

건축전기설비기술사
문 제 해 설

[제 126회]

2022.01. 29(토) 시행

【제1교시】

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각10점)

1. 한국전기설비규정(KEC)에서 정의하는 보호도체 단면적 산정에 대하여 설명하시오.
2. 화재에 취약한 합성수지관공사의 천장 은폐장소(이중천장) 및 벽체 내 시설에 대한 한국전기설비규정(KEC) 개정사유 및 개정내용에 대하여 설명하시오.
3. 소화활동설비인 비상콘센트설비의 전원회로 설치기준에 대하여 설명하시오.
4. 전압강하와 전압변동률에 대하여 설명하시오.
5. 색온도와 조도가 사람에게 미치는 일반적인 느낌에 대하여 설명하시오.
6. 변압기의 절연방식에 대하여 설명하시오.
7. 정전압원과 정전류원에 대하여 설명하시오.
8. 전기자 반작용에 대하여 설명하시오.
9. 주택용과 산업용 배선차단기(MCCB)를 한국전기설비규정(KEC)을 기반으로 비교하여 설명하시오.
10. 계통전압 6.6KV의 변압기를 직접접지(저항접지)로 지락보호 하고자한다. 계통의 지락시 완전 1선지락전류가 100A정도 흐르도록 중성점 접지저항기(NRG)의값을 구하고 NRG의 역할에 대하여 설명하시오.
11. 한국전기설비규정(KEC)에 따른 분산형전원설비의 인체감전보호 등 안전에 관한 사항에 대하여 설명하시오.
12. 제로에너지빌딩(Zero Energy Building) 인증제도에 대하여 정의하고, 인증대상 및 인증기준에 대하여 설명하시오.

13. 스마트 그리드(Smart Grid)의 필요성과 특징에 대하여 설명하시오

【제2교시】

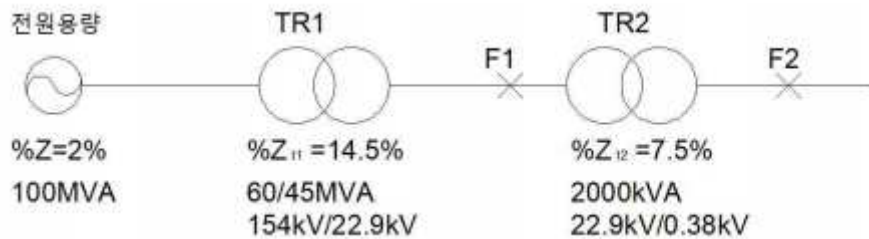
※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 유도전동기의 과부하보호 및 단락보호 방법에 대하여 설명하시오.
2. 3상 평형배선의 상전류에 고조파가 포함되어 흐르는 경우 4심 및 5심 케이블의 고조파전류 저감계수, 중성선의 단면적 산정방법 및 중성선의 보호방법 (접지계통별 구분)에 대하여 다음을 설명하시오.
3. 연면적 80000m² 지하5층, 지상 25층 오피스빌딩의 전기설비를 기획하시오.
4. 옥내 조명설계에서 좋은 조명의 조건과 조명설계순서에 대하여 설명하시오.
5. 건축물 예비전원설비중에서 자가발전설비의 용량산정방법을 국토교통부 설비설계기준(KDS 31 60 20 : 2021 예비전원설비)에 근거하여 설명하시오.
6. 건축물에 설치하는 비상방송설비의 화재시 배선기준 및 대책과 소방감지기의 종류중에서 이온화식과 광전식을 비교하여 설명하시오.

【제3교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 대지고유저항 측정시 대지저항률에 영향을 미치는 요인과 대지저항률의 측정방법에 대하여 설명하시오.
2. 연료전지의 발전원리와 구성요소,종류 및 특징에 대하여 설명하시오.
3. 아래 그림의 F1과 F2 지점의 3상 단락사고시 단락전류(kA)를 계산하고, 변압기(TR2)1차측과 2차측의 차단기 차단용량을 산정하시오.



4. 전기자동차 충전시설에 대하여 설명하고 충전시설 설치를 위한 설계도서 작성시 고려사항에 대하여 설명하시오.
5. 유도전동기의 속도제어방식중 인버터(Inverter)제어방식에 대하여 설명하고, 인버터(Inverter)적용시 주의사항에 대하여 설명하시오.
6. 유전율,투자율,도전률 및 저항률에 대하여 설명하시오.

【제4교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하십시오. (각25점)

1. 22.9kV 특고압 수전방식의 종류를 열거하고 설명하십시오.
2. 한국전기설비규정(KEC)에 의해 건축물 배선설비 선정 및 시공시 외적영향과 관련된 중요한 고려사항과 케이블 굵기(저압전동기 분기회로)산정시 고려사항에 대하여 설명하십시오.
3. VE(Value Engineering)에 대하여 설명하십시오.
4. 메쉬(Mesh)접지설계를 단계별로 구분하여 각 단계별 작업내용 및 설계요소를 설명하고, 접지 목표값에 도달하지 못한 경우 수정해야하는 설계요소에 대하여 설명하십시오.
(단, 접지설계는 IEEE Std.80에 따른다)
5. 22.9kV-y동심중성선 케이블의 종류중에서 대표적으로 많이 사용되는 3가지 케이블을 열거하고 설명하십시오.
6. 변압기의 전기적보호장치와 기계적 보호장치에 대하여 설명하십시오

【제1교시】

1-1. 한국전기설비규정(KEC)에서 정의하는 보호도체 단면적 산정에 대하여 설명 하시오.

해설

☞교재 상권 8장 접지설비 447쪽 참고

1. 보호도체란

안전(감전에 대한 보호)을 목적으로 제공되는 도체

2. 보호도체의 단면적 산정방법

(1) 계산에 의한 방법

$$\text{단면적 } S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K} \text{ (단, } t \leq 5\text{sec)}$$

S : 단면적(mm²)

I : 지락 고장전류(A)

t : 차단기 동작시간(sec)

K : 도체의 절연물, 초기 및 최종온도로 정해지는 계수

(2) 표에 의한 방법

① 보호도체가 Cable의 일부가 아니거나 단독포설의 경우

기계적 보호 有(mm ²)	기계적 보호 無(mm ²)
Cu 2.5, Al 16	Cu 4.0, Al 16

② 상도체 크기 기준

선도체 단면적(mm ²)	보호도체 단면적(mm ²)	
	재질이 선도체와 동일	재질이 선도체와 상이
$S \leq 16$	S	$k_1/k_2 \times S$
$16 < S \leq 35$	16	$k_1/k_2 \times 16$
$S > 35$	$S/2$	$k_1/k_2 \times S/2$

㉠ 여기서 k_1 : 선도체에 대한 K 값, k_2 : 보호도체에 대한 K 값

㉡ 산출한 값과 표의 값 중 단면적이 큰 쪽 도체 적용

1-2. 화재에 취약한 합성수지관공사의 천장 은폐장소(이중천장) 및 벽체 내 시설에 대한 한국전기설비규정(KEC) 개정사유 및 개정내용에 대하여 설명하시오.

해설

1. 합성수지관 공사의 종류

- (1) 경질 비닐전선관: 일반형(VE), 내충격용(HI-VE)
- (2) 파상형 경질 폴리에틸렌전선관(FEP)
- (3) 합성수지제 가요전선관

구분	파부관(주름관)	평활관	특징
CD(Combine Duct)관	CD	CD-P	
PF(Plastic Flexible)관	PF	PF-P	외부 보호층 있음

2. KEC 개정사유

- 1) 2018년 하반기 정부감사결과 건축물 화재의 주 요인으로 천장 은폐배선이 지적됨
- 2) 화재로 인한 인명 및 재산피해 방지를 위해 천장 및 은폐된장소에도 불연성소재를 사용토록 규정 강화

3. KEC 개정내용

- 1) 이중천장(반자 속 포함) 내에는 시설할 수 없다.
- 2) 콤파인 덕트관은 직접 콘크리트에 매입(埋入)하여 시설하거나 옥내 전개된 장소에 시설하는 경우 이외에는 불연성 마감재 내부, 전용의 불연성 관 또는 덕트에 넣어 시설할 것.

1-3. 소화활동설비인 비상콘센트설비의 전원회로 설치기준에 대하여 설명하시오.

해설

1. 비상콘센트 설치목적

화재 발생시 소방대원이 소화활동에 필요한 전원을 전용으로 확보하기 위함

2. 비상콘센트설비의 전원회로 설치기준

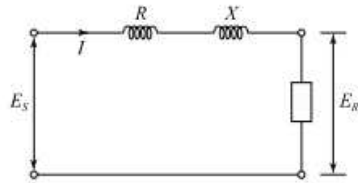
- 1) 비상콘센트설비의 전원회로는 단상교류 220v인 것으로서, 그 공급용량은 1.5kVA 이상인 것으로 할 것
- 2) 전원회로는 각층에 2 이상이 되도록 설치할 것. 다만, 설치해야 할 층의 비상콘센트가 1개인 때에는 하나의 회로로 할 수 있다
- 3) 전원회로는 주배전반에서 전용회로로 할 것. 다만, 다른 설비의 회로의 사고에 따른 영향을 받지 아니하도록 되어 있는 것은 그러하지 아니하다
- 4) 전용으로부터 각 층의 비상콘센트에 분기되는 경우에는 분기배선용 차단기를 보호함 안에 설치할 것
- 5) 콘센트마다 배선용 차단기(KS C 8321)를 설치해야 하며, 충전부가 노출되지 않도록 할 것
- 6) 개폐기에는 "비상콘센트"라고 표시한 표지를 할 것
- 7) 비상콘센트용의 폴박스 등은 방청도장을 한 것으로서, 두께 1.6mm 이상의 철판으로 할 것
- 8) 하나의 전용회로에 설치하는 비상콘센트는 10개 이하로 할 것. 이 경우 전선의 용량은 각 비상콘센트(비상콘센트가 3개 이상인 경우에는 3개)의 공급용량을 합한 용량 이상의 것으로 하여야 한다

1-4. 전압강하와 전압변동률에 대하여 설명하시오.

해설

1. 전압강하

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



각 배전 방식의 전압강하 일반식은

$$\Delta E = KI(R\cos\theta + X\sin\theta)$$

여기서, K : 배전방식별 정해지는 계수

{	단상 2선식 : 2
	단상 3선식/3상 4선식 : 1
	3상 3선식 : $\sqrt{3}$

2) 전압강하율이란

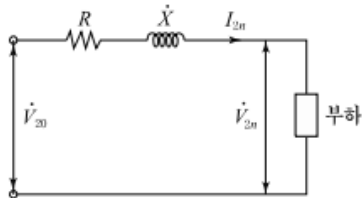
임의의 송수전단 구간에서 부하변동에 따른 전압 강하폭이 수전단 전압에 대해 어느 정도 되는가를 백분율로 나타낸 것

$$\varepsilon = \frac{\Delta E}{E_r} \times 100 = \frac{E_s - E_r}{E_r} \times 100 = \frac{PR + QX}{10V^2} (\%)$$

{ P(kW) : 유효전력 변동분
 { Q(kVAR) : 무효전력 변동분

2. 전압 변동률

변압기에 정격 부하를 접속하고, 1차측 전압을 조정하여 2차 전압이 정격치와 같게 되었을 때, 1차 전압을 그대로 두고 부하를 떼어버리면 2차 전압이 상승하게 되는데, 이를 2차 정격 전압에 대한 백분율로 나타낸 것



$$\varepsilon = \frac{\dot{V}_{20} - \dot{V}_{2n}}{\dot{V}_{2n}} \times 100 (\%)$$

1-5. 색온도와 조도가 사람에게 미치는 일반적인 느낌에 대하여 설명하시오.

해설

1. 색온도

- 1) 흑체의 광색과 광원의 광색이 동일할 때, 그 흑체온도를 그 방사체의 색온도라하고 T[K]로 표시한다.
- 2) 각 물체의 고유의 파장으로 가상의 온도를 말함 [측정온도+ α (손실)]
- 3) 흑체(백금등)를 고온으로 가열하면 발산하는 빛의 광색은 적색, 황색, 청록색을 거쳐서 백열상태로 변한다.

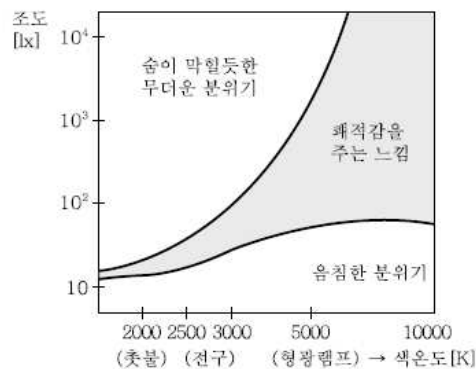
2. 색온도(Color temperature)와 조도와 의 관계

1) 색온도가 높을때

- ① 조도를 높게 연출 - 쾌적한 분위기
- ② 조도가 낮으면 - 음산, 차가운 느낌
- ③ 백색계통의 색깔
- ④ 형광등 설계시 고조도 연출 - 사무실
- ⑤ 주간(낮)의 환경을 연출 - 활동적, 명시적 욕구 충족

2) 색온도가 낮을 때

- ① 조도를 낮게 연출 - 쾌적한 분위기
- ② 조도가 높으면 - 뜨거운 느낌
- ③ 붉은계통의 색깔
- ④ 백열등 설계시 저조도 연출 - 가정, 주택, 고급레스토랑, 백화점
- ⑤ 안정적 색온도에 대한 느낌



【 색온도와 조도 】

3. 조도와 색온도에 대한 느낌

조도	K < 3300K	3300K < K < 5000K	K > 5000K
500[lx]이하 ↓ 1000 ~ 2000[lx] ↓ 3000[lx]이상	즐겁다 ↓ 적극적(유유자적) ↓ 부자연	중간 ↓ 즐겁다. ↓ 저극적	서늘하다 ↓ 중간 ↓ 즐거움

1-6. 변압기의 절연방식에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 4장 피뢰설비241쪽 참고

1-7. 정전압원과 정전류원에 대하여 설명하시오.

해설

1. 정전압원

1) 정의

정전압원은 전기회로 내에서 흐르는 전류의 크기와 상관없이 전압원의 기전력과 동일한 전압을 회로에 공급하는 기능을 가진다.

전압원의 이상적인 경우란 내부 저항이 0인 경우를 말한다. 왜냐하면 내부저항이 작을수록 내부전압강하가 작아지기 때문이다.

2) 직렬접속

직렬로 합성된 전원의 합성전압을 구할 경우에 서로 다른 극성으로 접속되어있다면 각 전압끼리 합하고 같은 극성으로 접속되어있다면 각 전압끼리 감한다.

(합성전압의 극성은 일반적으로 전압이 큰 극성에 따른다.)

3) 병렬접속

(1) 전압원의 전압 크기가 같으면

전압 크기는 변동이 없고, 전류 용량만 증가한다.

(2) 전압 크기가 다른 경우에는

각 전압원 사이에 다른 전위차로 인해서 순환전류가 흐른다. 그로 인해서 기전력 자체가 소모되어 전압원의 기능을 잃어버리게 된다.

2. 정전류원

1) 정의

정전류원이란 전기회로 내에서 부하의 크기와 상관없이 일정한 전류를 흐르게 하는 기능을 가진다.

전류원의 이상적인 경우란 내부 저항이 ∞ 인 경우를 말한다. 왜냐하면 내부저항이 클수록 내부순환전류가 작아지기 때문이다.

2) 직렬접속

키르히호프의 전류법칙에 따라서 같은 전류값을 가진 전류원의 직렬접속은 가능하지만 다른 전류값을 가진 전류원의 직렬접속은 불가능하다.

3) 병렬접속

병렬접속의 경우 각 전류원들의 합성 전류는 키르히호프의 전류법칙에 따라서 전류의 방향이 동일하다면 합해주고 다르다면 감해준다.

1-8. 전기자 반작용에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 하권 14장 전동기제어 72,169쪽 참고

1. 개요

직류기나 동기기에 부하가 인가되면 전기자 권선에 전류가 흐르고 이 전기자 전류에 의해 기자력이 발생되어 주계자에 의해 공극에 만들어진 자속에 영향을 주어 그 분포와 크기가 변화 되는데 이를 전기자 반작용 (Armature reaction)이라 함

2. 직류기의 전기자 반작용 영향

(1) 중성축 이동(기하학적 중성축 → 전기적 중성축)

① 브러쉬에 접하고 있는 Coil의 위치에 자계 이동

→ 브러쉬에 의해 단락된 Coil이 극간 영역의 자속을 끊어 기전력 발생

② 정류자편간 전압 불균일

→ 정류하고 있는 Coil에 전압을 유기시켜 브러쉬에 아크불꽃 발생

(2) 주자속이 감소함(감자작용)

- ① 발전기 → 총 극자속의 감소에 따라 발전전압(유기기전력)감소 초래
- ② 전동기 → 의도치 않은 토크저하나 속도증가 초래

3. 동기기의 전기자 반작용 영향

전기자전류 I_a 가 단자전압과의 90° 위상차를 갖는 직축 반작용의 경우 동기 발전기와 전동기의 반작용은 서로 반대가 됨

전기자 전류위상	동상전류	90° 지상전류	90° 진상전류
작용분류	횡축 반작용	직축 반작용	
발전기	교차자화(편자)작용	감자작용	증자(자화)작용
전동기	교차자화(편자)작용	증자작용	감자작용

4. 결론

- 1) 직류기에서는 부하전류가 전기자 권선에 흐르면 브러쉬가 기하학적 중성축에 있을 경우에는 전기자 반작용은 교차자화(편자) 작용에 의한 감자효과로 인해 전기자 유도 기전력이 무부하일 때 보다 다소 감소하지만, 동기기에서는 전기자 전류 위상에 따라 교차, 감자, 증자 작용을 하여 유도기전력을 감소하거나 증가시키는 작용을 한다.
- 2) 특히 동기조상기(R. C)는 동기전동기를 무부하 운전하여 전원계통이 과여자시 진상전류를 취하여 감자작용을 하고 부족여자시 지상전류를 취하여 증자작용을 하므로써 계통의 무효전력 (역률)을 자동으로 조정하는 역할을 함

1-9. 주택용과 산업용 배선차단기(MCCB)를 한국전기설비규정(KEC)을 기반으로 비교하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 3장 개폐장치 159쪽 참고

1. 용도별구분

- 1) 주택용 - 일반인 조작
- 2) 산업용 - 숙련자, 기능자 조작

2. 주택용 차단기 동작특성

1) 과전류 트립

정격전류의 구분	동작시간	정격전류의 배수	
		부장작전류	동작전류
63A 이하	60분	1.13배	1.45배
63A 초과	120분	1.13배	1.45배

2) 순시 트립

형	순시트립 범위	적용부하
B	3 In 초과 5 In 이하	조명설비, 절연기기
C	5 In 초과 10 In 이하	유도전동기
D	10 In 초과 20 In 이하	변압기, X선 발생장치, 큰 유도전동기

B, C, D : 순시트립전류에 따른 차단기 분류

In : 차단기 정격

3. 산업용 차단기 동작특성

1) 과전류 트립

정격전류의 구분	동작시간	정격전류의 배수	
		부장작전류	동작전류
63A 이하	60분	1.05배	1.3배
63A 초과	120분	1.05배	1.3배

2) 순시 트립

- ① 트립전류 선정값의 80%에서 0.2초이내에 트립하지 않을 것
- ② 트립전류 선정값의 120%에서 0.2초이내에 트립할 것

1-10. 계통전압 6.6KV의 변압기를 직접접지(저항접지)로 지락보호 하고자 한다. 계통의 지락시 완전 1선지락전류가 100A정도 흐르도록 중성점 접지저항기(NRG)의값을 구하고 NRG의 역할에 대하여 설명하시오.

해설

1.NGR(Neutral Grounding Resistor)이란

가장 많이 일반화 되어 있는 경제적인 접지방법으로써 발전기 또는 변압기의 중성점과 대지 사이에 접속되는 방식의 중성점 접지저항기

2. NGR값 계산

$$R = \frac{E}{I} = \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{I} = \frac{\frac{6600}{\sqrt{3}}}{100} = 38.1\Omega$$

3. NGR의 역할

- 1) 1선 지락사고시의 이상전압억제로 기기 및 선로의 절연파괴 예방
- 2) 지락 전류 억제 및 건전상 전위 상승 억제
- 3) 통신선 유도장해 방지
- 4) 발전기 지락사고시 부하의 급변을 피하고, 과도안정도 향상

1-11. 한국전기설비규정(KEC)에 따른 분산형전원설비의 인체감전보호 등 안전에 관한 사항에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

안전을 위한 보호의 기본 요구사항은 전기설비를 적절히 사용할 때 발생할 수 있는 위험과 장애로부터 인축 및 재산을 안전하게 보호함을 목적으로 하고 있다.

2. 감전에 대한 보호

1) 기본보호

직접접촉을 방지하는 것으로, 전기설비의 충전부에 인축이 접촉하여 일

어날 수 있는 위험으로부터 보호

2) 고장보호

기본절연의 고장에 의한 간접접촉을 방지

3. 열 영향에 대한 보호

고온 또는 전기 아크로 인해 가연물이 발화 또는 손상방지

4. 과전류에 대한 보호

과전류에 의한 과열 또는 전기·기계적 응력에 의한 위험으로부터 보호

5. 고장전류에 대한 보호

고장전류로 인해 허용온도 상승 한계에 도달하지 않도록 보호장치 구비

6. 과전압 및 전자기 장애에 대한 대책

회로의 충전부 사이의 결함으로 발생한 전압에 의한 고장보호 및 전자기 장애로부터 보호

7. 전원공급 중단에 대한 보호

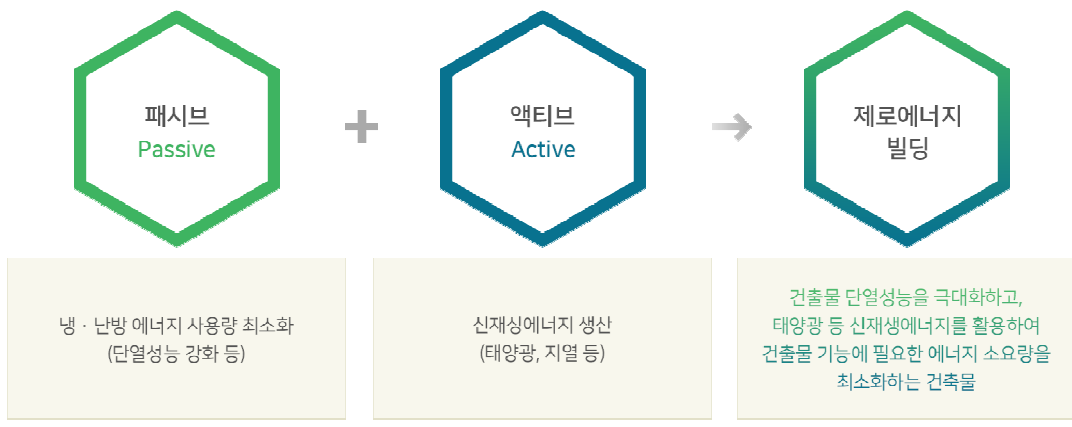
전원공급 중단으로 인해 위험과 피해예방을 위한 보호장치 구비

1-12. 제로에너지빌딩(Zero Energy Building) 인증제도에 대하여 정의하고, 인증대상 및 인증기준에 대하여 설명하시오.

해설

1. 제로에너지빌딩(ZEB: ZeroEnergyBuilding)이란

- 1) 건물에서 에너지를 사용한만큼 에너지를 생산해서 에너지사용과 생산의 합이 '0',제로가 되는 건축물을 의미
- 2) 단열성능을 극대화하여 에너지 사용량을 최소화하고, 태양광 등 신재생 에너지를 활용하여 에너지 소비를 최소화하는 건축물(빌딩)



2. 인증제도 정의

건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신·재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물 대상으로 에너지 자립률에 따라 1~5등급까지 제로에너지건축물 인증 부여

3. 인증대상

1) 의무대상연면적 1,000m²이상 신축, 재축, 별도 증축(공동주택 및 기숙사 제외)

- (1) 중앙행정기관, 지방자치단체
- (2) 공공기관(공공기관 운영에 관한 법률 제4조)
- (3) 지방공사 및 지방공단(지방공기업법 제 49조, 76조)

2) 단계별 의무화 추진

- (1) 2020
공공건물 제로에너지건축물 의무화 시행
(1천m² 이상, 공동주택 제외)
- (2) 2023
공공 건축물(500m² 이상) 의무
- (3) 2025
공공 건축물(500m² 이상), 민간 건축물(1,000m² 이상), 공동주택 30세대 이상 의무

4. 인증제도 기준

건축물 에너지효율등급 1++이상, 에너지자립률 20% 이상, BEMS 또는 원격검침전자식 계량기 설치

기준01 건축물 에너지효율등급 1++ 이상	건물에너지 해석 프로그램(ECO2)평가 <ul style="list-style-type: none"> • 주거용 : 90kWh/㎡년 미만 • 비주거용 : 140kWh/㎡년 미만 	<ul style="list-style-type: none"> • 냉방/난방/급탕/조명/환기 소요량 및 신재생에너지 생산량 평가 • 1차에너지소요량(kWh/m²·년)=Σ용도별 에너지소요량 x 1차에너지 환산계수
기준02 에너지자립률 20%이상	건물에너지 해석 프로그램(ECO2)평가 <ul style="list-style-type: none"> • 건물에서 소비하는 에너지 중 신재생에너지 생산량 비율 	<ul style="list-style-type: none"> • 냉방/난방/급탕/조명/환기 소비량 및 신재생에너지 생산량 평가 • 에너지자립률(%)= $\frac{\text{단위면적당 1차에너지생산량 (kWh/㎡·년)}}{\text{단위면적당 1차에너지소비량 (kWh/㎡·년)}} \times 100$
기준03 BEMS 또는 원격검침 전자식 계량기 설치	체크리스트 평가항목별 적용여부 판단 <ul style="list-style-type: none"> • 에너지 소비량을 계속, 실시간으로 관리 하는 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • (BEMS) 데이터 수집 및 표시, 정보감시, 제어시스템 연동 등 9개 항목 평가 (원격검침) 데이터 수집 및 표시, 계속기 관리, 데이터 관리 등 6개 항목 평가 (추가 권장 3개)

13. 스마트 그리드(Smart Grid)의 필요성과 특징에 대하여 설명하시오

해설

1. 개요

스마트 그리드는 기존 전력망에 정보·통신 기술을 접목하여 공급자와 수요자간 양방향으로 실시간 전력 정보를 교환함으로써 지능형 수요관리, 신재생 에너지연계, 전기차 충전 등을 가능하게 하는 차세대 전력인프라 시스템이며 AMI(Advanced Metering Infrastructure)는 스마트 그리드의 핵심기술 중 하나이다.

2.스마트 그리드의 필요성

- 1) 소비자 참여
- 2) 분산전원 확대와 저장기능 강화
- 3) 새로운 전력시장
- 4) 고품질 전력
- 5) 자산 최적화 및 운영 효율화
- 6) 전력망 감시,
- 7) 보호의 고도화 및 자기치유
- 8) 전기차 운행 인프라 등

3. 스마트 그리드의 특징

- 1) 교류에 비해 직류 전기 수요가 증가
- 2) 스마트 그리드의 하부에 마이크로 그리드(micro grid)가 존재
- 3) 안전하고 신속, 정확한 통신 시스템 구축이 가능
- 4) 기존전력망과 비교

항 목	기존 전력망	스마트그리드
전원 공급 방식	중앙 전원	분산 전원
에너지 효율	30~50%	70~90%
전력 흐름제어	Demand-pull 방식	전력흐름에 따른 세부 제어
발전특성 및 네트워크 토폴로지	대도시 인근의 중앙 집중식 방사형 구조	최적 자연조건을 활용하는 분산형 네트워크 구조
통신 방식	단방향 통신	양방향 통신
기술 특성	아날로그/전자기계적	디지털
장애 대응	수동 복구	자동 복구
설비 점검	수동	원격
가격 정보	제한적 가격 정보	가격 정보 열람 가능

【제2교시】

2-1. 유도전동기의 과부하보호 및 단락보호 방법에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

1) 전동기 보호의 기본목적

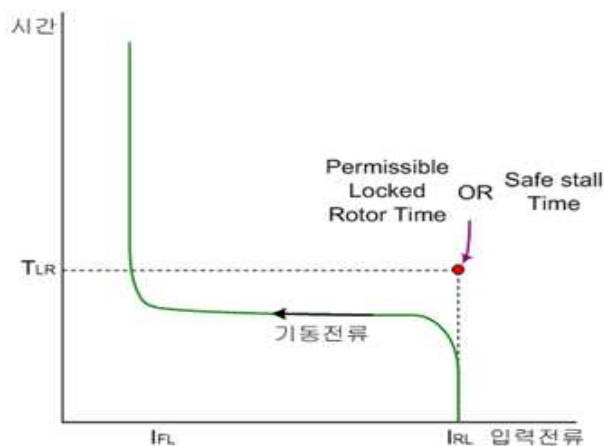
전동기가 과부하와 정상조건에서 열적, 기계적 한계를 초과하지 않으면서 최대한 그 한계까지 운전하고, 고장에 대해서는 최대의 감도를 제공하기 위함

2) 전동기의 고장의 원인

- (1) 전기적인 원인: 과부하, 결상, 구속, 층간단락, 권선의 지락, 과전압
- (2) 기계적인 원인: 베어링의 마모나 윤활유의 부족에 의한 소손 등

3) 전동기의 기동 특성

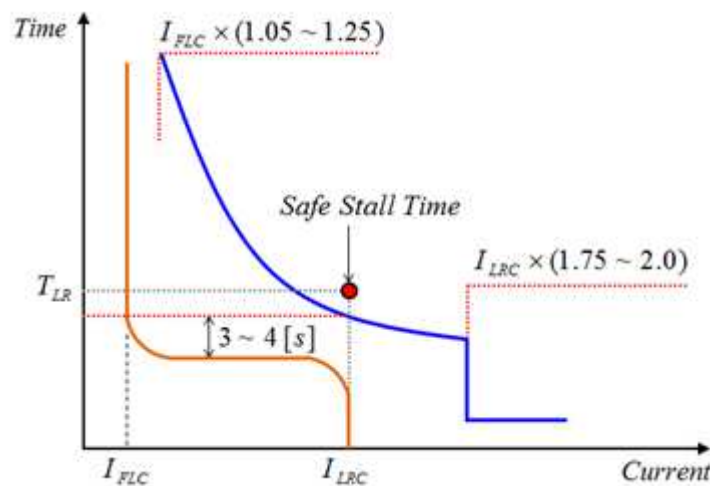
- (1) 전동기의 기동은 전 전압기동 또는 감압기동이 있을 수 있고, 기동 시 돌입전류의 정도 그리고 반복기동과 기동 빈도 등을 고려
- (2) 기동특성과 열적 한계곡선



2. 전동기의 과부하 및 단락보호

-> 과전류계전기

- 1) 한시요소는 전동기 전부하전류(FLC)의 105~125%에 동작하도록 선정하고 Time Lever는 전동기 기동시간에서 3~4초 정도의 여유를 주어 선정하되, SST(Safe Stall Time) 1~2초 여유를 두어 하단에 위치하도록 선정한다.
- 2) 전동기는 전력계통에서 말단이기 때문에 보호협조 상에 문제가 없어 순시요소를 적용하며, 순시정정은 기동전류와 외부 고장시 전동기 기여전류에 동작하지 않도록 보통 전동기 기동전류의 1.75~2.0배에 정정한다. 이때, 순간 단락전류를 계산하여 순간 단락전류의 1/2배 보다 작은 것을 확인한다.
- 3) 퓨즈와 부하개폐기로 전동기 공급회로가 구성되어 있는 경우 순시과전류요소가 보호하는 범위를 퓨즈가 담당하는 것이므로 이 때 순시요소는 사용하지 않는 것으로 해야 한다.



(과부하 및 단락보호 과전류계전기)

4) 과열에 대한 보호

-> 열동계전기

- (1) 전동기가 과열되는 것을 보호를 위해 Cold curve과 Hot curve은 2가지 특성을 제시.
- (2) Cold curve은 열효과와 시정수에 기반하고, Hot curve은 계전기의 기억기능을 이용하여 이전에 누적된 열량을 고려, 구속전류(ILR)에서 열적한계 시간(TLR) 초라면 TLR에서 1~2초 여유를 준다.

[표] 전동기의 열적한계곡선(IEC-60255-8)

Cold curve	Hot curve
$t = \tau \ln \frac{I^2}{I^2 - (kI_B)^2} \text{ [min]}$	$t = \tau \ln \frac{I^2 - I_p^2}{I^2 - (kI_B)^2} \text{ [min]}$

τ : 시정수, I_B : 기준전류, I : 과부하전류, I_p : 과부하전 전류, k : Service factor

※ 전동기의 과부하율(Servic Factor)

Service Factor 1.15: 동일정격의 전동기가 15% 과부하시 정격 사양보다 온도상승이 최대 10°C이하가 되도록 프레임 설계시 냉각효과를 고려하여 제작한 것으로, 비연속적인 과부하에 전동기의 수명에 영향을 주지 않도록 함

[예] F등급인 절연물, S.F=1.0이 도체 허용온도 105°C, S.F=1.15는 115°C

2-2. 3상 평형배선의 상전류에 고조파가 포함되어 흐르는 경우 4심 및 5심 케이블의 고조파전류 저감계수, 중성선의 단면적 산정방법 및 중성선의 보호 방법(접지계통별 구분)에 대하여 다음을 설명하시오.

해설

☞ 교재 하권 19장 고조파 494쪽 참고

1. 개요

3상 4선식 배전방식에서 컴퓨터 등의 OA기기 사용 증가로 발생하는 영상분 고조파에 의해 중성선에 선전류보다 큰 전류가 흐르게 되는데 이처럼 회로내 허용 전류에 영향을 미치게 되므로 이를 고려하여야 함

2. 4심 및 5심 케이블 고조파 전류 저감계수(KSC IEC 60364-5-52)

선전류의 제3고조파 성분(%)	저감계수	
	선전류를 고려한 규격결정	중성선 전류를 고려한 규격결정
0 ~ 15%	1.0	-
15 초과 ~ 33%	0.86	-
33 초과 ~ 45%	-	0.86
> 45%	-	1.0

3. 저감계수의 적용

- 1) 선전류를 고려한 규격결정(고조파 성분 33% 이하인 경우)

$$\text{케이블 허용 전류} = \frac{\text{회로부하전류}}{\text{선전류를 고려한 저감계수}}$$

- 2) 중성선 전류를 고려한 규격결정 (고조파성분 33% 초과인 경우)

(1) 중성선 전류 = 부하전류 × 고조파성분(%) × 3

(2) 케이블 허용전류 = $\frac{\text{중성선 전류}}{\text{중성선전류를 고려한 저감계수}}$

4. 중성선의 보호

- 1) TT 계통 또는 TN 계통

- (1) 중성선의 단면적이 선도체의 단면적보다 작은 경우 과전류 검출기를 설치할 필요가 있다.
- (2) 검출된 과전류가 설계전류를 초과하면 선도체를 차단해야 하지만, 중성선을 차단할 필요는 없다.
- (3) 모두 단락전류로부터 중성선을 보호해야 한다.

- 2) IT 계통

- (1) 중성선을 배선하는 경우 중성선에 과전류검출기를 설치해야하며, 과전류가 검출되면 중성선을 포함한 해당 회로의 모든 충전도체를 차단해야 한다. 다음의 경우에는 과전류검출기를 설치하지 않아도 된다.

- (2) 과전류검출기 생략조건

- ① 설비의 전력 공급점과 같은 전원 측에 설치된 보호장치에 의해 그 중성선이 과전류에 대해 효과적으로 보호되는 경우
- ② 정격감도전류가 해당 중성선 허용전류의 0.2배 이하인 누전차단기로 그 회로를 보호하는 경우

- 3) 중성선의 차단 및 재폐로

중성선을 차단 및 재폐로하는 회로의 경우에 설치하는 개폐기 및 차단기는 차단 시에는 중성선이 선도체보다 늦게 차단되어야 하며, 재폐로 시에는 선도체와 동시 또는 그 이전에 재폐로 되는 것을 설치하여야 한다.

2-3. 연면적 80000㎡ 지하5층, 지상 25층 오피스빌딩의 전기설비를 기획하시오.

해설

☞교재 상권 1장 수변전설비 계획 및 설계 43쪽 참고(유사문제)

2-4. 옥내 조명설계에서 좋은 조명의 조건과 조명설계순서에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 하권 17장 조명설비 363쪽 참고

1. 개요

조명설계시 물체가 명확히 보이고 피로를 덜 수 있는 대로 적게하는 효과를 내어야 한다.

또한 사람의 심리를 움직이게 하는 기분이나 분위기를 충족하도록 종합적인 검토가 필요하다.

2. 좋은조명의 조건

1) 조도

- (1) 조도를 높이면 명시 조건은 충족시킬 수 있지만 설비비 증가
- (2) 조도를 높이면 유지관리비 증가 및 눈부심이 발생할 우려
- (3) 따라서 용도에 따라 알맞은 적절한 조도선정(KS A3011)이 필요

※ 작업 종류에 따른 조도 기준(KSA 3011)

구분	초정밀	정밀	보통	거친	단순
평균조도(lx)	2,500	1,000	400	200	100

2) 휘도분포(광속발산도 분포=밝음의 분포)

시야 내 광속발산도의 분포가 고르지 못하면 물체의 보임이 나빠지고 대상물을 보는데 피곤함을 느낌

3) 눈부심

- (1) 영향 : 불쾌감, 피로감, 사고유발, 시환경 저해
- (2) 원인 : 고휘도 광원, 시선 부근 노출광원, 반사 및 투과,눈의 입사광속과다등
- (3) 대책 : 저휘도 광원, 간접조명방식, 루버 및 글로브 채용, 글레어 존 피함

4) 그림자(그늘)

작업자와 광원, 작업면과 물체 위치가 나쁘면 그림자 발생 가장 밝은 곳과 어두운 곳의 광속발산도 비가 2:1~6:1 범위 이상적

5) 분광분포

일반적으로 사람의 눈은 주광에 적응되어 주광색이 가장 좋음 장파장 광원은 따듯한 느낌을 주고, 단파장 광원은 시원한 느낌을 줌

- 6) 심리적 효과
 - 밝은 날, 옥외환경과 비슷한 느낌이 이상적임
 - 실내 마감 밝기의 순서는 천장>벽>바닥의 순서가 이상적임
- 7) 미적 효과
 - 기구는 장식이 없는 단순한 것이 좋고, 배열도 단순한 기하학적 배열
 - 조명기구의 의장은 건축물의 양식과 조화를 이룰것
- 8) 경제성
 - 단순한 염가가 아닌 건축물의 특성에 맞게 설계되어야 함
 - 조명기구와 램프는 효율이 좋고 유지관리가 용이한 설비를 사용할 것

3. 조명 설계순서

1) 대상물 파악

- (1) 건축물 조건 파악(목적 및 성격, 내부구성, 건축주 의도 등)
- (2) 각 space, 형태 조사(방 치수, 채광창, 마감재, 설비 배치 상태)
- (3) 좋은 조명 요건(명시 조명, 분위기 조명 연출 방식)

2) 광원의 선정

- (1) 광색, 연색성 고려 : 상점, 박물관
- (2) 효율, 수명, 유지 보수 고려 : 고천장, 도로, 터널
- (3) 색온도와 조도 관계 고려

3) 조명기구 선정

- (1) 설치장소 : 매입, 직부, 펜던트, 방습, 방수 등
- (2) 배광 : 직접, 간접, 전반 확산 조명 기구
- (3) 눈부심 : 루버, 글로브, 반사갓, 젯빛 유리구
- (4) 기구효율, 유지보수, 미관, 경제성 고려

4) 조명 기구 간격과 배치

- (1) 광원의 종류, 층고, 가구 및 타설비 배치 감안
- (2) 배광, 휘도분포, 그늘 등 고려
- (3) 균일 조도를 얻기 위해서는 기구 간격을 작게 함

5) 요구조도 결정

설치장소, 작업종류, 경제성 고려(KS, CIE, 조명 설비학회 조도기준 참고)

6) 실(방)지수 계산

(1) 방의 크기 및 형태에 따른 빛의 이용률 정도를 나타내는 Factor

$$(2) \text{실(방)지수 } R = \frac{X \cdot Y}{H(X+Y)}$$

X : 방의 폭

Y : 길이

H : 작업면에서 등기구까지 높이

7) 조명률 결정

(1) 광원에서 나온 빛 중 작업면에 도달하는 빛의 정도

① 조명률 $U = \text{작업면 입사광속} / \text{광원의 전 광속}$

② Table에서 선정(반사율, 조명방식, 기구간격, 실지수 등 Data 고려)

(2) 조명률 영향요소

천장↓, 실지수↑, S/H↑, 반사율 ↑, 직접조명기구 일수록 → 조명률 높다.

8) 감광보상률($\frac{1}{\text{보수율}}$)

(1) 일정기간 경과 후 조도 감소고려, 설계(초기) 조도에 여유를 주는 계수

(2) 조도 감소요인 : 램프 및 기구 열화·노후·오손, 실내 반사면 오손

(3) 적용값 → 직접 조명방식 : 1.3, 간접 조명방식 : 1.5~2.0

9) 광속 및 광원의 크기(3배광법)

$$F = \frac{EAD}{U \cdot N} = \frac{E \cdot A}{U \cdot N \cdot M}$$

F : 개당 광속

D : 감광보상률 = $\frac{1}{M} > 1$

M : 유지율(보수율)

10) 광속 발산도분포 검토

(1) 방(실)계수, 조명방식에 따라 작업 대상물과 작업면과의 광속발산도 계산

(2) 최적의 보임조건 : 허용 한계치 충족

2-5. 건축물 예비전원설비중에서 자가발전설비의 용량산정방법을 국토교통부 설비설계기준(KDS 31 60 20 : 2021 예비전원설비)에 근거하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 11장 예비전원설비 665쪽 참고

1. 개요

발전기 용량 산정은 해당 건축물의 소방부하, 비상부하 및 그 밖의 정전 시에 운전이 필요한 부하 등의 특성을 고려하여 산정할 수 있다.

2. 관련근거

건설기술진흥법 제44조, 동법시행령 제 65조 (KDS 31 60 20 : 2021)

3. 용량 산정방법

발전기 용량 $GP \geq [\Sigma P + (\Sigma P_m - P_L) \times a + (P_L \times a \times c)] \times k$ (kVA)

1) ΣP : 전동기 이외 부하의 입력용량 합계 (kVA)

(1) 고조파발생부하 제외 입력용량

$$P = \frac{\text{부하용량(kW)}}{\text{부하효율} \times \text{역률}}$$

(2) 고조파발생부하의 입력용량 합계 (kVA)

㉓ UPS의 입력용량

$$P = \left(\frac{\text{UPS출력(kVA)}}{\text{UPS효율}} \times \lambda \right) + \text{축전지충전용량}$$

(※축전지충전용량은 UPS용량의 6~10% 적용)

㉔ UPS 제외 입력용량

$$P = \left[\frac{\text{부하용량(kW)}}{\text{효율} \times \text{역률}} \right] \times \lambda$$

※ λ (THD 가중치) : KS C IEC 61000-3-6의 표 6참고.

다만, 고조파저감장치를 설치시 가중치 1.25 적용

2) ΣP_m : 전동기 부하용량 합계(kW)

3) P_L : 전동기 부하 중 기동용량이 가장 큰 전동기 부하용량(kW),

다만, 동시에 기동될 경우에는 이들을 더한 용량으로 한다.

4) a : 전동기의 kW당 입력용량 계수

추천값은 고효율 1.38, 표준형 1.45

다만, 전동기 입력용량은 각 전동기별 효율, 역률을 적용하여 입력용량 환산

- 5) c : 전동기의 기동계수
- ㉠ 직입 기동 : 추천값 6(범위 5~7)
 - ㉡ Y-Δ기동 : 추천값 2(범위 2~3)
 - ㉢ VVVF(인버터) 기동 : 추천값 1.5(범위 1~1.5)
 - ㉣ 리액터 기동방식의 추천 값

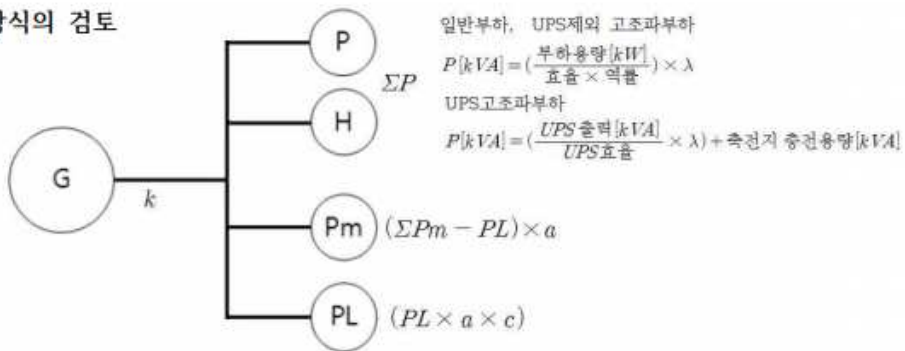
구 분	탭(Tap)		
	50%	65%	80%
기동계수(c)	3	3.9	4.8

- 6) k : 발전기 허용전압강하 계수는 아래 표 참조.
다만, 명확하지 않은 경우 1.07~1.13으로 함.

발전기 허용전압강하계수

구 분		발전기 정수 x_d'' (%)					
		20	21	22	23	24	25
발전기 허용 전압 강하율 (%)	15	1.13	1.19	1.25	1.30	1.36	1.42
	16	1.05	1.10	1.16	1.20	1.26	1.31
	17	0.98	1.03	1.07	1.12	1.17	1.22
	18	0.91	0.96	1.00	1.05	1.09	1.14
	19	0.95	0.99	0.94	0.98	1.02	1.07
	20	0.80	0.84	0.88	0.92	0.96	1.00

GP방식의 검토



2-6. 건축물에 설치하는 비상방송설비의 화재시 배선기준 및 대책과 소방감지기의 종류중에서 이온화식과 광전식을 비교하여 설명하시오.

해설

1. 개요

- 1) 비상방송설비란 화재발생상황을 자동 또는 수동으로 확성기를 통해 방송으로 송출해 주는 장치를 말함.
- 2) 연기감지기는 화재시 발생하는 연기를 감지하여 작동하는 감지기로 이온화식과 광전식 두가지 종류가 있음.

2.비상방송설비의 화재시 배선기준 및 대책

- 1) 화재로 인하여 하나의 층의 확성기 또는 배선이 단락 또는 단선되어도 다른 층의 화재통보에 지장이 없도록 할 것
- 2) 전원회로의 배선은 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 별표 1에 따른 내화배선에 따르고, 그 밖의 배선은 옥내소화전설비의 화재 안전기준(NFSC 102) 별표 1에 따른 내화배선 또는 내열배선에 따라 설치할 것
- 3) 전원회로의 전로와 대지 사이 및 배선상호간의 절연저항은 「전기사업법」 제67조에 따른 기술기준이 정하는 바에 따르고, 부속회로의 전로와 대지 사이 및 배선 상호간의 절연저항은 1경계구역마다 직류 250V의 절연저항측정기를 사용하여 측정한 절연저항이 0.1MΩ 이상 일것
- 4) 비상방송설비의 배선은 다른 전선과 별도의 관·덕트(절연효력이 있는 것으로 구획한 때에는 그 구획된 부분은 별개의 덕트로 본다) 몰드 또는 폴박스등에 설치할 것. (다만, 60V 미만의 약전류회로에 사용하는 전선으로서 각각의 전압이 같을 때에는 예외)

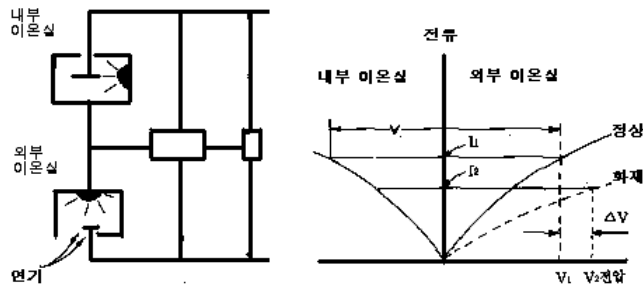
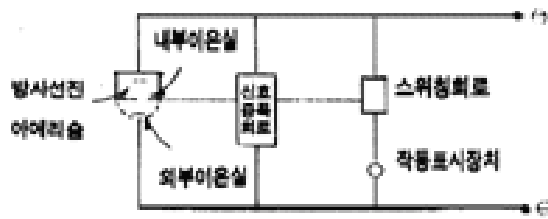
3. 이온화식과 광전식 연기감지기

1) 이온화식 연기감지기

- (1) 이온화식은 검지부에 연기가 들어가는 것에 의해 이온전류가 변화하는 것을 이용하여 동작하는 감지기

(2) 동작원리

이온화식은 공기를 이온화하고 그 이온이 전하를 운반하므로 미세하지만 공기 속을 전류가 흐르게 하고 그 공간에 미립자가 들어가면 이온을 흡착하여 전하를 뺏기 때문에 흐르던 전류가 감소하는 것을 검출함

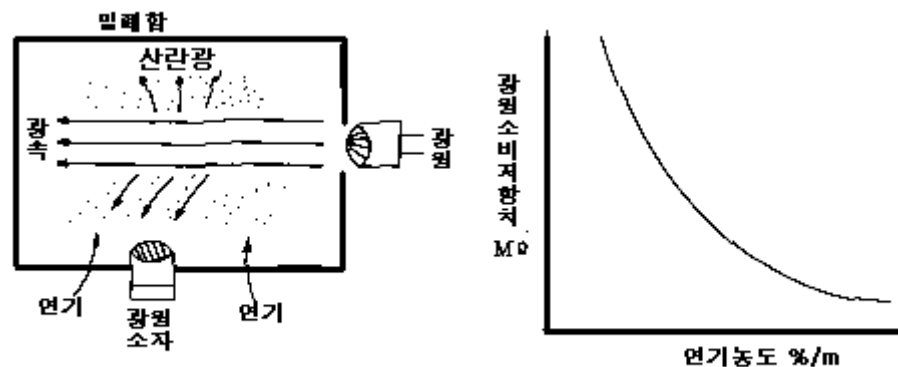


이온화식 연기감지기 구조 및 특성

2. 광전식 연기감지기

- 1) 광전식은 검지부에 연기가 들어가는 것에 의해 광전소자의 입사광량이 변화하는 것을 이용
- 2) 동작원리

Mie의 분산법칙(공기중에 부유하는 작은 입자의 직경이 반사된 빛의 파장보다 길어야만 빛이 반사된다는 것)을 이용한 光電式 연기감지기는 암실 속에 940nm의 중심파장을 가진 적외선을 투사해 물체를 투입하면 그 물체가 다시 광선을 받아 반사하는 광선이 들어갈 수 있는 위치에 수광소자를 설치한 구조로 이 암실에 연기입자가 적외선을 받아 입자의 형상에 따라 다양한 모양으로 광선을 반사하게 된다.



광전식 연기감지기의 구조 및 특성

3) 특징비교

항목	이온화식	광전식
1.주요구성요소	방사선원, 이온챔버, 이온전류 검출부	광원, 광수신부, 출력전압변화 검지부
2.작동원리	연기에 의한 이온전류의 변화 이용	산란광, 감광에 의한 광전지나 광 저항소자의 변화이용
3.가연물 종류	플라스틱제품, 가솔린 등 가연성 액체	느린 혼소가 예상되는 가연물
4.연기의 색	탄소입자를 가져 검은색 연기	회색(옅은 색)연기
5.화재형상	연소속도가 빠른 불꽃화재	연소속도가 느린 혼소화재
6.반응정도	불꽃화재에 의해 생성되는 아주 작은 입자(1 μ m 이하)에 대해 상당히 민감한 반응	혼소화재시 생성되는 크기 1 μ m이상의 눈에 보이는 입자에 대해 훨씬 민감
7.설치장소	육안으로 연소생성물을 식별하기 곤란한 컴퓨터실 등	1. 내부연소장치를 가진 공간, 주방부근, 느린 혼소화재가 예상되는 보호공간

【제3교시】

3-1. 대지고유저항 측정시 대지저항률에 영향을 미치는 요인과 대지저항률의 측정방법에 대하여 설명하시오.

해설

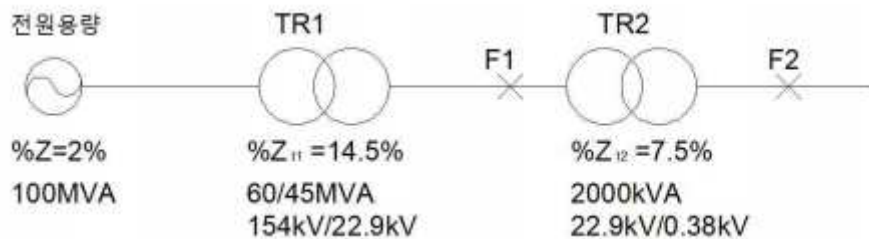
☞교재 상권 8장 접지설비475,472쪽 참고

3-2. 연료전지의 발전원리와 구성요소,종류 및 특징에 대하여 설명하시오.

해설

☞교재 상권 12장 신재생 731쪽 참고

3-3. 아래 그림의 F1과 F2 지점의 3상 단락사고시 단락전류(kA)를 계산하고, 변압기(TR2)1차측과 2차측의 차단기 차단용량을 산정하시오.



해설

1. 고장전류 계산목적

- (1) 차단기 용량 선정
- (2) 기기의 열적, 기계적 강도 검토
- (3) 보호계전기 정정 및 보호협조
- (4) 계통의 경제성, 안정성 검토

2. 단락전류의 계산 Flow

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

2. 임피던스의 환산 (100MVA기준)

- 1) 전원 임피던스 $\%Z=2\%$
- 2) TR1임피던스 $\%Z_{t1}=14.5 \times \frac{100}{60}=24.17\%$ (단,자기용량 60MVA적용)
- 3) TR2임피던스 $\%Z_{t2}=7.5 \times \frac{100}{2}=37.5\%$

3. F1점 사고시 고장계산

- 1) 합성임피던스 $\%Z_1=2+24.17=26.17\%$
- 2) 단락전류 $I_{S1}=\frac{100}{\%Z_1} \times I_N = \frac{100}{26.17} \times \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 22.9} = 9.63 \text{ kA}$
- 3) 단락용량 $P_1 = \frac{100}{\%Z_1} \times P_N = \frac{100}{26.17} \times 100 = 382.1 \text{ MVA}$

4. F2점 사고시 고장계산

- 1) 합성임피던스 $\%Z_2=2+24.17+375=401.17\%$
- 2) 단락전류 $I_{S2}=\frac{100}{\%Z_2} \times I_N = \frac{100}{401.17} \times \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 0.38} = 37.87 \text{ kA}$
- 3) 단락용량 $P_2 = \frac{100}{\%Z_2} \times P_N = \frac{100}{401.17} \times 100 = 24.93 \text{ MVA}$

5. 결론

차단기 표준 차단용량(IEC 규격적용)

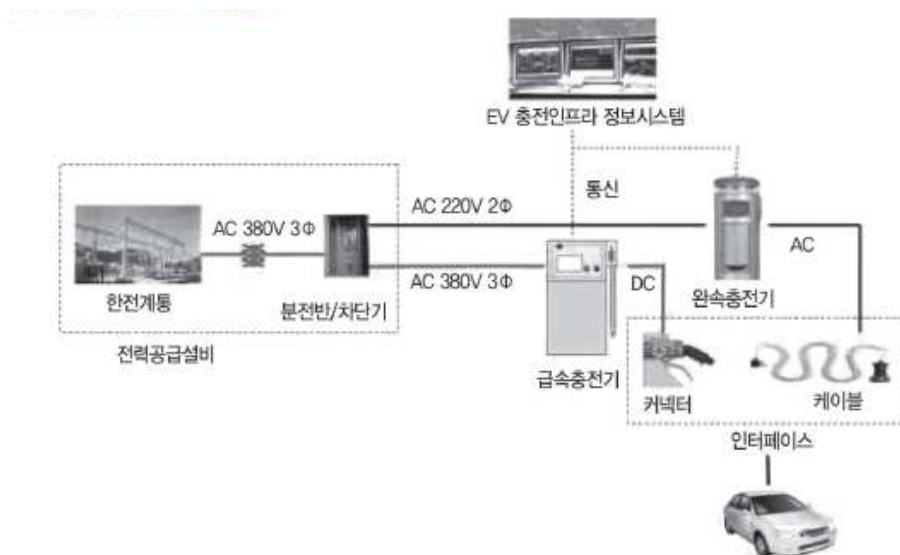
- 1) TR2 1차측 (F1점) : 24kV 12.5kA, 520MVA
($\therefore P_s = \sqrt{3} \times 24 \times 12.5 \div 520 [\text{MVA}]$)
- 2) TR2 2차측 (F2점) : 690V 50kA

3-4. 전기자동차 충전시설에 대하여 설명하고 충전시설 설치를 위한 설계도서 작성시 고려사항에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

- 1) 전기자동차는 전기공급원으로부터 충전받은 전기에너지를 동력원으로 사용하는 자동차로 충전방식으로는 완속충전과 급속충전방식이 있다
- 2) 충전시스템 구성도



2. 전기자동차의 충전장치 시설규정

- 1) 충전부분이 노출되지 않도록 시설하고, 외함의 접지는 KEC140의 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.
- 8) 충전장치의 충전 케이블 인출부는 옥내용의 경우 지면으로부터 0.45 m 이상 1.2 m 이내에, 옥외용의 경우 지면으로부터 0.6 m 이상에 위치할 것.
- 9) 그 밖에 전기자동차 충전설비와 관련된 사항은 KS R IEC 61851-1, KS C IEC 61851-21 및 KS R IEC 61851-23 표준을 참조한다.

3. 설계도서 작성 시 고려사항

- 1) 설치예정지의 지장물 제거.이설 비용, 폐기물 처리비용 포함여부 확인
- 2) 설치위치, 관로 포설경로의 지하매설물 확인
- 3) 전기안전시설 설치관련 내용 반영
 - (1) 충전기 전용 개폐기 및 과전류차단기(과전류차단기는 다선식 전로의 중성극은 제외)와, 전로에 지락이 생겼을 때 자동적으로 그 전로를 차단하는 장치를 포함 (전기설비 기술기준의 판단기준 제170조 및 제221조 참고)
 - (2) 안전사고를 방지하기 위하여 분전함, 충전기 외함 등의 시설물에 대한 접지
- 4) 이용자 보호 시설 설치여부 검토
- 5) 옥외 설치 시 강우, 강설에 대한 설계 검토
- 6) 부식, 감전, 화재, 폭발위험 회피방안 검토
- 7) 환기설비 및 환기설비 안내 표지판 설치여부 검토
- 8) 충전기 보호장치 설치여부 검토
- 9) 전용주차구역 표시 검토

3-5. 유도전동기의 속도제어방식중 인버터(Inverter)제어방식에 대하여 설명하고, 인버터(Inverter)적용시 주의사항에 대하여 설명하시오.

해설

교재 하권 14장 전동기제어128쪽 참고

1. 개요

최근 전력전자 소자에 의한 구동회로와 μ -프로세서, LSI 기술에 의한 제어회로의 발전에 힘입어 유도전동기의 가변속 System으로 인버터 제어방식이 그 주류를 이룸

2. 인버터(Inverter)제어방식

1) V/F제어

출력주파수를 변화시킬 때 출력전압을 동시에 제어하여 전동기의 자속을 일정하게 유지하고, 광범위한 가변속 운전을 하는 장치

2) 슬립주파수 제어

- (1) V/F 제어를 하면서, 전동기의 슬립주파수를 제어하는 기능을 부가하여 유도전동기의 발생 토크를 제어하는 장치
- (2) TG(타코 제너레이터)등으로 속도검출기를 부착하여 원하는 토크제어와 속도제어가 가능한 제어 방식

3) 벡터제어

- (1) 가장 제어성이 좋은 제어방식으로 유도전동기 1차 전류를 계자분 전류와 토크분 전류로 분리 시켜 각각 자유로이 제어하는 방식
- (2) 정밀도나 고속응답이 요구되는 용도에 사용

3. 제어 방식별 특성비교

구분	V/F 일정제어	Slip 주파수 제어	Vector 제어(센서형)
급 가감속 특성/과전류 억제 능력	△	○	◎
과도 응답특성/순시 토크 제어	-	5~10rad/s	30~1000rad/s
Torque 제어	×	△	◎
제어범위	1:10	1:20	1:100 이상
속도 검출여부	검출안함	속도검출	속도, 위치 검출
제어 구성의 간편성/범용성	◎	○	△
제어방식	개루프	폐루프	폐루프
적용방식	저감 토크부하	차량용 가변속 제어	ROBOT, CNC, E/L

4. 인버터(Inverter)적용시 주의사항

1) 고조파발생 대책

- (1) 인버터 입력단에 AC 리액터를 설치하여 전류를 평활하게 하는 방법
- (2) 인버터 내부에 DC 리액터를 설치하여 전류를 평활하게 하는 방법
- (3) AC, DC 리액터를 설치하는 방법
- (4) 인버터 입력을 6 pulse로 만들어 전류를 정형화하는 방법
- (5) PWM 컨버터를 정류부에 사용하는 방법

※ 고조파 평활회로 비교

회로방식	입력전류 파형	고조파 분석	고조파율	비 고
			88%	일반 인버터로 고조파 함유율이 많다.
			43%	인력단에 AC Reactor를 삽입하여 전류를 평활
			37%	인버터 내부에 DC Reactor를 삽입하여 전류 평활
			35%	AC, DC Reactor를 삽입하여 전류 평활을 극대화
			12%	인버터 입력을 6상으로 만들어 전류를 정형파로 만들
			5%	PWM Converter를 정류부로 사용하여 전류를 제어함

2) 서지전압의 대책

- (1) 절연을 강화한 모터를 사용
- (2) 출력리액터 설치 : 전압 상승시간을 억제하여 파고치 제한

(배선 길이가 짧은 경우)

(3) 출력필터 설치 : 필터설치로 모터 단자전압 파고치 억제

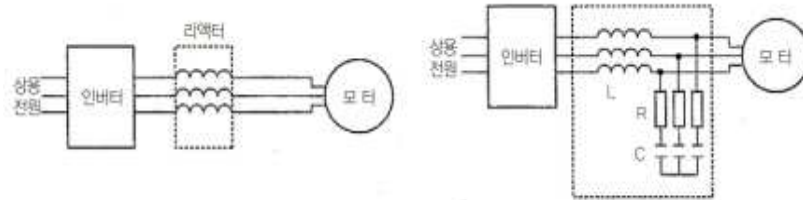


그림 9. Surge 전압의 억제방법

3) 회생에너지의 처리

회생에너지를 처리하는 방법에는 크게 두가지가 있으며,

제동유닛을 설치하여 회생된 에너지를 제동저항에서 소비시키는 방법과, 회생유닛을 설치하여 회생된 에너지를 전원으로 환원시켜 과전압 Trip 없이 연속운전과 더불어 에너지를 절감할 수 있다.

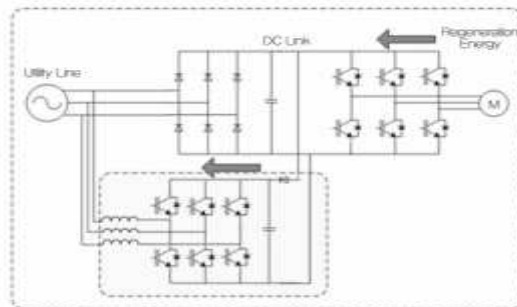


그림 6. 회생유닛 회로도

3-6. 유전율, 투자율, 도전률 및 저항률에 대하여 설명하시오.

해설

1. 유전율(誘電率, permittivity : ϵ)

- 1) 유전율이라 함은 전기장 속으로 유전체를 삽입시킬때 유전체내 분극에 의한 변위를 일으키는 정도
- 2) 전계내에 물체를 놓았을 때 얼마나 잘 전하가 유기되는가, 즉 양측으로 +와 - 전하가 어느정도 분리되서 잘 반응되느냐의 정도이다.

- 3) 매질 내의 전계는 매질에 따라 변하므로, 매질에 따라 변하는 전계 대신에 새로운 물리량을 도입해 매질과는 상관없이 원래 있던 전하 자체에 따라서만 정해지는 전속밀도(electric flux density)를 도입하였다.

$$\text{전속밀도 (D)} = \text{유전율 } (\epsilon) \times \text{전계 (E)}$$

2. 도전율(導電率, conductivity : σ)

- 1) 도체의 고유전기저항의 역수로서 물질 내에서 전류가 잘 흐르는 정도를 나타낸다.
- 2) 또한 도전율을 전기전도율, 또는 전기전도도라고 하는데, 전기전도도는 전기저항의 역수, 즉 컨덕티스를 뜻하는 경우도 있다.
- 3) 도체 내에서 흐르는 단위면적당 전류를 도전전류밀도(conduction current density)라고 하면,

$$\text{전류밀도 (J)} = \text{도전율 } (\sigma) \times \text{전계 (E)}$$

의 관계가 성립한다.

3. 투자율(透磁率, permeability : μ)

- 1) 물질의 자기적 성질을 나타내는 양을 말한다. 자기유도용량이라고도 하며 자기장의 영향을 받아 자화(magnetization)할 때에 생기는 자기력선속밀도(磁氣力線束密度)와 자계의 진공 중에서의 세기의 비를 말한다.
- 2) 즉, 자력선을 얼마나 통과하기 쉬운가를 나타낸 것이다.
보통의 물질, 즉 상자성체(常磁性體)나 반자성체에서는 거의 1에 가깝고, 그 값도 물질의 종류에 따라 정해지는데, 철 등의 강자성체나 페리자성체 등에서는 극히 큰 값을 나타내며, 그 값은 자성체의 자기적인 이력(履歷)이나 자기장의 세기에 따라 변한다.
- 3) 자계 대신에 매질의 영향을 고려할 수 있는 새로운 물리량, 즉 자속밀도(magnetic flux density)인 B 를 도입.

$$\text{자속밀도 (B)} = \text{투자율 } (\mu) \times \text{자계 (H)}$$

4. 저항률 (또는 比抵抗, resistivity)

- 1) 물질이 전류의 흐름에 얼마나 세게 맞서는지를 측정한 물리량으로, 도전율의 역수다.
저항률이 낮다는 것은 물질이 전하의 움직임을 덜 방해한다는

뜻이다.

2) 저항률의 SI 단위는 옴미터이다.

5. 유전율, 도전율, 투자율 관계

구 분	유 전 율(ϵ)	도 전 율(σ)	투 자 율(μ)
개 념	유전체(부도체)의 전기적인 특성	도체의 물질내 전류가 흐르는 정도	물질의 자기적 성질을 나타내는 양
단 위	F / m	A / V	H / m
매 질	유 전 체	도 체	자계의 관점
밀 도	전속밀도 (D) = $\epsilon \cdot E$	전류밀도 (J) = $\sigma \cdot E$	자속밀도 (B) = $\mu \cdot H$

【제4교시】

4-1. 22.9kV 특고압 수전방식의 종류를 열거하고 설명하시오.

해설

☞교재 상권 1장 수변전설비 계획 및 설계 3쪽 참고

4-2. 한국전기설비규정(KEC)에 의해 건축물 배선설비 선정 및 시공시 외적영향과 관련된 중요한 고려사항과 케이블 굽기(저압전동기 분기회로)산정시 고려사항에 대하여 설명하시오.

해설

1. 배선설비 선정 및 시공시 외적영향 관련 고려사항

- 1) 주위온도
- 2) 외부 열원
- 3) 물의 존재(AD) 또는 높은 습도(AB)
- 4) 침입고형물의 존재(AE)
- 5) 부식 또는 오염 물질의 존재(AF)
- 6) 충격(AG)
- 7) 진동(AH)
- 8) 그 밖의 기계적 응력(AJ)
- 9) 식물과 곰팡이의 존재(AK)
- 10) 동물의 존재(AL)
- 11) 태양 방사(AN) 및 자외선 방사
- 12) 지진의 영향(AP)
- 13) 바람(AR)
- 14) 가공 또는 보관된 자재의 특성(BE)
- 15) 건축물의 설계(CB)

2. 저압전동기 분기회로 케이블 굽기산정시 고려사항

1) 도체와 과부하 보호장치 사이의 협조 (KEC 212.4.1)

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

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \dots\dots\dots (\text{식 } 212.4-1)$$

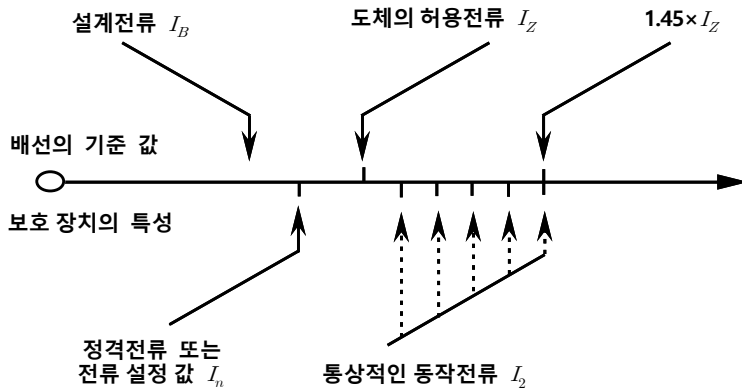
$$I_2 \leq 1.45 \times I_Z \dots\dots\dots (\text{식 } 212.4-2)$$

I_B : 회로의 설계전류

I_Z : 케이블의 허용전류

I_n : 보호장치의 정격전류

I_2 : 보호장치가 규약시간 이내에 유효하게 동작을 보장하는 전류



(과부하 보호 설계 조건도)

2) 케이블 굵기산정시 고려사항(안전공사 검사판정기준 120절)

No	고려사항	비고
1	설계전류(I_B), 전동기 정격전류(I_m)	간선일 경우 역률, 수용률 등 고려하여 설계전류 선정
2	보호장치의 정격전류(I_n)	I_B (부하전류) $\leq I_n$ (차단기 정격전류) $\leq I_Z$ (도체의 허용전류)
3	부하 운전시 허용전압강하	비전동기 부하 시 간이계산식 사용 가능
4	단락전류(I_{Fmin})에 의한 도체의 온도상승	$t_Z = \left(\frac{S \times k}{I_{Fmin}}\right)^2$ [S :도체의 단면적, k : 절연물에 의한 상수 I_{Fmin} : 최소단락전류(A)]
5	전동기 기동시 허용전압강하 고려	$\varepsilon = \frac{\Delta V}{V} \times 100 = \frac{k \times I_i \times (R \cos \theta_s + X \sin \theta_s)}{V}$
6	전동기 운전시 허용전압강하 고려	$\varepsilon = \frac{\Delta V}{V} \times 100 = \frac{k \times I_m \times (R \cos \theta + X \sin \theta)}{V}$
7	전동기 기동전류(I_i)에 의한 도체의 온도상승을 고려한 단면적	$S = \frac{I_m \times \beta \times \sqrt{t_m}}{k} \times \alpha$ (β : 전전압 기동배율, t_m : 기동시간, α : 여유계수, k : 절연물에 의한 상수)

4-3. VE(Value Engineering)에 대하여 설명하시오.

해설

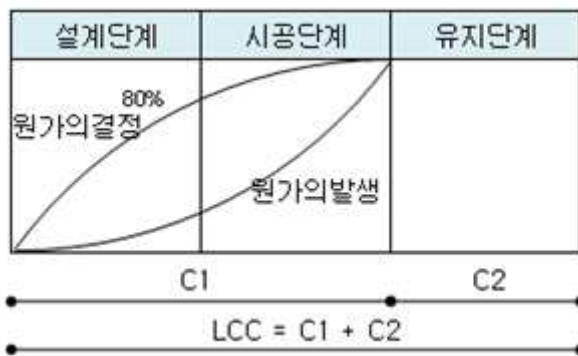
1. VE의 정의

최소의 생애주기비용으로 시설물의 필요한 기능을 확보하기 위한 대안창출과 여러전문분야의 협력을 통해 수행되는 체계적인 프로세스

2. VE의 개념

- 1) 기능(Function)을 향상 또는 유지하면서 비용(Cost)을 최소화하고 가치(Value)를 극대화 시키는 것
- 2) 효과적인 VE는 LCC가 최소일 때

$$V(\text{가치}) = \frac{F(\text{기능})}{C(\text{비용})}$$



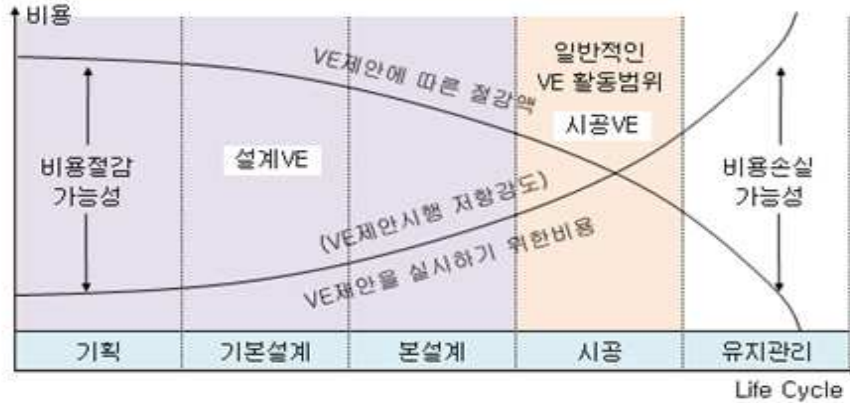
3) 가치향상 유형

구분	비용절감형	기능향상형	가치혁신형	기능감조형
기능(F)	유지 →	증가 ↗	증가 ↗	증가 ↗
비용(C)	감소 ↘	유지 →	감소 ↘	증가 ↗

3. VE의 목표

- 1) 원가절감 및 시공품질 향상을 위한 설계 대안 발굴
- 2) 시공성 개선 및 실행공사비 절감을 위한 시공공법 발굴
- 3) 공사기간의 단축 및 설계단계에서 미비점 개선
- 4) 전 공정에 대한 설계개선안 도출
- 5) 신기술 신자재 발굴을 통한 이익 극대화

4. VE적용시기와 효과



5. VE제안의 분류

- 1) VEP(Value Engineering Proposal): 설계VE
 - (1) 계획 및 설계에서 제안된 VE 대체안
 - (2) 발주자가 VE팀을 편성하여 프로젝트 전체비용 및 LCC절감을 목적으로 대안제시
- 2) VECP(Value Engineering Change Proposal): 시공VE
 - (1) 시공단계에서 시공자가 제안한 VE 대체안
 - (2) 설계변경을 수반, 공기차질 초래 가능성

6. VE 단계별 추진절차

- 1) 준비단계
 - (1) 관련자료 수집
 - (2) 사용자의 요구사항 수렴
 - (3) VE 대상의 선정
- 2) 분석단계
 - (1) 기능분석
 - (2) 아이디어의 창출
 - (3) 개략적 평가 및 구체화
 - (4) 상세한 평가 및 대안의 구체화
 - (5) 제안
- 3) 실행단계
 - (1) 시행 및 후속조치
 - (2) 종료

4-4. 메쉬(Mesh)접지설계를 단계별로 구분하여 각 단계별 작업내용 및 설계요소를 설명하고, 접지 목표값에 도달하지 못한 경우 수정해야하는 설계요소에 대하여 설명하시오.
(단,접지설계는 IEEE Std.80에 따른다)

해설

☞교재 상권 8장 접지설비 427쪽 참고

4-5. 22.9kV-y동심중성선 케이블의 종류중에서 대표적으로 많이 사용되는 3가지 케이블을 열거하고 설명하시오.

해설

☞교재 하권 13장 전력간선 39쪽 참고

1. 개요

- 1) 동심중성선 CV케이블은 CV케이블의 차폐층(동테이프)을 동선으로 대체하여,다중접지계통의 중성선으로 사용하고 부하전류나 다중접지계통의 과대한 지락전류를 흘릴 수 있도록 제작한 것.
- 2) 22.9kV-Y 다중접지계통에서 지중배전이나 수용가의 수전설비 인입케이블로 널리 사용.

2. 22.9kV-Y 동심 중성선 Cable의 기술변천

1세대	2세대	3세대	4세대	5세대
CV-CN	CN-CV	CNCV-W	FR-CN/CO-W	TR-CN/CV-W
일반형 (PVC 시즈)	차수형 (PVC/PE)	수밀형 (PVC/PE)	난연형 (폴리올레핀)	수Tree 억제형
폐기됨			사용중	

3.동심 중성선 Cable의 종류(대표적 3가지)

1) CN/CV-W 케이블

- (1) 명칭 : 동심중성선 가교폴리에틸렌절연 수밀형 비닐시즈 케이블
- (2) 구조 :
중성선층의 수밀처리 외에 도체부분까지 수밀처리한 케이블로

도체를 구성하는 원형소선을 압축연선하고, 수밀컴파운드를 소선사이에 충전하여 도체에 수분침투를 방지하는 구조이다.



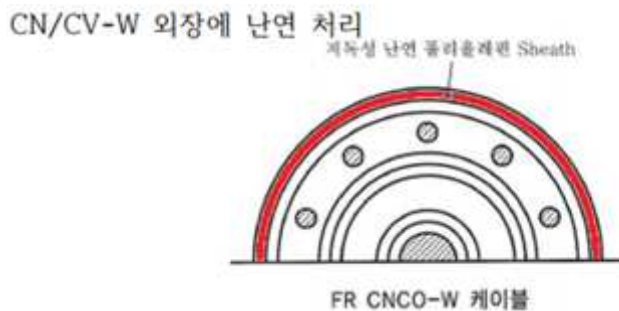
(3) 특징 : 중성선 및 도체차수

2) FR-CN/CO-W 케이블

(1) 명칭 : 동심중성선 가교폴리에틸렌절연 폴리올레핀시즈 난연 케이블

(2) 구조 : CNCV 에서 비닐시즈(재질 : PVC)를 무독성 난연 시즈로 대체한 것이다.

무독성 난연 수지로서 할로겐프리 폴리올레핀이 사용되고 있다.



(3) 특징 ; 중성선 및 도체차수 + 외장난연

3) TR-CN/CV-W 케이블

(1) 명칭 : 동심중성선 수트리억제형 가교폴리에틸렌절연 수밀형 비닐시즈 케이블

(2) 구조 :

CNCV-W에서 절연체로 사용되는 가교폴리에틸렌을 수트리 억제형 가교폴리에틸렌으로 대체한 것이다.



(3) 특징 : 중성선 및 도체차수 + 절연체 수트리억제

4-6. 변압기의 전기적보호장치와 기계적 보호장치에 대하여 설명하시오

해설

☞교재 상권 10장 보호계전 582쪽 참고