△기동 적용시 전기저장장치 대책

① 순시전압강하를 고려한 충분한 용량을 선정한다.

② 중, 대용량 전동기는 기동방식을 Crossed Transition 방식으로 한다.

3-4. 그린 데이터 센터에서 전기설비의 효율을 높이기 위한 구축 방안에 대하여 설명하시오.

해설)

1. 개요

최근의 데이터센터는 전기 에너지를 과도하게 사용하고 있기 때문에 전력 소모량을 줄일 수 있는 방법이 많이 나오고 있다. 여기서는 전기부문의 설계 시에 효율이 높은 장비를 선정하는 방법과 전기설비의 구성과 장비가 적합한지를 판단하는데 필요한 사항을 제시한다.

2. 그린 데이터센터의 전기설비 효율을 높이기 위한 구축방안

1) 수배전 및 변전 시스템

- 최대수요 전력관리 장치 사용
- 고효율 수배전반 사용
- 고효율 변압기 사용(레이저코아 또는 아몰퍼스코아 변압기)
- 효율이 높은 K-Factor-7 이하 변압기를 사용
- Surge Protector(TVSS) 사용
- 능동형 Active-filter 사용하여 고조파 및 역률 보상 등 전원의 품질향상 및 전력손실 절감
- Tuned & De-tuned filter(고조파 개선 및 역률 개선) 사용
- 부하감시 및 예측이 가능하도록 변압기별 전력량계를 설치
- 전력을 효율적으로 이용하고 최대수용전력을 합리적으로 관리하기 위해 최대수요 전력 제어설비를 채택

2) 비상 발전 시스템

발전기의 방식은 전기적 특성의 우수성, 진동이나 소음, 기타 환경적 측면에서 디젤보다는 가스터빈이 유리하다

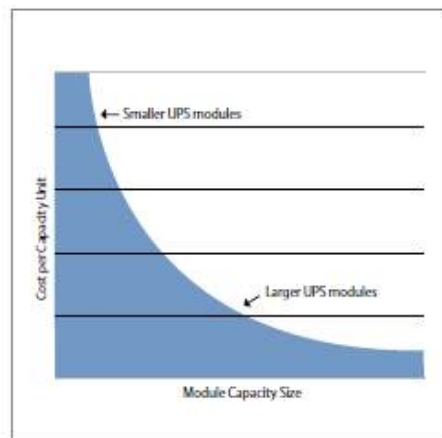
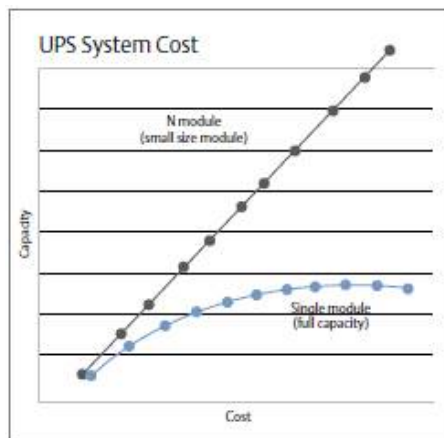
3) UPS/배터리 시스템

- 가용성 확보 차원에서 백업 시간을 30분 이상으로 늘리는 것은 불필요하다. 따라서 현장상황에 따라 15분에서 20분 정도로 설계하는 것이 바람직하다.
- 이중화 구성으로 가용성과 안정성을 높여야 한다. 과도한 용량은 비용이 많이 들고 에너지 사용량이 많다. 증설 계획에 의한 적절한 용량선정이 필요하다.
- 제품의 구성사상은 Line-interactive 및 Delta conversion 방식이 에너지 효율이 높다.
- 발전기의 구성 방식(용량의 여유량 등) 및 발전기 기동의 안정성 여부에 의하여 Flywheel 방식의 UPS를 검토할 수 있다. 이 경우에 배터리의 설치가 불필요하다.
- 고조파를 제거할 수 있는 제품이어야 한다.
- 입력 역률(PF) 0.85 이상의 제품으로 선정한다.
- 94% 이상의 효율을 갖는 제품으로 선정한다.
- 배터리는 친환경 제품(유해물질 및 중금속 미함유)으로 선정한다.

○ UPS/배터리 시스템 구성방안

구분	설명	버스 연결
SMS	단일 모듈 UPS 구성. 예비 없음.	단일
1+1	병렬로 2개 UPS 모듈 운전	단일
1+N	1개 UPS에 추가로 N(예비 위한 UPS 모듈 숫자). 각 모듈이 따로 내부 바이패스를 가짐	단일
N+1	N(필요한 UPS 모듈 숫자)에 추가로 한 개의 예비 모듈. 상당히 높은 가용성을 가지며, N은 보통 3 이하임. N + 1 시스템은 전체 구성의 바이패스를 가짐	단일
이중버스 또는 2N or 2(N+1)	2개 UPS 시스템이 2개의 독립적인 배전을 함. UPS 출력 버스는 동기가 맞아야 함. 각각의 버스는 구성에 예비 모듈이 있으며 2(N+1) 구성이라고 함.	이중

UPS 구성에서, 모듈이 커질수록 kW(용량)에 대한 비용은 적어진다. 예를 들어서 100kW 용량의 UPS를 한 대 구매하는 것 보다 10kW 용량의 UPS 모듈을 10개로 구성하는 것이 더 비싸다. 다음의 그림은 모듈의 크기에 따른 kW당 비용의 변동을 나타낸다.



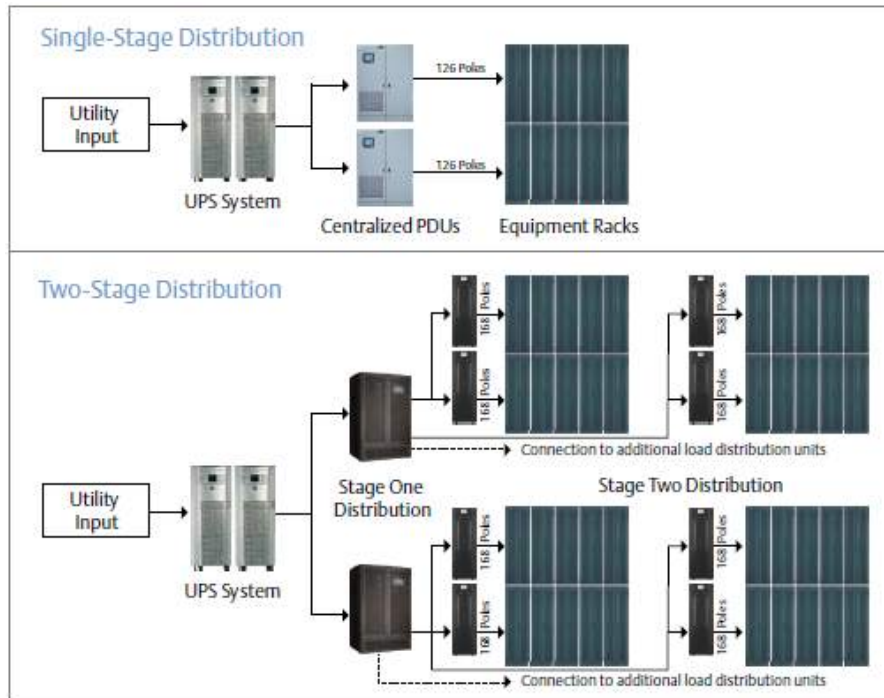
4) 자동제어 시스템

- 전력제어 : 전력 Demand 제어. 월간/연간 에너지 사용 조사 및 분석
- 조명제어 : 창측 점멸 제어, 주광제어 센서, 조광(Dimming)제어, 스케줄 제어 및 존(Zone) 제어
- 설비감시시스템(FMS)는 자동제어와 달리 감시(모니터링)가 주된 기능이다. 데이터센터에 특화된 장비 인터페이스와 사용자 인터페이스가 특징이다.
- FMS를 이용하여 sub-분전반의 차단기 단위까지 전력 사용량을 감시하여, 서버 랙의 전력량을 감시하고 제한할 수 있다.

5) 분전반

- 4kW 이하의 전력량을 갖는 서버 랙에는 일반적으로 각각의 랙에 단상 전원을 공급
- 4kW 이상일 경우에는 계량이 가능한 랙 타입 분전반(metered PDU)에 삼상전원을 직접 공급하는 것이 보다 효율적임

- Two-Stage 분전반은 Single-Stage 분전반에 비해 요건에 의한 분기회로 적용을 쉽게 만드는 반면에 서버 랙에 더 많은 수의 분기회로를 제공한다.



- 분전반에서 각각의 서버 랙에 전원을 공급하는 방식보다 전원 선을 줄일 수 있어서 이중마루 하단의 풍량을 높일 수 있다.
 - 로드 밸런스를 유지하여 고조파를 줄이고 중성선 발열을 줄일 수 있다.
 - 삼상 차단기가 많으면 향후 장비 증설에 유리하다.
- o 분전반의 설치위치는, 일반적인 벽부형의 경우에는 향온향습기와 가급적 멀리 배치하고, 랙 타입의 경우에는 향온향습기와 가장 가깝게 배치한다.
- 6) 기타
- o 데이터센터의 트레이 배치는 이중마루 하단을 이용
트레이의 재질로는 아연도 제품을 배제한 분체도장 방식이나 SUS 재질을 권장하며, 향온향습 냉기의 원활한 공급을 위하여 메쉬(그물)방식의 트레이를 권장한다.
 - o 데이터센터 내의 조명기구는 LED 방식으로 한다.
 - o 조명기기 중 안정기내장형램프, 형광램프, 백열전구, 형광램프용안정기, 형광램프용 반사 갓을 채택할 때에는 고효율 조명기기를 사용

3-6. 전기자동차 전원공급설비 설계 시 아래사항에 대하여 설명하시오.

1) 전원공급설비의 저압전로 시설

2) 전기자동차 충전장치 및 방호장치 시설

전기설비 판단기준 제286조, 내선규정 제 4310절 참고

해설)

1. 개요

1) 적용 범위

1,000[V] 이하의 교류 전압과 1,500[V] 이하의 직류 전압을 이용하여 전기자동차를 충전하는 장치와 전원망에 연결될 때 자동차에 부가적인 기능을 위하여 전력을 공급하는 외장장치에 적용한다.

2) 관련기준

(1) 전기설비기술기준의 판단기준 제286조

(2) 내선규정 제 4310절

2. 전기자동차 전원공급 설비의 저압전로 시설

전기자동차에 전기를 공급하기 위한 저압전로는 전기자동차 전원공급설비의 인입구부터 충전장치까지 전용으로 시설하고 다음 각 호에 따라 시설

(1) 전용의 개폐기 및 과전류차단기를 시설하고 또한 전로에 지락이 생겼을 때 자동적으로 그 전로를 차단하는 장치를 시설할 것.

(2) 옥내에 시설하는 저압용 배선기구의 시설

① 옥내에 시설하는 저압용의 배선기구는 그 충전 부분이 노출하지 아니하도록 시설. (취급자 이외의 자가 출입할 수 없도록 시설한 곳에서는 예외)

② 옥내에 시설하는 저압용의 비포장 퓨즈는 불연성의 것으로 제작한 함 또는 안쪽면 전체에 불연성의 것을 사용하여 제작한 함의 내부에 시설

③ 옥내의 습기가 많은 곳 또는 물기가 있는 곳에 시설하는 저압용의 배선기구에는 방습 장치

④ 옥내에 시설하는 저압용의 배선 기구에 전선을 접속하는 경우에는 나사로 고정시키거나 기타 이와 동등 이상의 효력이 있는 방법에 의하여 견고하고 또한 전기적으로 완전히 접속하고 접속점에 장력이 가하여지지 않도록 함

⑤ 저압 콘센트는 접지 극이 있는 콘센트를 사용하여 접지하여야한다.

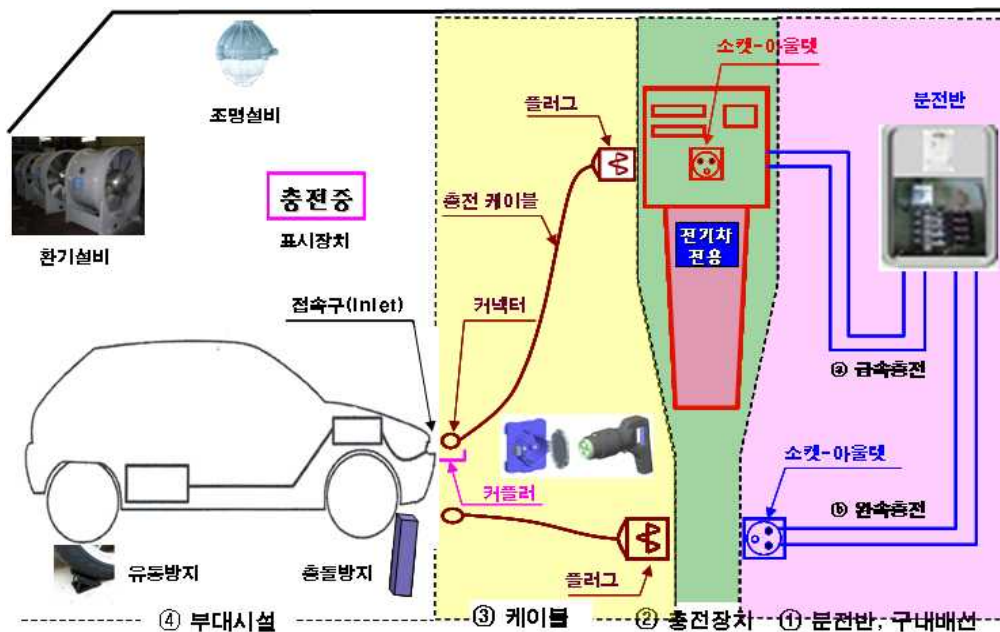
(3) 옥측 또는 옥외에 시설하는 저압용 배선기구의 시설은 다음에 따라 시설

① 전기기계기구 안의 배선 중 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있거나 손상을 받을 우려가 있는 부분은 금속관 공사 또는 케이블 공사(전선을 금속제의 관 또는 기타의 방호장치에 넣는 경우에 한한다.)에 의하여 시설할 것

② 전기기계기구에 시설하는 개폐기.접속기.점멸기 기타의 기구는 손상을 받을 우려가 있는 경우에는 이에 견고한 방호장치를 하고, 물기 등이 유입될 수 있는 곳에서는 방수형이나 이와 동등한 성능이 있는 것을 사용할 것.

3.전기자동차의 충전장치 시설

- (1) 충전부분이 노출되지 않도록 시설하고, 외함은 접지공사를 할 것
 - (2) 외부 기계적 충격에 대한 충분한 기계적 강도를 가질 것
 - (3) 침수 등의 위험이 있는 곳에 시설하지 말아야 하며, 옥외에 설치시 강우, 강설에 대하여 충분한 방수 보호가 되도록 시설할 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 시설할 것
 - (5) 전기자동차의 충전장치는 쉽게 열 수 없는 구조일 것
 - (6) 충전장치에는 전기자동차 전용임을 나타내는 표지를 쉽게 보이는 곳에 설치할 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 45[cm] 이상, 옥외 60[cm] 이상)을 갖는 구조이며, 충전케이블은 반드시 거치할 것
 - (9) 충전장치의 충전 케이블 인출부는 옥내용의 경우 지면으로부터 45[cm] 이상 120[cm] 이내이며, 옥외용의 경우 지면으로부터 60[cm] 이상에 위치할 것
- 3) 전기자동차의 충전 케이블 및 부속품 시설



[그림. 전기자동차 충전장치 접속]

- (1) 충전장치와 전기자동차의 접속에는 연장용 선을 사용하지 말 것

- ① 전기자동차에 부착된 충전 케이블과 충전장치 접속
- ② 충전장치에서 분리되는 충전 케이블 및 커넥터와 전기자동차 접속
- ③ 충전장치에 부착된 충전 케이블 및 커넥터와 전기자동차 접속
- (2) 충전 케이블은 유연성이 있는 것으로서 통상의 충전전류를 흘릴 수 있는 충분한 굵기일 것
- (3) 충전 케이블의 길이는 7.5[m] 이하를 원칙으로 할 것
- (4) 전기자동차 커플러는 다음 각 목에 적합할 것
 - ① 다른 배선기구와 대체 불가능한 구조로서 극성이 구분이 되고 접지극이 있는 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 것
 - ④ 전기자동차 커넥터가 전기자동차 접속구로부터 분리될 때 충전케이블의 전원공급을 중단시키는 인터록 기능이 있는 것
- (5) 전기자동차 커넥터 및 전기자동차 접속구는 낙하, 충격 및 눌림에 대한 충분한 기계적 강도를 가질 것

4. 충전장치 등의 방호장치 시설

- (1) 충전 중 전기자동차의 유동을 방지하기 위한 장치를 갖추어야 하며, 전기자동차 등에 의한 물리적 충격의 우려가 있는 경우에는 이를 방호하는 장치를 시설할 것
- (2) 충전 중 환기가 필요한 경우에는 환기설비를 갖추어야 하며, 환기설비 표지를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것
- (3) 충전 중에는 충전상태 표시장치를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것
- (4) 충전 중 안전과 편의를 위하여 적절한 밝기의 조명 설비를 표4310-1과 같이 시설할 것

표 4310-1 조도분류 및 조도 값

KS A 3011(조도기준)

조도 분류		조도 범위 (lx)			장소 (밝은 배경)
		최고	표준	최저	
D	잠시 동안의 단순 작업장	60	40	30	건물 면(유리 제외), 주유기(전기자동차 커플러 및 접속구)
C	어두운 분위기의 공공장소	30	20	15	-
B	어두운 분위기의 이용이 빈번하지 않은 장소	15	10	6	차도, 서비스 지역
A	어두운 분위기 중의 시식 별 작업장	6	4	3	진입로

【비고 1】 옥외 및 복도는 지면 또는 노면조도, 기타 것은 바닥에서 0.85 m의 수평조도로 한다.

【비고 2】 이 조도는 항상 유지하여야 하는 값을 나타낸다.

【비고 3】 표 4310-1은 KS A 3011(조도기준)의 표 5(주유소)를 기준한 것이다.

4-4. 건축물의 화재 시 확산방지가 중요하다. 다음을 설명하시오.

- 1) 방화구획재(Fire Stop) 종류 및 특성 2) 내화구조
- 3) 난연케이블(Flame Retardant Cable), 내열케이블(Heatprof Cable)

교재 하권 p505 부분참고 (20장 방재,열화,환경대책)

해설)

1. 방화구획

- 1) post-flashover 까지 화재를 어떤 한정된 공간 내에 가두는 것으로 벽, 방화문, 방화담파, 관통부 seal로 구성되어 있다.
- 2) 방화구획 관통부가 중요한 이유는 배관, 배선이 관통하는 벽, 바닥 등의 틈을 통한 화염전파 위험성이 크기 때문이다.

2.방화구획재 종류 및 특성

품 명	적 용	특 성
방화로드	1) 커튼월 관통부 2) 전기(EPS) 관통부 3) 기계설비 관통부 4) 기타 OPEN 구간	1) 커튼월 구조체 밀폐성 우수 2) 제품 규격화, 균일한 도포면 유지 3) 끼워넣기작업으로 작업간편 4) 균일한 도포면이 차수기능
방화코트	1) 커튼월 관통부 2) 전기(EPS) 관통부 3) 기계설비 관통부	1) 내열성 우수 2) 진동, 충격 흡수 3) 침출수 차단 4) 환경 친화적
방화보드	1) 커튼월 관통부 2) 전기(EPS) 관통부 3) 기계설비 관통부	1) 거친 슬라브 바닥면 밀착시공 2) 폭이 넓은 관통부 밀폐가능 3) 우수한 밀폐 효과
방화폼	1) 전기(EPS)관통부 2) 기계설비 관통부	1) 방진, 방습효과 우수 2) 진동, 충격흡수 3) 내열성 우수 4) 개보수용이, 관통부 철거용이
방화실런트	1) 방화벽, 간막이벽 조인트 2) 전기(EPS)관통부 3) 기계설비 관통부 4) 기타 OPEN 구간	1) 내열성, 우수한 밀폐효과 2) 거친 바닥면, 이물질 많은 장소 적합 3) 진동, 충격흡수 4) 도시가시관 부식방지
아크릴실런트	1) 창문틈새, 벽구간 2) 조인트 밀폐 3) 석고보드, 경량칸막이벽	1) 탄력성 우수 2) 환경친화적 3) 부착력이 좋아 우수한 밀폐 효과

케이블 난연도료	1) 관통부 양측 1m를 도포 2) 급수관, 배전관 기타	1) 배전관 절연, 부식방지 2) 케이블 허용전류에 영향없음 3) 외부충격에 강함
방화퍼티	1) 전기(EPS)관통부 2) 기계설비 관통부 3) 기타 OPEN 구간	1) 진동, 충격흡수 2) 협소한 관통부 밀폐 3) 내열성 우수 4) 개보수 및 케이블 신증설 용이

3. 내화구조

1) 내화구조란

건축물의 주요 구조부재가 표준화재온도에 견디는 내화성능을 갖춘 구조를 말하며, 대형·고층건축물에서는 필수적인 구조이다.

2) 화재시 요구되는 기능

- (1) 내력기능(Load bearing capacity): 구조부재가 화재열을 받아 그 강도가 저하하여 구조적으로 파괴되는 것으로부터 견디는 성능
- (2) 구획기능: 화재를 당한 벽이나 바닥의 이면측의 온도가 상승하여 그곳의 가연물이 착화하여 그곳에서 새로이 화재가 확대되는 것을 막는 차열성(Insulation)과 구조 부재의 균열이나 구멍 등이 발생하여 화염이나 열기가 통과함으로써 화재가 확대되는 것을 막는 차염성(Integrity)을 필요로 한다.

3. 난연케이블(Flame Retardant Cable)

1) 케이블 화재 시 문제

기존 케이블의 절연재 또는 외장재는 주로 유기물 합성수지(PVC) 제품을 많이 사용
유기물을 사용한 케이블은 불에 타기 쉽고 연기와 유독가스를 발생하여 화재 시 피난 및 소화활동에 지장을 초래
염화비닐을 사용한 케이블이 연소하면 다량의 염화수소가 발생하고 물에 용해하면 염산이 되어 배전반, 기기 등 금속을 부식시킨다.

2) 난연 피복재료의 변천

- (1) V : 일반 비닐
- (2) FR (Flame Retardant) : 난연비닐
- (3) FRLS (Flame Retardant Low Smoke) : 난연, 저연 비닐
- (4) HF-PO (Halogen Free-Polyolefin) : 저독, 난연 폴리올레핀

3) 일반 난연케이블과 HF난연케이블 비교

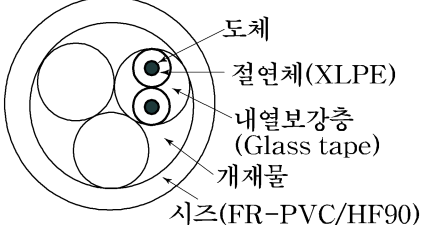
구분		난연 Cable	HF난연 Cable
정의		전선의 피복재료에 난연성 재료를 첨가하여 불꽃 확산 방지	Halogen계 요소(Cl_3 , F , Br_2 등)를 포함하지 않는 난연성 재료를 첨가
특징		화재시 연기, HCl 등 발생으로 시계 방해, 인명피해, 금속물 부식 등 2차적 재해 원인	난연 Cable의 문제점 보완한 저독, 난연성 Cable
재료	절연체	난연 가교PE	HF난연 가교PE
	시스	난연PVC	HF난연 폴리올레핀
Halogen Acid Gas		30%	0.5%
연소시험		수직 연소시험(KSC3004)	수직 Tray 연소시험(IEEE 383)

4. 내열케이블(Heatproof Cable)

1) 특성

- 연속사용 최고 온도가 높은 케이블(105~220°C 수준)
- 380°C 15분 내화 특성

2) 난연케이블과 내열케이블비교

구분	600V HF 난연 케이블	내열케이블(FR-3)
구조		
용도	지하 전력구, 지하철, 병원 대형빌딩, 호텔 등	신호용(600V 이하 회로) 비상방송, 각종 화재 경보배선

4-5. 전동기용 분기회로 개폐기, 과전류차단기, 전선 굵기에 대하여 설명하시오.

내선규정 3315-4절, 판단기준 176 참고

해설)

1. 전동기용 분기회로 개폐기 및 과전류 차단기의 시설

- 1) 전동기에 전기를 공급하는 분기회로에는 3315-4(분기회로의 개폐기 및 과전류차단기의 시설) 제1항의 규정에 따라 개폐기 및 과전류차단기를 시설하여야 한다.
- 2) 전동기에 전기를 공급하는 분기회로에 시설하는 분기개폐기의 정격전류는 과전류차단기의 정격전류 이상이어야 한다.
- 3) 전동기에 전기를 공급하는 분기회로에 시설하는 과전류차단기의 선정은 다음 각 호에 의하여야 한다.
 - ① 과전류차단기의 정격전류는 해당 전동기의 정격전류의 3배(전동기의 정격전류가 50 A를 초과하는 경우는 2.75배)에 다른 전기사용기계기구의 정격전류의 합계를 합산 한 값 이하로 전동기의 기동전류에 의하여 동작하지 않는 정격의 것. 다만, 전동기의 과부하 보호장치와 보호협조가 잘 되어 있을 경우는 해당 분기회로에 사용하는 전선 의 허용전류의 2.5배 이하로 할 수 있다.
(판단기준 176)
 - ② 분기회로의 전선의 허용전류가 100 A를 초과하는 경우에 제①호에서 산출한 값 이 과전류차단기의 정격에 해당되지 않을 때는 그 값의 최근접 상위 정격으로 할 수 있다.
- 4) 전동기에만 전기를 공급하는 분기회로의 과전류 차단기에 1470-4(과부하보호장치의 단락보호전용 차단기 또는 단락보호전용퓨즈를 조합한 장치의 규격 및 사용의 제한)에 적합한 것을 사용하는 경우는 전항의 규정에 관계없이 그 정격전류를 분기회로에 사용하는 전선의 허용전류 이하로 하여야 한다.(판단기준 176)
- 5) 제3항 및 제4항에 규정하는 과전류 차단기는 그 분기회로에 과부하 보호장치의 보호 협조를 유지하여야 한다.

2. 전동기용 분기회로의 전선 굵기

전동기에 공급하는 분기회로의 전선은 과전류차단기의 정격전류의 1/2.5 (40 %) 이상의 허용전류인 것으로, 다음 각호에 적합한 것이어야 한다.(판단기준 176)

【주】 이 경우에 전선의 허용전류는 1435-1 의 제1항에 의할 수 있다.

- 1) 연속 운전하는 전동기에 대한 전선은 다음에 표시하는 굵기의 어느 하나를 사용하여야 한다.(판단기준 176)
 - ① 단독의 전동기 등에 전기를 공급하는 부분은 다음에 의할 것.
 - (1) 전동기 등의 정격전류가 50 A 이하일 경우는 그 정격전류의 1.25 배 이상의 허용전류를 가지는 것.
 - (2) 전동기 등의 정격전류가 50 A를 초과할 경우는 그 정격전류의 1.1 배 이상의 허용전류를 갖는 것.
 - ② 2대 이상의 전동기 등에 전기를 공급하는 부분은 3115-6(전동기용간선의 굵기) 제1항의 규정에 따를 것.

- 2) 단시간사용, 단속사용, 주기적사용 또는 변동부하에 사용하는 전동기에 대한 전선의 굵기는 전동기의 정격전류에 따르지 않고 배선의 온도상승을 허용 값 이하로 하는 열적(熱的)으로 등가(等價)한 전류 값으로 결정할 수 있다.