

건축전기설비기술사
문 제 해 설

[제 123회]

【제1교시】

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각10점)

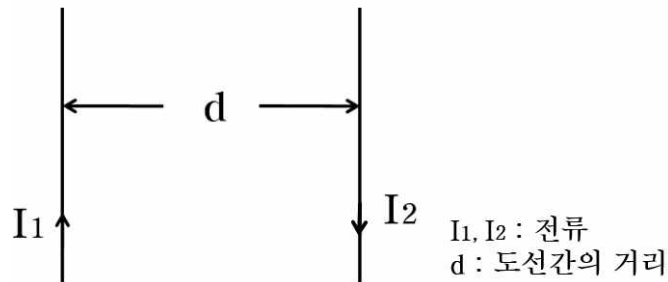
1. 건축전기설비의 설계 시 종합방재실의 설치목적과 타 공종(건축, 기계, 소방, 자동제어 등) 협의사항에 대하여 설명하시오.
2. 변압기의 절연방식 중 저감절연 및 단절연을 하는 이유와 이점을 설명하시오.
3. 단락사고 시 단락전류의 Peak 값이 1/2 cycle에서 최대가 되는 이유를 설명하시오.
4. 고조파의 발생원인과 저감대책을 설명하시오.
5. XLPE케이블에서 발생하는 열화 중 수트리(Water Tre)의 발생원인 및 발생 부위별 분류 3종류를 간단히 설명하시오.
6. 건축전기설비에서 사용되는 플로어덕트(Floor Duct)공사방법의특징 및 유의사항에 대하여 설명하시오
7. 2021년 1월부터 변경시행되는 다음사항을 설명하시오.
 - 1) 전압의 종별구분(KEC111.1)
 - 2) 전선의 식별(KEC 121.2)
 - 3) 전로의 사용전압에 따른 시험전압과 저압전로의 최소 절연저항(전기설비 기술기준 제52조)
 - 4) 특별저압의 구분(전기설비기술기준 제52조)
8. 건축전기설비 설계기준에서 간선의 배선방식에 대하여 그림을 그리고 각각에 대하여 설명하시오.
9. 박물관이나 미술관의 전시실이 조명에 의해서 손상되는 원인과 그 방지 대책을 설명하시오.
10. 전기용접기와 같은 특성의 부하에 이용되는 자기누설변압기의 원리를 설명하시오.

11. 가시광선의 파장범위와 자외선 및 적외선을 이용한 광원에 대하여 각각 설명하시오.
12. 계측기용 변류기와 보호계전기용 변류기의 과전류 특성을 설명하시오.
13. 태양광 발전설비의 주요 구성과 Hotspot 현상을 설명하시오.

【제2교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 전기회로에서 선로정수(Line Constants)의 구성요소 및 각각의 특성을 설명하시오.
2. 정보설비에서 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 신호구성의 4가지 요소(주파수, 진폭, 위상, 파형)
 - 2) 전파의 성질 및 주파수 범위에 따른 분류
3. 아래 그림을 이용하여 도선에 흐르는 전류에 의해서 각 도선이 받는 단위길이당 힘을 구하고,플레밍의 왼손법칙을 설명하시오.



4. 전력계통의 다음사항을 각각 설명하시오
 - 1) 기준충격 절연강도 (BIL)
 - 2) 절연협조의 정의 및 고려사항
5. 분산형전원의 특징을 설명하고, 배전계통 연계 시 설비 운영상 문제점 및 대책을 설명하시오.
6. 비행장 등화의 종류와 설치기준에 대하여 설명하시오.

【제3교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 조도측정에서 단위구역별 평균조도 측정방법을 1점법, 2점법 및 5점법으로 설명하시오.
2. 내진설계 대상 건축물과 수변전설비의 내진설계에 대하여 설명하시오.
- 3.인텔리전트 빌딩(Intelligent Building)에서 LAN(Local Area Network)의 정의와 분류,구성 및 동작을 설명하시오.
4. 발전소내의 전선로의 선정과 공사방법에 대하여 설명하시오.
5. KS C IEC 6079-10-01에서 폭발위험 장소의 구분과 관련하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 위험장소(0종, 1종, 2종, 폭발 비위험 장소)
 - 2) 누출등급(연속누출등급, 1차 누출등급, 2차 누출등급) 및 결정조건
 - 3) 개구부의 종류(A, B, C, D형) 및 누출등급에 대한 개구부의 영향
 - 4) 폭발위험 장소의 범위 선정 시 고려사항
6. 차단기 개폐서지 종류와 특징을 설명하고, 고압 및 저압측 대책을 설명하시오.

【제4교시】

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 자가용 수전설비 계획 시 설계순서, 고려사항 및 에너지절감 대책을 설명하시오.
2. 영상변류기의 원리를 설명하고, 중성점 직접 접지식 전로와 비접지식 전로의 지락보호를 각각 설명하시오.
3. 스키장 분위기, 이용객의 눈부심 및 안전을 고려하여 야간조명설비 설계를 설명하시오.
4. KS C IEC 60364 및 KSC IEC 62305-1의 규격에서 정하는 과전압보호에 대하여 설명하시오.
5. 농형유도전동기의 기동방식을 설명하시오.
6. 기존 전력망과 스마트 그리드(Smart Grid)의 주요 특징을 비교하고 스마트 그리드구축에 따른 산업변화 전망을 설명하시오.

【제1교시】

1-1. 건축전기설비의 설계 시 종합방재실의 설치목적과 타 공종(건축, 기계, 소방, 자동제어 등)협의사항에 대하여 설명하시오

해설

1. 종합방재실의 설치목적

- 1) 평상시에는 일상의 재해예방에 필요한 방재설비의 점검, 유지관리, 방재훈련의 실시 등을 포함한 방재관리를 하고
- 2) 화재 등의 재해 발생 시 소방관서 통보, 건물 내의 사람들에게 정보전달, 피난유도, 구조 활동, 소화활동 등을 유기적으로 시행하여 피해를 최소화하기 위하여 설치한다.

2. 종합방재실이 갖추어야 할 기능

- 1) 일반 방재설비의 관리 및 방재활동을 용이하게 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.
- 2) 화재의 조기발견, 안전한 피난유도, 초기 소화 작업이 용이하고 비상사태 발생 시 사태진압이 용이한 기능을 갖추어야 한다.
- 3) 소방기관에 신속한 연락 및 본격적인 소화진압을 위한 지휘통제가 용이한 기능을 갖추어야 한다.

3. 종합방재실 공간 계획 상 공종 간 협의사항

- 1) 건축, 기계 설비, 정보 통신, 장비 위치 협의
- 2) 가능한 MDF(main distribution frame)실 인접 설치 협의
- 3) 투시창 설치 협의
- 4) 이중 바닥 구조 Aces Flor 협의
- 5) 출입 통제의 구조 협의
- 6) 냉·난방 및 환기 시스템 협의
- 7) 화재 수신반, CTV(closed circuit televison) 감시반, 음향 장비, 신재생 모니터링 등 연동 연계 설치 협의
- 8) 배치 뒷면 유지 보수 공간 확보 협의

1-2. 변압기의 절연방식 중 저감절연 및 단절연을 하는 이유와 이점을 설명하십시오.

해설

1. 개요

- 1) 외부이상전압에 대해서는 피뢰기 제한전압 이하로 억제시켜 절연협조를 시키고 내부이상전압인 개폐서어지, 상용주파 과전압등은 기기 자체의 절연레벨로 견디는 강도가 되어야 하며,
- 2) 변압기의 절연방식은 전절연, 균등절연, 저감절연, 단절연방식이 있다.

2) 저감절연

(1) 개념

- ① 유효접지계통에서는 1선 지락시 “건전상의 전위 상승이 정격 상전압의 1.3배”를 넘지 않으므로 비 유효접지계의 BIL보다 낮출 수 있는데 이를 저감절연이라 한다.
- ② 저감절연에서 절연계급(호)은 공칭전압[KV]을 1.1로 나눈값 보다 낮은 것을 말함
- ③ 절연계급의 수치는 공칭회로전압의 약 80[%]정도임.
가. 22.9[kV] → 절연계급 : 20
나. 154[kV] → 절연계급 : 120

(2) 특징

- ① 정격전압이 낮은 피뢰기 사용이 가능함

- ② 전절연에 비해 절연레벨이 낮음

(3) 154[kV] 계통의 절연레벨(BIL)

저감절연 → 120호 × 5 + 50 (5E+50) → 650[kV] 이상(FULL Wave 충격시험전압)

3) 단절연

(1) 개념

- ① 유효접지 계통에 접속되는 권선에 채용하는 방식
- ② 직접접지 계통의 경우 변압기 중성점이 항상 0전위를 유지하므로 선로 축으로부터 중성점으로 갈수록 단계적으로 절연기준을 낮추어서 적용하

는 것을 단절연이라 한다.

- ③ 변압기 중성점을 기준으로 계단식으로 절연레벨을 정하는것으로써 중성점으로 갈수록 절연레벨이 낮아지며 기기의 이상전압 억제를 통해 경제적 계통구성이 가능함

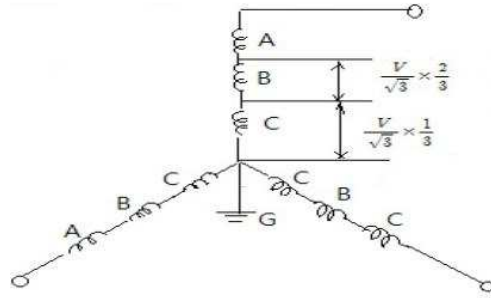


그림) 변압기 단절연 예

(2) 특징

- ① 절연강도는 선로측은 강하고 중성점쪽으로 갈수록 약함
- ② 변압기의 치수, 중량이 경감됨
- ③ 경제적 설계가 가능함

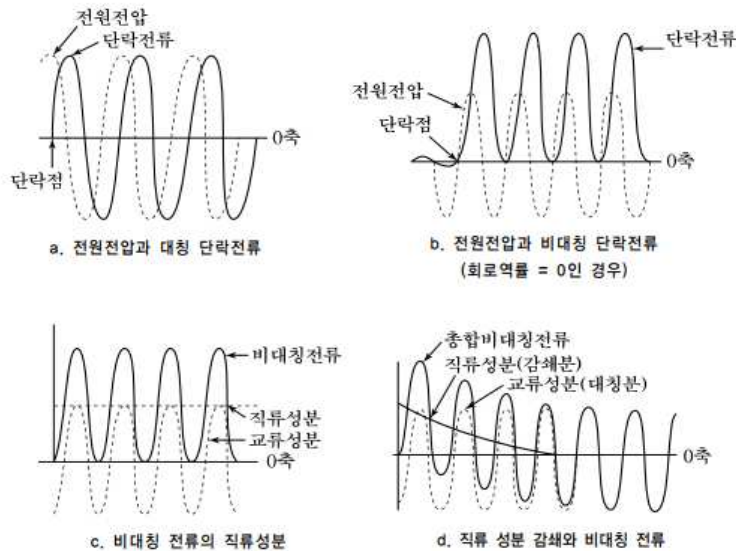
1-3. 단락사고 시 단락전류의 Peak 값이 1/2 cycle에서 최대가 되는 이유를 설명하시오.

해설

1. 단락사고 시 단락전류의 Peak 값이 1/2 cycle에서 최대가 되는 이유

- 1) 리액턴스로만 구성되어 있는 회로에서 전원 전압파의 파고점에서 단락이 발생하면 단락전류는 0에서(전압보다 90. 늦은 점) 출발하여 전압파에 대하여 회로역률각과 같은 90. 늦은 X축에 대칭인 사인(sine) 곡선을 그리게 된다.(그림 a 참조)
- 2) 반면 단락사고가 전원 전압파 0인 점에서 발생하면 전류는 0에서 출발하나 이 단락전류는 전압보다 90. 늦으므로 최대 전류는 다음의 전압 0인 점(사고 점에서 180. 되는 점)이 되어, X축에 대칭인 사인곡선을 그리지 않고 파고치에서의 단락 전류보다 90. 늦고 동시에 Y축의 위 방향(+방향)으로 대칭 전류의 파고치만큼 이동하게 된다.(그림 b 참조)
- 3) 이 두 가지 경우는 모두 회로 역률이 0인 경우로 극단적인 예를 든 것이다. 따라서 최대 비대칭 단락전류는 전압파 0인 점에서 단락이 발생하였을 때로써 단락 발생 후 1/2 cycle되는 점의 파고치임을 알 수 있다.

이에 따라 비대칭 전류의 계산은 교류대칭, 직류의 2가지 성분으로 나누어 분석한다. 직류분의 감쇄 곡선은 전원계통 회로의 저항과 리액턴스, 즉 회로 시정수(Time Constant)와 시간에 따라 감쇄하여 간다.



1-4. 고조파의 발생원인과 저감대책을 설명하시오.

해설

1. 개요

- 1) 기본이되는 주파수 60(Hz)를 가진 파형을 기본파라고 하며 기본파의 정수배에 해당하는 주파수를 가진 파형을 고조파라 한다.
- 2) 주로 120(Hz) ~ 3(kHz) 주파수를 고조파라 한다.

2. 고조파 발생원인

- 1) 전력 변환장치 (Inverter, Converter, UPS, 등)
- 2) 아크로, 전기로, 등
- 3) 형광등 전자식 안정기
- 4) 회전기기 : 철심포화에 의한 경우
- 5) 변압기 : 철심포화 특성이 여자돌입전류에 의한 경우

3. 고조파 저감대책

1) 발생원측 대책

① 전력변환기 多 Pulse화

$$I_n = K_n \times \frac{I_1}{n} \quad n = mP \pm 1 \quad (m: 1, 2, 3 \dots P: \text{펄스출력})$$

. 고조파 차수가 높을수록 고조파는 현저히 감소

. 고조파전류 억제방법 중 가장 좋은 방법이나 Thyristor 소자 수 증가로 설치공간과 비용이 크게 증가

② 리액터 설치(AC 및 DC)

- . AC 리액터는 부하측에서 전원측으로 고조파 확산 방지
- . DC 리액터는 리플을 방지

③ 필터설치

구 분		내 용	구 성 도
수동 필터	동조 필터	특정 주파수에서, 저 임피던스가 되는 필터. CLR의 직렬공진 회로로 구성.	
	고차 필터	넓은 주파수 대역에서, 저 임피던스가 되는 필터. 일반적으로, 동조필터로 흡수한 고조파 이외의 고조파를, High Pass Filter로 흡수.	
능동필터		역 위상의 고조파를 발생시켜 서로 상쇄함.	

- ④ PWM 제어방식 채용.
- ⑤ 콘덴서에 직렬리액터 설치.

2) 계통측 대책

① 계통 분리

고조파 부하용 변압기 및 배전선을, 일반부하용과 분리하여 전용화

② 전원 단락용량의 증대

부하의 고조파 발생량 I_n 은 고조파 전압 V_n 과 비례하고. ($V_n = X_L \cdot I_n$)
전원 단락용량을 크게하면 역비례하여 작아진다.

3) 피해 기기측 대책

① 장애기기의 고조파 내량 증대

② 직렬 리액터와 전력용 콘덴서의 운용개선

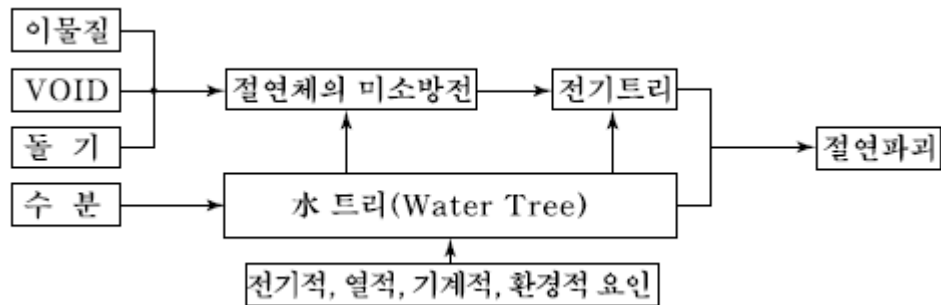
③ 변압기, 전동기, 발전기, UPS, 케이블, 차단기, 등의 용량을 여유 있게 설계

1-5. XLPE케이블에서 발생하는 열화 중 수트리(Water Tre)의 발생원인 및 발생부위별 분류 3종류를 간단히 설명하시오.

해설

1. 개요

케이블 내부 및 외부 반도체층과 절연체의 경계에 수분침투에 의한 전계집중으로 발생하는 Tree 형태



2. 수트리 발생원인

1) 제조시

- (1) 습식가교시
- (2) 건식가교시 : 화학 반응에 의해 H₂O형성

2) 운반보관시

- (1) 드럼 케이블 단말캡 불량

3) 시공시

- (1) 외피손상
- (2) 전주 입상시 수분 침투

4) 운영유지시

- (1) 맨홀 우수 침수

3. 수트리의 종류 및 특징

1) 종류

(1) Vented 트리

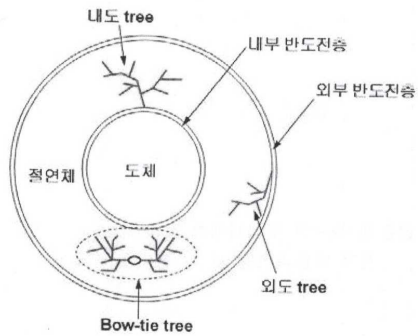
- { 내도 Tree : 내부 반도체층에서 발생 (도체내부 수분 침투시)
- { 외도 Tree : 외부 반도체층에서 발생 (외피 손상시)

- ① 내도와 외도를 합친 모양
- ② 수지상으로 확대
- ③ 가장위험

(2) Void 水 tree : 절연체 중의 공극에서 발생

(3) Bow tie 트리

- ① 이물질이나 공극에 의해 발생
- ② 절연물 내부에서 확장



1-6. 건축전기설비에서 사용되는 플로어덕트(Floor Duct)공사방법의 특징 및 유의사항에 대하여 설명하시오

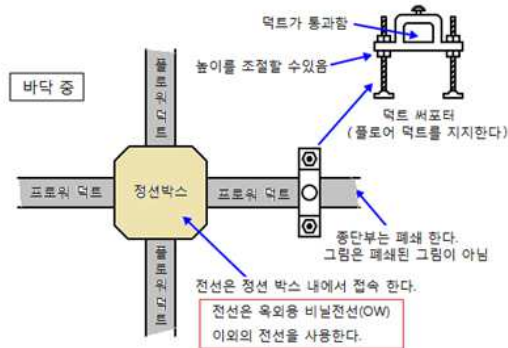
해설

1. 개요

플로어덕트설비란 책상이나 바닥 위에 설치되는 사무기기 등에 전원이나 전화선, 통신선 등을 배선하기 위해, 바닥에 배선용 덕트를 매설하는 시설을 말한다.

2. 공사방법의 특징

- 1) 배선을 인출하는 방법은, 일정한 길이로 설치된 인서트 부분의 마루에 구멍을 열고, 이것에 콘센트가 필요한 경우에는, High tension 아웃렛을 설치하고, 전화선을 인출하는 경우는, Low tension 아웃렛을 설치하여 사용한다.
- 2) 설치상세도



3. 유의사항

- ① 절연전선을 동일 플로어덕트내에 넣을 경우, 플로어덕트의 크기는 전선의 피복절연물을 포함한 단면적의 총합계가 플로어덕트내 단면적의 32%이하가 되도록 선정한다.
- ② 덕트 상호 및 덕트와 박스 또는 인출구와의 접속은 견고하고 또한 전기적으로 완전하게 접속한다.
- ③ 덕트 및 박스 그밖의 부속품은 물이 고이는 부분이 없도록 시설한다.
- ④ 박스 및 인출구는 플로어면에서 돌출하지 아니하도록 시설하고 또한

물이 스며들지 아니하도록 밀봉한다.

⑤ 덕트의 끝부분은 막는다.

⑥ 접속함간의 덕트는 일직선상에 시설하는 것을 원칙으로 한다.

1-7. 2021년 1월부터 변경시행되는 다음사항을 설명하시오.

- 1) 전압의 종별구분(KEC111.1)
- 2) 전선의 식별(KEC 121.2)
- 3) 전로의 사용전압에 따른 시험전압과 저압전로의 최소 절연저항(전기설비 기술기준 제52조)
- 4) 특별저압의 구분(전기설비기술기준 제52조)

해설

1. 전압의 종별구분(KEC111.1)

이 규정에서 적용하는 전압의 구분은 다음과 같다.

- 1) 저압: 교류는 1 kV 이하, 직류는 1.5 kV 이하인 것.
- 2) 고압: 교류는 1 kV를, 직류는 1.5 kV를 초과하고, 7 kV 이하인 것.
- 3) 특고압: 7 kV를 초과하는 것.

2. 전선의 식별(KEC 121.2)

상(문자)	색상
L1	갈색
L2	흑색
L3	회색
N	청색
보호도체	녹색-노란색

1) 색상 식별이 종단 및 연결 지점에서만 이루어지는 나도체 등은 전선 종단부에 색상이 반영구적으로 유지될 수 있는 도색, 밴드, 색 테이프 등의 방법으로 표시해야 한다.

2) 제1 및 제2를 제외한 전선의 식별은 KS C IEC 60445(인간과 기계 간 인터페이스, 표시 식별의 기본 및 안전원칙 - 장비단자, 도체단자 및 도체의 식별)에 적합하여야 한다.

3. 전로의 사용전압에 따른 시험전압과 저압전로의 최소 절연저항(전기설비 기술기준 제52조)

전로의 사용전압 [V]	DC시험전압 [V]	절연저항 [MΩ]
SELV 및 PLEV	250	0.5
FELV, 500 [V] 이하	500	1.0
500 [V] 초과	1,000	1.0
<p>[주] 특별저압(extra low voltage : 2차 전압이 AC 50V, DC 120V 이하)으로 SELV (비접지회로 구성) 및 PELV(접지회로 구성)은 1차와 2차가 전기적으로 절연된 회로, FELV는 1차와 2차가 전기적으로 절연되지 않은 회로</p>		

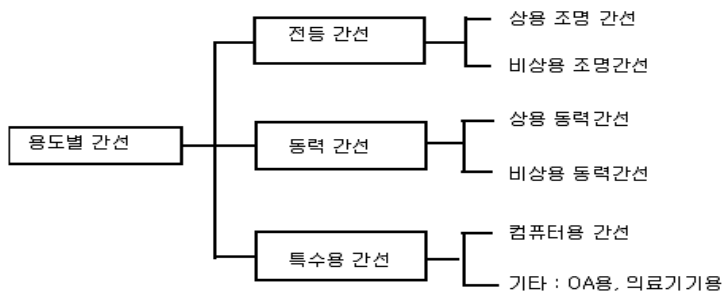
4) 특별저압의 구분(전기설비기술기준 제52조)

“특별저압(ELV, Extra Low Voltage)”이란 인체에 위험을 초래하지 않을 정도의 저압을 말한다. 여기서 SELV(Safety Extra Low Voltage)는 비접지회로에 해당되며, PELV(Protective Extra Low Voltage)는 접지회로에 해당된다.

1-8. 건축전기설비 설계기준에서 간선의 배선방식에 대하여 그림을 그리고 각각에 대하여 설명하시오.

해설

1. 간선의 분류



2. 간선의 배선방식

1) 개별방식

- 분전반 개개마다 각각 간선을 설치하는 방식
- 전압강하 평준화 및 사고파급 축소
- 대규모 건축물에 적용

2) 나뭇가지방식(수지식)

- 간선 하나당 분전반수량에 따라 전체 분전반을 한 개의 간선으로 공급하는 방식
- 부하의감소에따라 전선굵기가 감소된다 (가장경제적인 방식)
- 신뢰도 낮다, 소규모 건축물에 적용

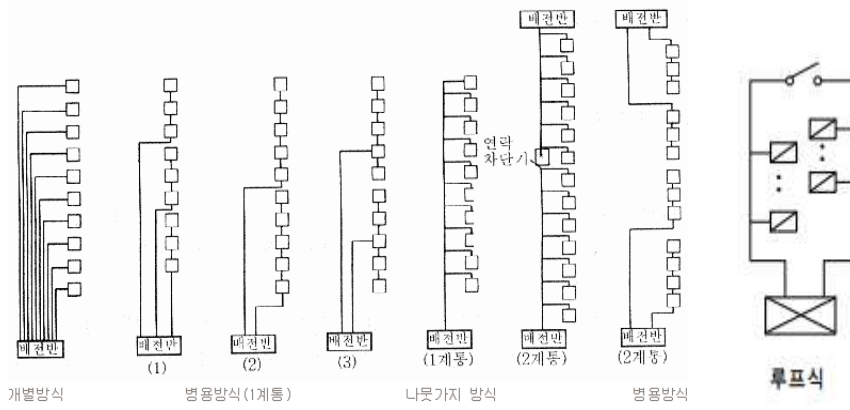
3) 병용방식

- 몇 개씩 분전반을 몇 개의 간선으로 공급하는 방식
- 일반적으로 가장 널리 채용하는 방식

4) 루프방식

- 각방식에서 다른 간선을 통하여 전력을 공급하는 방식
- 비용고가이며 신뢰도가 가장 높다.
- 회로복잡, 중요부하에 채용

3. 배선방식 구성도



1-9. 박물관이나 미술관의 전시실이 조명에 의해서 손상되는 원인과 그 방지대책을 설명하시오.

해설

1. 전시실 조명의 목적

- 1) 전시품을 손상시키지 않고 조명함
- 2) 주광에 근접한 색채감각 재현
- 3) 심리적 불쾌감을 주지 않도록 함

2. 조명에 의한 전시품 손상원인과 대책

1) 손상원인

(1) 광화학적 손상

유기물질은 방사에너지를 흡수하면 물질분자가 여기되어 활성화 되므로 분자의 활성화 에너지가 산소로 전달되어 활성화산소인 과산화수소(H_2O_2) 생성 → 물질이나 염료와 결합하여 광화학적 산화로 인한 손상이 발생함.

(2) 열방사적 손상

전시물에 광반사가 흡수되어 열운동을 촉진시켜 온도가 상승하게 되므로 물질은 온도가 상승하거나 냉각되면 확장, 수축이 수반되어 물질 내의 수분이 증발, 흡수해 접착력을 약화시켜 이탈, 박리, 비틀림, 찌그러짐 등 물리적 손상 유발

2) 손상방지대책

(1) 전시기간이나 횟수를 조정하여 총광량을 제한한다

- 빛에 대단히 민감한 물질 : 연간 120,000 (lx.hour)
- 빛에 비교적 민감한 물질 : 연간 480,000 (lx.hour)

(2) 광원이 400(nm)이하의 단파장을 차단하는 UV필터를 설치 또는 퇴색방지형램프 사용

(3) 열선을 투과시키는 반사경이 부착된 Cool-beam형 할로겐램프, PAR램프 사용

(4) 안정기, 변압기 등 발열부분은 진열장 외부에 설치하고 통풍 팬 설치

(5) 단위조도당 방사조도가 적은 광원사용으로 열방사적 손상 억제

1-10. 전기용접기와 같은 특성의 부하에 이용되는 자기누설변압기의 원리를 설명하시오.

해설

1. 자기누설 변압기 정의

- 1) 누설리액턴스를 크게 한 변압기로서 1차측의 전원전압이 일정하고 부하 임피던스가 변동해도 대략 일정한 2차 전류가 흐르게 한 정전류 변압기이다.
- 2) 변압기 자기 회로의 일부에 공극(air gap)을 두어 자속을 누설시켜 부하가 변해도 일정한 전류를 유지시키는 변압기를 자기누설 변압기(High-impedance transformer)라 한다.

3. 자기누설변압기 원리

- 1) 철심구성과 코일사이에 일정한 공간을 두어 자속을 누설시켜 부하가 변해도 일정한 전류를 유지시키는 방법
- 2) 자속의 변화를 주어 부하의 전류가 증가하면 부하의 전압이 떨어지게 됨
- 3) 부하전류가 증가하면 누설자속이 증가하여 2차측 유도 기전력이 감소함
- 4) 따라서 2차 전압이 급격히 감소하여 전류를 일정하게 흐르게 함
- 5) 즉, 자기누설 변압기는 부하 전류가 증가하면 누설 자속이 증가하여 2차측 유도 기전력이 감소한다. 따라서 2차 전압이 급격히 감소하여 부하 전류를 일정하게 유지시키는 수하 특성을 가진다.

3. 적용

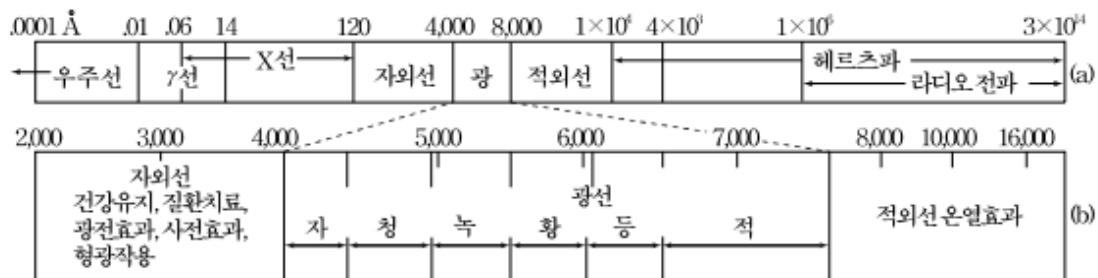
네온관등, 방전등, 전자레인지, 아크용접기

1-11. 가시광선의 파장범위와 자외선 및 적외선을 이용한 광원에 대하여 각각 설명하시오.

해설

1. 빛의 구성

빛은 파장에 따라 자외선, 적외선, 가시광선 등으로 구분



2. 파장범위

- 1) 가시광선 : 사람의 눈에 감각을 일으키는 파장범위 380 ~ 760[nm]
- 2) 자외선 : 살균작용 10 ~ 380[nm]
- 3) 적외선 : 온열작용 760 ~ 1,000,000[nm]

3. 자외선과 적외선을 이용한 광원

1) 자외선

- (1) 적용광원 : 식기류 소독기의 살균등, 의료용 자외선, 벌레퇴치등
- (2) 자외선의 효과 : 살균효과

2) 적외선

- (1) 적용광원 : 적외선 가열등, 적외선 건조등
- (2) 적외선의 효과 : 온열효과

1-12. 계측기용 변류기와 보호계전기용 변류기의 과전류 특성을 설명하시오.

해설

1. 개요

계기용 변성기는 [고전압/대전류]를 일정비율의 [저전압/소전류]로 변성하는 기기로 용도상 [계측기용] 과 [보호용]으로 구분된다.

2. 변류기의 과전류 특성

1) 정격 과전류 강도(정격 내전류)

(1) 정격 과전류 강도

① CT 1차 권선에 단락전류가 흐를 때 정격 1차 전류의 몇 배까지 견디는지를 나타낸 지수

② 정격 과전류 강도 $S_n = \frac{\text{단락전류}}{\text{정격1차전류}}$

③ 정격 과전류 강도 표준 : 40배, 75배, 150배, 300배.

④ 열적 과전류강도와 기계적 과전류강도가 있다.

2) 정격 과전류 정수

(1) 과전류 정수 $n = \frac{\text{변성비오차가 } -10(\%) \text{가 될 때의 1차 전류}}{\text{정격1차전류}}$

(2) 보호용 CT에만 적용.

(3) 정격 과전류 정수 표준 : $n > 5$, $n > 10$, $n > 20$, $n > 40$.

(4) 겹보기 과전류정수 $n' = n \times \frac{\text{정격부담} + \text{정격내부손실}}{\text{사용자부담} + \text{내부손실}}$

3. 계측용과 보호용 과전류 특성 비교

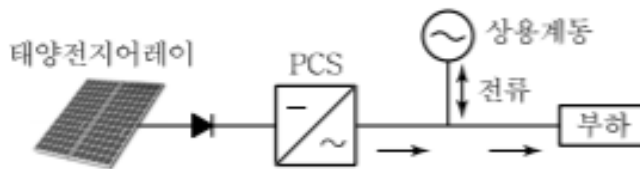
구 분	계측용	보호용
과전류에 대한 규정	FS(규정은 없으나 적을수록 좋음)	과전류 정수(5,10,15,20,40)
과전류에 대한 1차정격	IPL	정격 1차전류
포화 특성	과전류 시 포화되어 기기 보호	과전류 시 포화 되지 않고 보호계전기 동작

1-13. 태양광 발전설비의 주요 구성과 Hotspot 현상을 설명하시오.

해설

1. 태양광 발전설비 구성

- 태양광 발전설비는 재생에너지인 태양의 빛을 받아 광전현상을 이용한 것으로 빛이 태양전지에 도달하면 반도체내부에 과잉전자대가 발생하고 정공과 전자가 분리되어 외부회로로 전류를 통전함



2) 구성

- PV Moddule : 광전효과를 이용하여 DC를 생산
- PV array : PV Moddule의 집합체
- 접속함 : 선로의 간략화 및 DC부 저압회로 보호
- PCS(Power Condition System) : 직류를 교류로 변환하고 계통에 연계
- 송수배전반 : 고압 측 보호 및 계측, 전압 승압

2. Hotspot 현상

1) 정의

PV Moddule은 셀들의 집합체로 구성되어 있으며 먼지, 오염 등에 의하여 음영이 발생하게 되고 성능이 저하된 셀들은 다른 셀에서 생성된 전류의 저항으로 작용하게 되고 가열됨으로써 열화가 발생하는 현상이다.

2) 대책

- 바이패스 다이오드 설치
- 일정 주기로 모듈의 표면 청소
- 모듈의 정기점검(열화상 카메라 사용)

【제2교시】

2-1. 전기회로에서 선로정수(Line Constants)의 구성요소 및 각각의 특성을 설명하시오.

해설

1. 개요

- 1) 선로정수(Line constants)란 송전선로에서 저항, 인덕턴스, 정전용량, 누설컨덕턴스가 선로에 균일하게 분포된 전기회로의 4가지 정수를 말한다.
- 2) 선로정수는 보호협조를 위한 계전기의 설정, 이상전압 계산, 유도설계(송배전선로의 전압강하, 송전손실, 안정도, 수전전력) 등에 필요한 전기적 특성을 계산하는데 사용된다.

2. 구성요소 및 각각의 특성

1) 저항

도체저항은 도체의 금속재료 도전율, 도체 단면적과 소선을 꼬는 방법에 따라 변화한다. 그리고 통전전류 주파수와 도체 사이즈에 따라 표피효과 발생으로 직류저항보다 교류저항이 더 커진다.

교류에서의 도체 `실효저항 r 은 $r = r_0 \times k_1 \times k_2$

직류에서의 표준 저항 r_0 은 일반적으로 상온 20[°C]에서의 저항값으로 표시한다.

$$r_0 = \rho \frac{1}{A} = \frac{1}{58} \cdot \frac{100}{C} \times \frac{1}{\pi/4 \cdot d_0^2 \cdot n} (1+k_2)(1+k_3) [\Omega/\text{km}] \doteq \frac{1}{58} \cdot \frac{100}{C} [\Omega]$$

여기서, C : 도전율[%] , d0 : 연동소선의 표준지름, n : 소선수

k2 : 소선 연선율(2~3%) , k3 : 다심 케이블일 경우 심선 연선율(1~2%)

2) 인덕턴스

인덕턴스에는 자기인덕턴스와 상호인덕턴스가 있고 보통 전력계통에서는 자기인덕턴스(L)와 상호인덕턴스(M)를 일체로 해서 1상당을 말한다.

케이블의 인덕턴스는 도체의 중심거리(D)가 작기 때문에 가공선로에 비하여 지중선로의 값이 훨씬 작아서 대략 1/3정도 밖에 되지 않는다.

$$\text{케이블의 인덕턴스 } L = 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{D}{r} [\text{mH/km}]$$

여기서, D[m] : 도체의 중심거리(등가 선간거리)

$$D = \sqrt[3]{D_{ab} \cdot D_{bc} \cdot D_{ca}} [\text{m}]$$

3) 정전용량

(1) 케이블의 정전용량은 600V이하에서는 회로요소로서 큰 영향은 없으나, 3.3kV 이상 계통에서는 지락전류 및 지락시의 영상전압과 연관되어 전압이 높을수록 충전용량이 커져서 크게 영향을 받는다. 따라서 변압기 용량이 커지고 케이블의 포설이 많아지면 케이블 용량도 증가된다.

(2) 케이블에서 정전용량은 선간거리 대신 절연 반지름을 사용하기 때문에 지중송전선의 값이 가공송전선에 비해 약 30배 정도 크다. 즉, 케이블은 가공전선에 비해서 인덕턴스는 작고 정전용량은 크다는 특징이 있다.

$$\text{단심 케이블의 정전용량 } C = \frac{0.02413\epsilon}{\log_{10} \frac{R}{r}} [\mu\text{F/km}]$$

여기서, ϵ : 유전율(유침지 3.4~3.9) , R : 연피의 안지름(절연 반지름)[m], r : 도체의 반지름[m]

4) 누설 컨덕턴스(G)

선로의 누설 컨덕턴스는 주로 애자련의 누설저항에 기인하는데 송전선로의 특성을 검토하는 경우에는 특별한 경우를 제외하고 무시해도 된다.

2-2. 정보설비에서 다음 사항을 설명하시오.

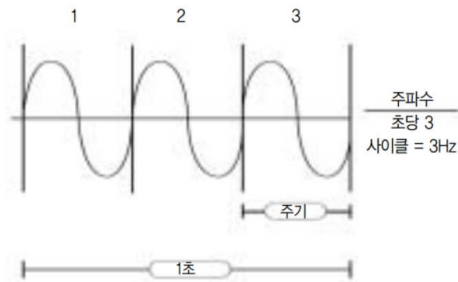
- 1) 신호구성의 4가지 요소(주파수, 진폭, 위상, 파형)
- 2) 전파의 성질 및 주파수 범위에 따른 분류

해설

1. 신호구성 4가지 요소

1) 주파수

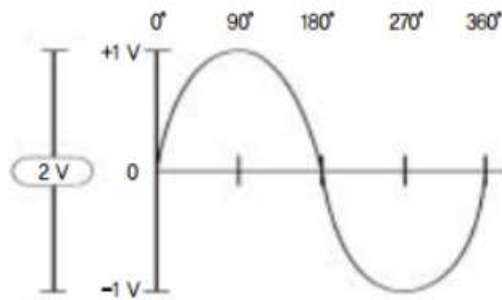
주파수는 헤르츠(Hz) 단위 로 측정되며, 1초에 신호가 반복되는 횟수 즉, 초당 사이클과 같은 의미이다. 반복되는 신호에는 주기도 있으며, 이는 신호가 한사이클을 완료하는데 걸리는시간이다.



사인파의 주파수 및 주기

2) 진폭

진폭이란 회로 내 두 지점 사이의 전압 양을 의미한다. 진폭은 흔히 접지 또는 0V에서 측정한 신호의 최대 전압을 나타낸다. 그림에 나온 파형의 진폭은 1V이며, 피크 대 피크 전압은 2V입니다.

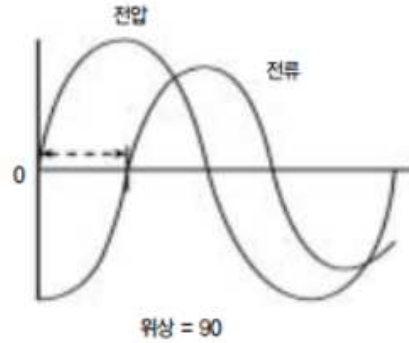


사인파의 진폭 및 각도

3) 위상

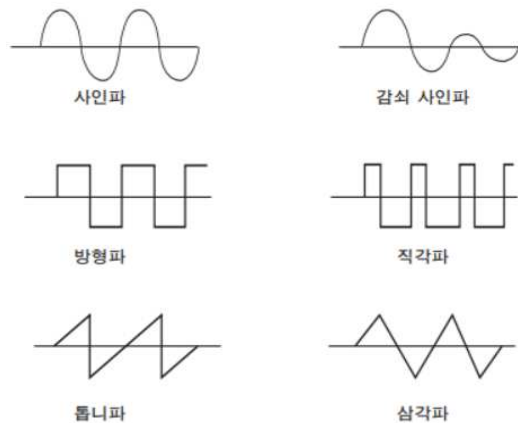
위상 변화란 유사한 두 신호 간의 타이밍 차이를 의미한다.

그림에서“전류”라고 표시된 파형은“전압”이라 표시된 파형에 대해 위상이 90°벗어난 상태라고 말하며, 각 파형은 정확히 1/4사이클 간격으로 사이클의 같은 지점에 도달한다.($360^\circ/4=90^\circ$)



4) 파형

(3) 파형의 모양으로 신호에 대해 많은 것을 알수있다. 파형의 높이가 변하면 전압이 변화했다는 뜻이다. 또한 평평한 수평선이 있다면 해당 시간 동안 변화가 없었다는 것을알수 있다. 곧은 대각선은 선형적인 변화 즉, 일정한 비율로 전압이 상승 또는 하강함을 의미한다. 파형의 날카로운 각은 급격한 변화를 나타냅니다.



2. 전파의 성질 및 주파수에 범위에 따른 분류

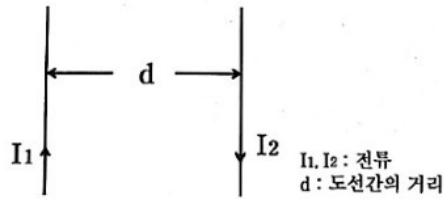
1) 전파의 성질

- (1) 전파는 기본적으로 빛과 같다.
- (2) 전파는 광속으로 날아간다.
- (3) 파장이 변하면 주파수도 변한다.
- (4) 전파는 직진한다.
- (5) 전파는 반사한다.
- (6) 전파는 굴절한다.
- (7) 전파는 간섭한다.
- (8) 전파는 회절한다.

2) 주파수 범위에 따른 분류

대역 기호	대역명	대역 번호	주파수대역	파장	비고
ELF	초저주파		20 ~ 300 Hz		
VF	음성		300 ~ 3000 Hz		음성대역
VLF	초장파	4	3 ~ 30 kHz	100 ~ 10 km	선박
LF	장파	5	30 ~ 300 kHz	10 ~ 1 km	항해용
MF	중파	6	300 ~ 3,000 kHz	1,000 ~ 100 m	항공,AM방송
HF	단파	7	3 ~ 30 MHz	100 ~ 10 m	단파방송,HAM
VHF	초단파	8	30 ~ 300 MHz	10 ~ 1 m	TV,FM방송
UHF	극초단파	9	300 ~ 3,000 MHz	1 ~ 0.1 m	마이크로파 (TV방송,이동전화,레이더)
SHF	센티미터파	10	3 ~ 30 GHz	10 ~ 1 cm	마이크로파 (위성통신,레이더)
EHF	밀리파	11	30 ~ 300 GHz	10 ~ 1 mm	미사일,우주통신
THF	서브밀리파	12	300 ~ 3,000 GHz	1 ~ 0.1 mm	

2-3. 아래 그림을 이용하여 도선에 흐르는 전류에 의해서 각 도선이 받는 단위 길이당 힘을 구하고, 플레밍의 왼손법칙을 설명하시오.



해설

1. 각 도선이 받는 힘

평행한 도선에 전류가 흐를 경우 한쪽 도선에 흐르는 전류가 만든 자기장에 의해 전류가 흐르고있는 다른쪽 도선에 힘을 받게되는데 이 힘에 의해 두도선은 서로 끌어당기거나 밀어내게 된다
 도선 1이 만드는 자계의 크기는 암페어의 법칙에 의해

$$H = \frac{I_1}{2\pi d} \dots\dots\dots ①$$

길이 l인 도선 2가 받는 전자력은

$$F = I_2 B l \sin\theta = \mu_0 I_2 H l \sin\theta$$

2개의 도선은 평행이며 도선 1이 만드는 자기장과 도선2는 서로 수직인 상태이므로

$$F = \mu_0 I_2 H l \dots\dots\dots ②$$

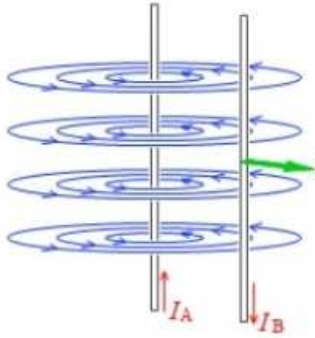
①식의 H를 ②식에 대입해 풀면

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d} \text{ 이 된다}$$

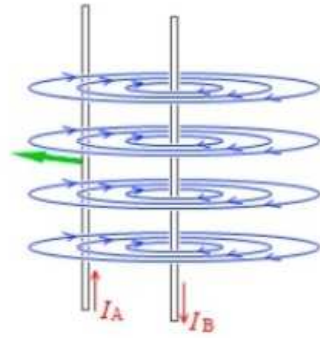
도선 1이 받는 힘의 크기도 조건이 모두 같기 때문에 동일하게 적용됨 따라서 단위길이당 각 도선이 받는 힘은

$$\therefore F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \text{ 가 됨}$$

2. 플레밍의 왼손법칙 설명

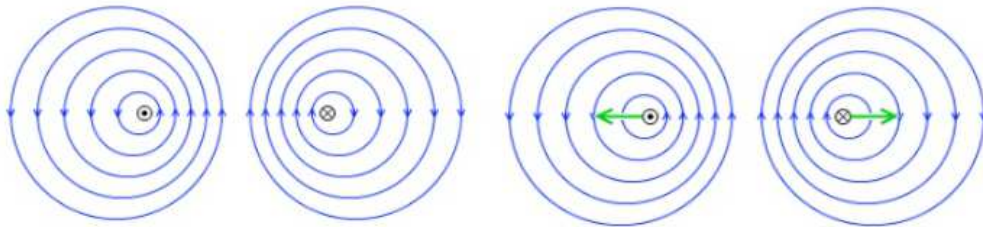


(도선 B가 받는 힘)



(도선 A가 받는 힘)

- 1) 힘의 방향은 플레밍의 왼손법칙에 의해 아래그림과 같다
 같은방향으로 흐르는 전류의 도선은 서로 흡인력이, 반대방향으로 흐르는 전류의 도선은 서로 반발력이 작용함
- 2) 전류가 다른 방향의 경우 반발력이 생기는 이유
 2개의 도선사이의 자기장의 방향은 같은 방향이어서 서로 합쳐져서 자력선 밀도가 커지고 힘은 밀도가 큰쪽에서 작은쪽으로 향하게 되어 서로 밀어내게 된다
 (반대방향의 경우는 서로 상쇄되어 흡인력 발생)



2-4. 전력계통의 다음사항을 각각 설명하시오

- 1) 기준충격 절연강도 (BIL)
- 2) 절연협조의 정의 및 고려사항

해설

1. 개요

절연의 분류

- (1) 외부절연 : 대기에 의한 절연유지
 - 가공선의 애자, 기기애관 등 표면의 절연(IEC : 자기 복귀절연)
- (2) 내부절연 : 대기 이외의 가스, 기름, 종이, 천 등 절연물로 구성
 - ① 변압기, 회전기, 차단기 등의 절연(IEC : 자기 복귀하지 않는 절연)
 - ② 전절연, 저감절연, 단절연, 균등절연 등

2. 기준충격 절연강도(BIL)

- (1) 계통의 절연 계급별로 표준 뇌 충격파 시험전압을 인가하여 각 기기의 절연강도 기준을 정한 것
- (2) 기기의 절연을 표준화하여 통일된 절연체계 구성을 목적으로 설정
- (3) 절연계급별 BIL, 피뢰기 정격 관계

공칭전압(kV)	22		154		
절연계급(호)	20A	20B	140A	140B	신형LA(2단저감)
BIL(kV)	150	125	750	650	550
상용주파 시험 내전압(kV)	50	50	325	275	-
피뢰기 정격 전압(kV)	21		138		
피뢰기 공칭 방전전류(kA)	5~2.5		5		

(※ A : 표준, B : 저감)

(4) 유입식 TR의 경우

- ① $BIL = 5E + 50kV$ (E = 공칭전압/1.1(kV) or 절연계급호수)
- ② 20호의 예 : $20 \times 5 + 50 = 150kV$

(5) 건식 TR의 경우

- ① $BIL = \text{상용주파 내전압 시험값} \times \sqrt{2} \times 1.25$
- ② 20호의 예 : $50 \times \sqrt{2} \times 1.25 = 88.38 \rightarrow 95kV$

3. 절연협조(Coordination of Insulation)

1) 정의

전력계통에서 피뢰기의 제한전압을 기준으로 기기, 애자 등의 상호간에 적절한 절연강도를 지니게 하므로써 계통설계를 경제적, 합리적으로 할 수 있도록 하는 것

2) 고려사항

(1) 계통의 절연

상용주파 및 개폐 서지에 견디고 뇌 서지는 피뢰기로 기기절연 확보

(2) 내뢰대책

상규대지전압 파고치의 4배 이하에서 견디도록 기기자체 절연 설계

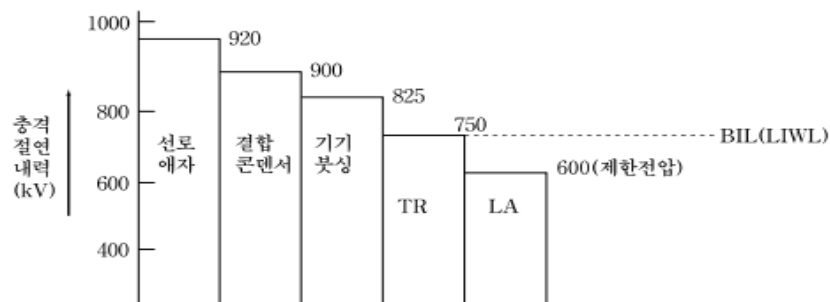
(3) 외뢰대책

피뢰기 사용하여 적정기기 절연강도 확보
(기기자체 절연내력으로 경제적으론 불가)

(4) 보호레벨 선정기준

- ① 뇌 임펄스에 대한 기기의 절연강도는 BIL을 하회하지 않을 것
- ② 뇌 임펄스에 대한 LA의 보호레벨은 BIL의 80% 이하일 것
- ③ 개폐 임펄스에 대한 기기의 절연강도는 SBIL(BIL의 83%) 이상 유지
- ④ 개폐 임펄스에 대한 LA의 보호레벨은 BIL의 70% 이하일 것
(SBIL의 85% 이하 = $0.85 \times 0.83 = 0.7$)
- ⑤ TR의 $BIL \geq (LA\text{제한 전압} + LA\text{접지저항 전압강하}) + \alpha$
 α : 여유율(20%)

(5) 절연협조 예(154kV 계통)



2-5. 분산형전원의 특성을 설명하고, 배전계통 연계 시 설비 운영상 문제점 및 대책을 설명하시오.

해설

1. 개요

1) 정의

분산형 전원이란 원자력, 화력 등과 같은 대용량이 아닌 소용량의 전력 발전시스템이나 발전시스템으로써 연료전지, 태양광, 중력, 소수력, 소형 열병합 발전 시스템 등이 있다.

2) 개념도



2. 특징

1) 장점

- ① 전원입지 확보용이
- ② 단위기 용량의 비율이 작아져서 공급예비율 절감 및 공급 신뢰도 향상
- ③ 계통의 리액턴스 감소로 전압조정이 용이하고 안정도가 향상됨
- ④ 한쪽 계통 사고시 타 계통에서 전력을 공급하므로 공급신뢰도가 향상됨
- ⑤ 유효, 무효 전력 손실감소로 송전효율이 향상됨
- ⑥ 첨두부하 시간대가 틀리므로 설비 이용률이 향상되고 투자비가 절감됨

2) 단점

- ① 가혹한 사고 발생시 사고 파급이 우려됨
- ② 단락 및 지락전류 증대로 기기의 충격이 커지고 통신선의 유도장애가 커진다.

- ③ 사고 발생시 선로 정수의 불평형으로 보호계전기 오동작 우려
- ④ 전력조류 제어가 어렵다.
- ⑤ AFC, ELD 전력조류 계산을 위한 대규모 전산 시스템이 필요
- ⑥ Data 및 신호의 원거리 전송으로 통신 채널의 용량이 크다.

3. 운영상 문제점 및 대책

1) 전압변동

- ① 문제점 : 분산형 전원이 투입되면 투입지점 부근의 전압이 상승하여 전압품질이 저하
- ② 대책 : 배전선로를 재설계한다.

2) 단독운전

- ① 문제점 : 계통사고 시 분산형 전원이 계속 공급되면, 계통측 전원이 복구했을 때 위상차로 인한 단락, 탈락사고가 발생한다.
- ② 대책 : 배전사령실의 전송신호에 의한 조작 필요

3) 고조파

- ① 문제점 : 전력변환장치에 의한 고조파 발생
- ② 대책 : 필터 사용, PWM변조 방식 채용

4) 역률

- ① 문제점 : 유효전력은 계통에서 공급하고 무효전력은 계통으로부터 공급받으나 전압안정도 저하
- ② 대책 : 전력용 콘덴서 분리, 동기조상기 지상운전, 동기발전기 진상운전

5) 상불평형

- ① 문제점 : 분산형 전원의 투입으로 상불평형이 생기게 되면 중성선에 불평형 전류가 흐르게 되어 중성점 전위가 상승하여 선로 기기의 오동작이 발생됨
- ② 대책 : 충분한 연가필요, 크로스본딩접지, 편단접지

6) 주파수

① 문제점 : 다수의 분산형 전원이 동시에 출력이 0 으로 되는 경우
주파수 저하

② 대책 : UFR 설치

7) 단락용량

① 문제점 : 계통사고 시 발전기 단락전류에 의한 단락용량이 증대됨

② 대책 : 발전기 리액턴스 검출, 계통 구성의 재검토, 한류리액터 및
고압퓨즈 설치

4. 분산형 전원의 보호협조

분산형 전원의 보호협조는 연계 배전선로 보호업무 편람에 따른
기술검토가 필요

1) 분산형 전원 이상 시 보호협조

① 한전계통의 재폐로와 보호협조를 검토한다.

② 분산형 전원 고장시 신속한 분리에 의해 고장범위를 축소해야 한다.

2) 저압 연계하는 분산형 전원의 경우

① 일반적으로 보호계전기가 부설되지 않은 MCCB를 주로 사용, 계통고장시
보호대책 부재

② 보호협조 기능이 포함된 ACB등의 저압차단기를 사용해야 함

2-6. 비행장 등화의 종류와 설치기준에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

- 1) 항공 등화란 불빛에 의하여 항공기의 항행을 돕기 위한 항행 안전시설
- 2) 과거의 등화는 단순히 이·착륙 지대를 표시하든가 위험구역을 표시하는 간단한 것이었지만 현재의 등화시스템은 조종사의 부담을 경감시키고 항공 종합시스템 전체 흐름의 원활한 촉진과 운항 효율 및 안전성의 향상을 목표로 한 것임

2. 비행장 등화의 종류와 설치기준

1) 비행장등대

- ① 항행 중인 항공기에 비행장의 위치를 알려주기 위하여 비행장 또는 그 주변에 설치하는 등화
- ② 비행장 또는 주변지역내 이륙 착륙하는 항공기 및 관제탑에 방해되지 않는 위치에 설치
- ③ 활주로에서 300[m] 이상 떨어진 지점에 설치하는 것이 원칙
- ④ 배선방법 : 일반적인 교류배선(단상 2선식)으로 하고 주간에도 관제탑에서 점멸할 수 있도록 할 것. 트라잇 스위치 또는 타임스위치를 사용하고 자동점멸이 가능하도록 설계

2) 풍향등

- ① 공기에 풍향을 알려주기 위하여 설치하는 등화
- ② 배선방법 : 일반적인 교류배선(단상2선식)으로 하고 관제탑에서 점멸할 수 있도록 할 것
- ③ 설치방법 : 풍향등 위치식별이 가능하게 둘레에 내경 15[m], 폭 1.5[m]의 백색 원형 띠를 만든다.

3) 진입등

- ① 착륙하는 항공기에 최종 진입경로를 나타내기 위해 진입구역 및 착륙대에 설치하는 등화

- ② 배열방법은 활주로 구별에 따라 다름
- ③ 배선방법 : 진입등의 배선은 직렬 점등회로, 변전소에 정전류 조정기 (CCR)을 설치하여 최종 진입 항공기에 눈부심을 주지 않도록 관제탑에서 광도를 조정할 수 있게 한다. 진입등대는 일반상용전원으로 함
- ④ 설치방법 : 진입등을 설치하는 구역이 활주로 레벨과 거의 같은 경우는 표준 기초 구조물을 설치하고 모든 진입등 기구는 활주로 말단과 동일 레벨로 하는 것이 이상적임

4) 진입로 지시등

- ① 착륙하려고 하는 항공기에 최종 진입 경로에 이를 때까지의 진입경로를 나타내기 위해 설치하는 등화
- ② 배선방법 : 일반 상용 교류전원(단상2선식), 유선제어 또는 무선제어로 점멸
- ③ 설치방법 :H형 폴 위에 가대를 설치하고 그 위에 부착함. 등기구는 1개소에 나트륨등 2~3등을 진입방향으로 향하여 설치함.

5)진입등대

- ① 주간 선회 가이드스 개선을 위해 설치
- ② 배선방법 : 진입등대근처에 상용교류전원을 두고 관제탑에서 점멸
- ③ 설치방법 : 진입하는 항공기에서 보기쉽게 철탑 또는 폴위에 설치

6) 선회등

- ① 진입등이나 활주로등 만으로 가이드스가 불충분한 경우 설치
- ② 설치방법 : 선회진입을 하는 쪽의 외측에 150m간격으로 900m에 걸쳐 설치

7) 진입각지시등

- ① 착륙하려 하는 항공기에 그 착륙 활공각의 적정여부를 나타내기 위해 활주로 말단에 설치
- ② 설치방법 : 변전실에 정전류조정기를 설치하고 직렬점등회로로 하고 눈부심방지 광도조절이 가능하여야 함

8) 활주로등

- ① 설치위치 : 활주로를 나타내기 위해 설치. 활주로의 양측 3.0m이하의

위치로 평행하게 일렬로 설치

- ② 설치방법 : 콘크리트 구조물을 만들어 설치. 배관배선방식사용. 외측 핸드홀에 절연변압기 설치

9) 유도로 중심선등

- ① 지상 주행 중 인 항공기가 유도로의 중심선을 나타내기 위한 등화
- ② 배선 : 정전류변압기를 두고 직렬점등회로방식으로 관제탑에서 점멸 가능

10) 유도안내등 및 지향신호등

① 유도안내등

- 지상 주행 중 인 항공기에 행선, 경로, 분기점 등을 나타내기 위하여 설치하는 등화
- 설치기준 : 등광은 황색 또는 백색, 배광은 눈부심을 주지 않는 것

② 지향신호등

- 교통의 안전을 위해 항공기에 필요한 신호를 보내기 위해 설치하는 등화
- 등광은 적색 또는 녹색, 백색으로 전환할 수 있고 임의의 목적물에 지향 가능

11) 유도로등

- ① 지상 주행 중 인 항공기에 유도로를 나타내기 위해 설치하는 등화
- ② 비행장 유도로 및 계류장 주변에 설치
- ③ 유도로의 양측 또는 외측 선상을 따라 유도로에서 3[m]내의 위치에 따라 배열
- ④ 활주로등 설치와 같이 콘크리트 구조물 위에 설치

【제3교시】

3-1. 조도측정에서 단위구역별 평균조도 측정방법을 1점법, 2점법 및 5점법으로 설명하시오.

해설

1. 개요

- (1) 조도 측정 시에는 충분한 준비와 깊이 고려된 작업이 있을 때 정보량이 많고, 신뢰도가 높은 측정이 가능하다.
- (2) 조도 측정 시 가장 중요한 것은 신뢰성과 경제성의 원칙 적용을 기준으로 참값에 가까운 측정값을 얻도록 해야 한다.

2. 조도 측정 시 고려사항

(1) 측정 전 준비

- ① 조도 측정의 목적에 따른 측정 방법 선정 : 각종 규격, 법령 확인
- ② 측정의 대상이 되는 장소의 조건 조사 및 기록
 - ㉠ 전원 전압, 전원 주파수
 - ㉡ 램프 부착 부근의 온도 및 측정점의 온도
 - ㉢ 외광 입사 유무
 - ㉣ 측정에 사용하는 조도계의 종류, 계기 번호, 교정 검정일, 검정 방법
- ③ 램프의 광출력 안정화 : 백열 전구는 5분 이상, 형광 램프는 15분 이상, 대형 방전 램프는 30분 이상 계속 점등 여부 확인
- ④ 측정점의 선정 및 표기

(2) 측정상의 주의

- ① 조도계 취급 지시 순서에 따라 측정
- ② 지시값이 충분히 안정된 후 읽을 것
- ③ 측정자의 그림자, 의복 등에 의한 반사 영향이 수광부가 받지 않도록 측정자의 자세, 위치 주의
- ④ 반복 측정에 의한 정확한 측정

3. 평균 조도 구하는 법

- 1) 1점법 : 조도균 제도가 좋은 장소에서 적용

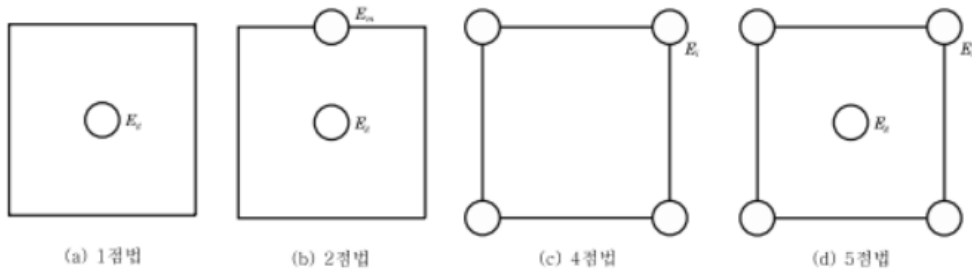
2) 4점법 : 조도 구배가 완만하게 변화하고 있는 장소에서 적용

$$E = \frac{1}{4} \sum E_i \quad (\text{단, } E: \text{평균 조도})$$

3) 5점법 : 조도균제도가 나쁜 장소에서 적용

$$E = \frac{1}{12} (\sum E_i + 8E_g) = \frac{1}{6} (\sum E_m + 2E_g) \quad (\text{단, } E_g: \text{중앙의 측정값})$$

4. 측정 단위 구획 내의 측정점 잡는법



5. 측정 단위 구획 및 측정면의 높이

장소	측정 단위 구획	측정면 높이
일반적인 옥내	2~4[m] 간격의 정방향 구획	바닥 위 85[cm] 또는 책상, 작업대 위
복도, 계단	연장 방향 위 1~2[m] 간격으로 중앙 선상 및 양단 선상	바닥면 또는 바닥 위 15[cm] 이내
도로, 터널	연장 방향 위 2~5[m] 간격으로 각 차선의 중앙 선상 및 양단 선상	지표면 또는 지표 위 15[cm] 이내
경기장, 광장	4~10[m] 간격의 정방향 구획	지표면 또는 지표 위 15[cm] 이내

6. 조도 측정 후 기록(측정 데이터 기록 사항)

- 1) 측정 년, 월, 일, 시간
- 2) 측정자, 입회자 성명
- 3) 측정 환경 조건 : 일기, 기온, 풍속, 습도 등
- 4) 측정 장소의 도면, 내부 마감, 조명 기구의 배열
- 5) 조명 기구의 형식, 램프, 안정기 종류
- 6) 사용 조도계의 종류, 계기 번호, 측정 레인지 등
- 7) 조명 시설의 사용 전력 : 측정 시까지의 사용 시간, 램프 교체 후 시간, 청소 후 시간 등
- 8) 측정 시의 전원 특성
- 9) 측정법 및 측정 데이터 실측치의 내용
- 10) 측정 높이, 법선 조도, 수직면 조도, 수평면 조도의 구분

3-2. 내진설계 대상 건축물과 수변전설비의 내진설계에 대하여 설명하시오

해설

1. 개요

- 1) 건축전기설비의 내진대책은 지진으로 인하여 전기기기 및 배관등이 파손되거나 기능을 상실하는 것을 방지하는 것으로서,
- 2) 인명의 안전을 도모하고, 재산보호, 지진후 필요한 활동을 가능케 함이다.

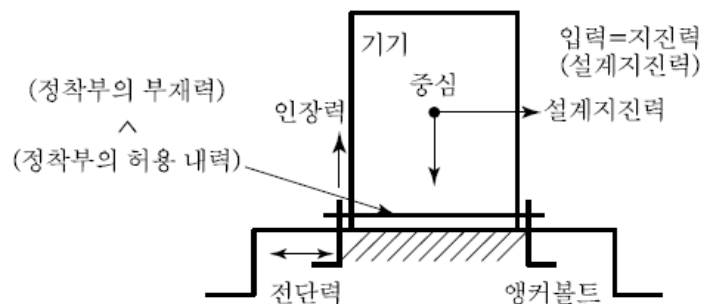
2. 대상 건축물

1) 구조안전 내력의 확인

- ① 층수가 2층 이상인 건축물
- ② 연면적이 200제곱미터 이상인 건축물. 다만, 창고, 축사, 작물 재배사 및 표준설계도서에 따라 건축하는 건축물은 제외한다.
- ③ 높이가 13미터 이상인 건축물
- ④ 처마높이가 9미터 이상인 건축물
- ⑤ 기둥과 기둥 사이의 거리가 10미터 이상인 건축물
- ⑥ 국토교통부령으로 정하는 지진구역 안의 건축물
- ⑦ 국가적 문화유산으로 보존할 가치가 있는 건축물로서 국토교통부령으로 정하는 것
- ⑧ 제2조 제18호 가목 및 다목의 건축물

2) 건축전기설비의 내진설계

- (1) 70m를 초과하는 건물에 설치된 건축전기설비는 동적해석법을 적용하여 건물의 총지진력을 계산하고, 설비의 동적증폭을 고려하여 기기의 중심에 작용하는 설계 지진력을 결정한다.



(2) 대상설비

- 1) 수·변전설비 4) 간선, 동력설비
- 2) 자가발전설비 5) 조명설비
- 3) 축전지 설비 6) 약전설비

3. 수·변전설비의 내진설계

1) 기본고려사항

① 방진장치가 부착된 기기와 내진 스톱퍼

방진고무를 설치할 때는 일반적인 진동을 방지하는 기능과 지진력에
에도 저항 할 수 있는 스톱퍼를 설치하여 변형을 제한 할 필요가
있다.

② 기기와 배관등의 접속과 여유길이의 설치방법

기기와 배관등의 접속은 단자부에 하중이 걸리지 않도록 하는 것을
원칙으로 한다. 여유 길이의 설치방법은 배관의 허용곡률반경을 확
보한다.

2) 기기별 내진대책

구 분	내 진 대 책				
수전변압기	<ul style="list-style-type: none"> • 기초볼트의 정적하중이 최대 체크포인트이다. • 방진장치가 있는 것은 내진스톱퍼를 설치한다. • 애저는 0.3G, 공진3파에 견디는 것으로 설치한다. • 저압측을 부스바로 접속하는 경우 가요성 도체를 사용하고 절연커버를 설치한다. 				
스위치 기어 (배전반)	<ul style="list-style-type: none"> • 기초볼트나 베이스와 프레임의 고정볼트가 지진입력에 의한 인장력과 전단력에 견디는 것을 사용한다. • 사용부재의 강성을 높이고 기초부를 보강한다. • 몸체를 벽체에 고정하는 것도 전도 방지에 유효하다. • 내진성이 문제가 되는 것은 반 높이를 1/2 이하로 배치한다. 				
가스절연 개폐장치	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">GIS</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 기초부를 중심으로 한 정적 내진설계로 계획한다. • 가공선 인입의 경우에 부싱은 공진을 고려하여 동적설계를 한다. </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C-GIS</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 스위치 기어와 동일하게 내진설계를 한다. • 반 사이 및 변압기와의 접속에는 케이블 및 Flexible Conductor를 사 용하고 가요성을 고려한다. </td> </tr> </table>	GIS	<ul style="list-style-type: none"> • 기초부를 중심으로 한 정적 내진설계로 계획한다. • 가공선 인입의 경우에 부싱은 공진을 고려하여 동적설계를 한다. 	C-GIS	<ul style="list-style-type: none"> • 스위치 기어와 동일하게 내진설계를 한다. • 반 사이 및 변압기와의 접속에는 케이블 및 Flexible Conductor를 사 용하고 가요성을 고려한다.
GIS	<ul style="list-style-type: none"> • 기초부를 중심으로 한 정적 내진설계로 계획한다. • 가공선 인입의 경우에 부싱은 공진을 고려하여 동적설계를 한다. 				
C-GIS	<ul style="list-style-type: none"> • 스위치 기어와 동일하게 내진설계를 한다. • 반 사이 및 변압기와의 접속에는 케이블 및 Flexible Conductor를 사 용하고 가요성을 고려한다. 				
보호계전기	<ul style="list-style-type: none"> • 정지형 계전기나 디지털 릴레이를 사용한다. • 기계적 계전기류의 불필요 동작대책을 세운다. • 협조 가능한 범위에서 타이머를 넣는다. 				

3-3. 인텔리전트 빌딩(Intelligent Building)에서 LAN(Local Area Network)의 정의와 분류,구성 및 동작을 설명하시오.

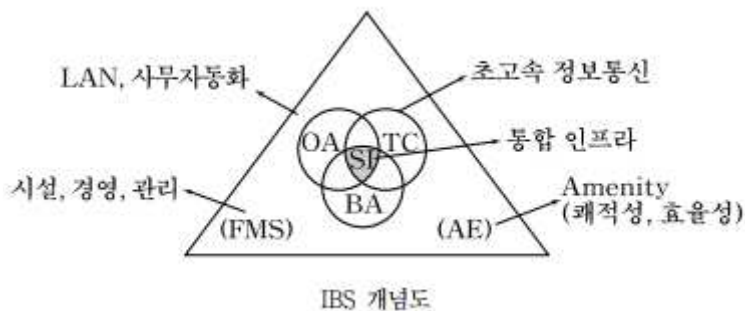
해설

1. 인텔리전트 빌딩(Intelligent Building)의 개요

1) 인텔리전트 이란

빌딩빌딩자동화(BA:BuildingAutomation),정보통신시스템(TC:Tele-Communication),사무자동화(OA:Office Automation) 등 주요 시스템을 유기적으로 통합(SI:System Integration)하여 쾌적하고 안전한 환경에서 생산성 향상, 유지관리 효율성 극대화, 비용 절감을 제공하는 빌딩 시스템

2) IBS의 구성



이중 정보통신(TC:Telecommunication) LAN 서비스망 기반의 통합 배선시스템이 주류를 이루고 있다

2.LAN (Local Area Network)의 정의

건물이나 공장,학교 구내등 제한된 지역 내에 분산 설치된 각종 정보 기기들 사이의 통신을 수행하기 위하여 최적화되고 신뢰성 있는 고속의 통신 채널을 제공하는 근거리 통신망

3.LAN의 분류

1) 망구조에 따른 분류

스타형, 버스형, 링형, 트리형, 메시형

2) 전송 방법에 따른 분류

(1) 직렬 전송

1개의 전송선을 이용하여 한 문자를 이루는 각 비트들을 차례로 전송하는 방식

(2) 병렬 전송

여러 개의 전송선을 이용하여 한 문자를 이루는 각 비트들을 동시에 전송하는 방식

3) Signaling 방식에 따른 LAN의 구분

(1) BroadBand LAN (브로드밴드)

통신로를 여러 개의 주파수 대역으로 나누어 쓰는 방법

(2) BaseBand LAN (베이스밴드)

통신로에 컴퓨터의 내부 코드에 해당하는 디지털 신호를 직접 전송하는 LAN이다.

4) 전송매체의 의한 분류

(1) Twisted Pair Wire LAN

(2) Coaxial Cable LAN (동축케이블)

(3) Fiber Optic LAN (광케이블)

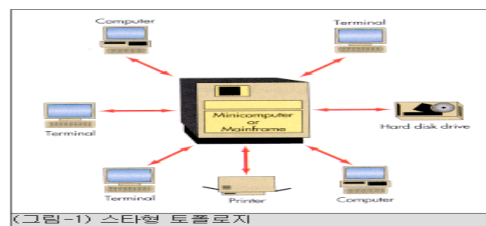
(4) 무선 LAN

4. 네트워크 구성 및 동작

1) 네트워크 구성

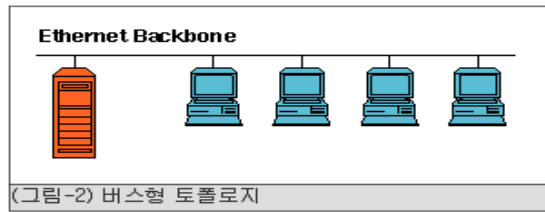
(1) 스타형

중앙에 중심국이 있고 그 주위에 여러 대의 단말기로 분산시켜 연결한 형태.



(2) 버스형

하나의 통신 회선에 여러 대의 단말기를 연결하는 방식.



(3) 링형

단말기를 이웃하는 것끼리 직접 또는 중계기를 통하여 연결시킨 형태.



(4) 트리형

중앙의 중심국에서 중간 규모의 단말기로 연결되고 다시 소규모의 단말기로 연결되는 형태.

2) LAN의 액세스 방식과 동작 순서

(1) CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)

가) 데이터를 송신할 노드가 정송로 상에 어떠한 노드도 송신하고 있지 않다는 것을 확인한 후 데이터를 송신하는 방법.

나) 동작순서

- CS(Carrier Sense) : 현재 네트워크가 사용 중인지 점검한다.
- MA(Multiple Access) : 네트워크가 사용중이 아니면 바로 데이터를 전송한다.
- CD(Collision Detection) : 충돌이 발생하게 되면 모든 스테이션이 전송을 중지하고 일정시간이 지난 다음에 다시 전송을 시작한다.(재전송 시간간격은 랜덤하게 설정)

(2) 토큰 버스(Token Bus)

가) 통신회선에 대한 제어신호가 논리적으로 형성된 링상의 각 노드간을 옮겨 가면서 데이터를 전송하는 방식

나) 동작순서

- token이 물리적 버스, 논리적 링을 따라 돈다.
- 송신하고자 하는 스테이션은 이 자유 토큰을 수신하여 데이터 프레임 앞에 붙여 송신한다.
- 수신한 스테이션은 token을 다시 돌게 한다.

(3) 토큰 링(Token Ring)

가) 원형 통신망에서 통신회선에 대한 제어 신호가 각 노드간을 순차적으로 옮겨 가면서 데이터를 전송하는 방식.

나) 동작순서

- 모든 스테이션들이 유희상태에 있을 때의 토큰을 프리토큰이라 한다.
- 한 스테이션에서 데이터를 전송하려면 프리토큰이 자신의 스테이션을 통과할 때까지 기다린다.
- 프리토큰이 도착하면 토큰을 비지 상태로 성격을 변화시킨후 데이터와 함께 다음 스테이션으로 전송한다.
- 전송된 데이터 토큰이 링을 따라 순환한 후 다시 송신국에 도착하면 그 데이터 토큰은 소멸되고 프리토큰이 다음 스테이션에 전해진다.

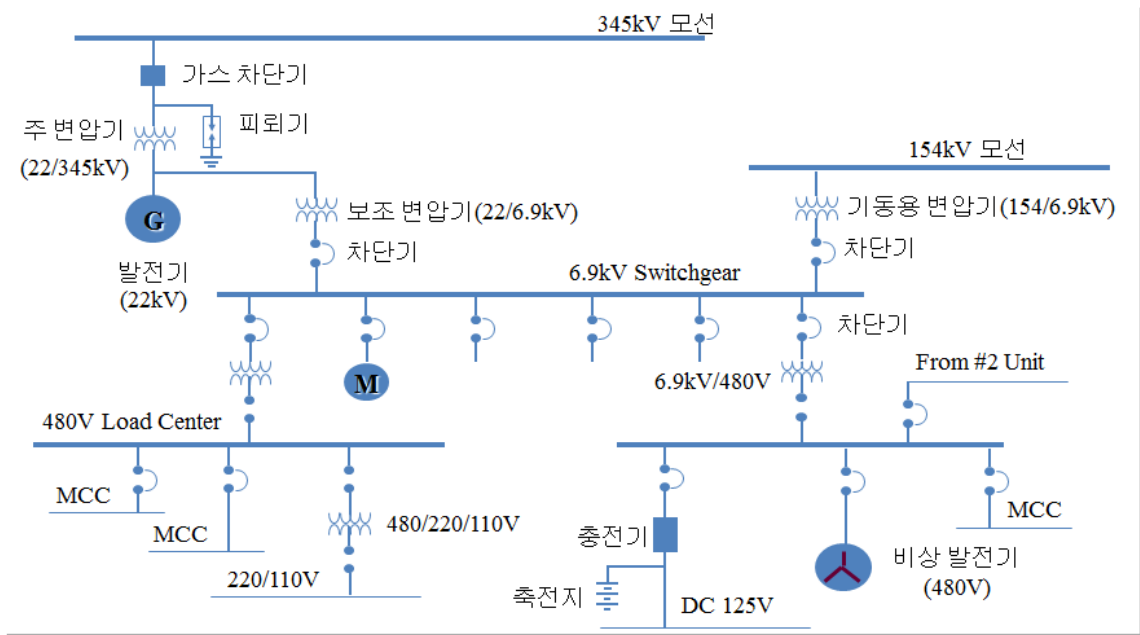
3-4. 발전소내의 전선로의 선정과 공사방법에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

- 1) “소내 전선로”라 함은 발전소 계통 및 기기에 필요한 전력을 공급하는 전선로를 말하며, 안전등급 1E와 비안전등급 전력계통으로 분류 되고 각각 교류전력계통과 직류전력계통으로 구성된다.
- 2) “안전등급 1E 전력계통”이라 함은 원자로 비상정지, 격납건물 격리, 노심 냉각, 잔열 제거, 환경으로의 방사성물질 누출 방지와 같은 안전관련 기능을 수행하는 전기부하에 전력을 공급하는 계통을 말한다.

2. 발전소내 전력계통도(예)



3. 발전소내 전선로의 선정과 공사방법

1) 케이블 전압등급

- (1) 원자로시설의 케이블은 사용 목적에 따라 계측 및 제어케이블, 저압전력케이블, 고압전력케이블로 분류하고 물리적 분리기준에 따라 설치되어야 한다.
- (2) 각 케이블은 전압 등급별로 충분한 이격거리를 유지하여야 한다.

이격거리가 확보되지않는 경우 서로 다른 전압등급들 간에 악영향을 주지 않도록 방벽을 설치하여야 한다.

- (3) 저전압 아날로그 및 디지털 신호용 케이블은 전자파 장애, 정전 유도 및 전자유도 등에 영향을 받지 않도록 설계(예: 충분한 꼬임) 또는 차폐하여야 한다.

2) 케이블 정격 및 검증

- (1) 전력 모선과 케이블은 계통의 전압보다 높은 전압정격 및 그 모선 및 케이블에 인가되는 과도전압보다 높은 내전압 정격을 가져야 한다.
- (2) 전력 모선과 케이블은 발전소 정상운전, 예상운전과도 및 사고시에 전압 변동과 부하전류를 수명기간 동안 허용도체온도 이내에서 안전하게 흘릴 수 있어야 한다.
- (3) 전력 모선과 케이블은 사용 목적과 설계수명 기간에 예상되는 방사선누적선량과 경년열화를 고려한 환경조건에 맞게 선정 및 검증되어야 한다.
- (4) 전력 모선과 케이블은 화재 파급을 방지하기 위하여 충분한 내화성을 가져야 하며 격납건물 내부의 냉각재상실사고 뿐만 아니라 기타 환경조건에서도 견딜 수 있어야 한다.

3) 케이블 설치

- (1) 전력 모선, 케이블트레이와 지지물은 케이블 설치에 따른 마감재 등을 포함한 기계적 하중 및 설계지진사고에 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 케이블과 케이블포설로는 일정 간격으로 영구적인 식별 표시를 하여야 하며, 케이블 포설 후에 노출된 케이블 끝부분에 식별 가능한 영구적인 표시를 하여야 한다.
- (3) 접속 및 단말장치와 전선이음(splice)은 사용 목적과 설계수명 기간 동안 사용 환경조건에 적합하게 선정 및 검증되어야 한다.
- (4) 벽 또는 바닥을 관통하는 모든 케이블, 케이블트레이 및 전선관 등에는 식별 표시를 하여야 하고, 내화성 마감재로 처리하여야 한다.

3-5. KS C IEC 60079-10-01에서 폭발위험 장소의 구분과 관련하여 다음 사항을 설명하시오.

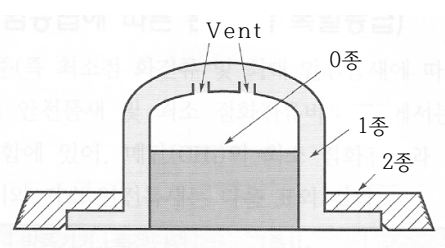
- 1) 위험장소(0종, 1종, 2종, 폭발 비위험 장소)
- 2) 누출등급(연속누출등급, 1차 누출등급, 2차 누출등급) 및 결정조건
- 3) 개구부의 종류(A, B, C, D형) 및 누출등급에 대한 개구부의 영향
- 4) 폭발 위험 장소의 범위 선정 시 고려사항

해설

1. 개요

IEC 60079-10은 인화성 가스, 증기 또는 미스트 위험요인이 생성될 수 있는 장소의 폭발 위험장소 구분에 대하여 규정하며, 폭발위험장소에서 사용하는 설비의 적절한 선정 및 설치를 지원하기 위한 표준

2. 위험장소

구분	내 용	
0종 장소	장기간 또는 빈번하게 위험분위기가 존재하는 장소	 <p>[폭발위험장소 구분]</p>
1종 장소	정상상태에서 주기적 또는 빈번하게 위험분위기가 존재하는 장소	
2종 장소	이상상태에서 짧은 기간에만 위험분위기가 존재하는 장소.	
비폭발 위험장소	전기설비를 제조, 설치 및 사용함에 있어 특별한 주의를 요하는 정도의 폭발성 가스 분위기가 조성될 우려가 없는 장소	

3. 누출등급 및 결정조건

1) 누출등급

(1) 기본적으로 3가지로 구분되며 인화성 물질 누출의 지속성과 발생빈도의 내림차순에 따라 정리가 가능

(2) 종류

① 연속등급 : 연속, 빈번 또는 장기간 발생할 것으로 예상되는 누출

- ② 1차등급 : 정상작동 중에 주기적 또는 빈번하게 발생 할 수 있을 것으로 예상되는 누출
- ③ 2차등급 : 정상작동 중에는 누출되지 않고, 만약 누출된다 하더라도 아주 드물거나 단시간 동안의 누출

2) 결정조건

- (1) 일반적으로 누출등급이 폭발 위험장소를 결정함
- (2) 적절한 환기지역에서의 연속 누출등급은 0종, 1차등급은 1종, 2차 등급은 2종 장소로 이어짐
- (3) 이 일반 규칙은 희석등급과 환기이용도에 의하여 폭발 위험장소가 완화되거나 강화 될 수 있음

4. 개구부의 종류 및 누출등급에 대한 개구부의 영향

1) 개구부의 종류

구 분	특 징
A형	• B형, C형, D형으로 규정된 특징을 충족하지 않은 개구부
B형	• 상시 닫혀 있어(자동 닫힘) 드물게 열리고, 완전 밀착 폐쇄되는 개구부
C형	• 상시 닫혀 있어(자동 닫힘) 드물게 열리고, 개구부 전체 둘레가 밀봉되어 있는 개구부 • 독립적인 자동닫힘 장치가 되어 있는 B형 개구부 2개가 직렬로 연결된 개구부
D형	• 유틸리티 통로와 같이 효과적으로 밀봉되는 개구부 • 특별한 수단에 의하거나 비상시에만 열릴 수 있는 C형을 충족하는 상시 닫혀 있는 개구부 • 폭발위험장소에 인접한 하나의 C형 개구부와 직렬로 연결된 하나의 B형 개구부

2) 누출등급에 대한 개구부의 영향

개구부 상류의 위험장소 종별	개구부의 형태	누출원으로 간주되는 개구부의 누출등급
0종 장소	A	연속
	B	(연속)/1차
	C	2차
	D	2차/누출 없음
1종 장소	A	1차
	B	(1차)/2차
	C	(2차)/누출 없음
	D	누출 없음
2종 장소	A	2차
	B	(2차)/누출 없음
	C	누출없음
	D	누출없음

괄호 속의 누출등급은 설계 시에 개구부의 조작 빈도를 고려한다.

5. 폭발 위험장소의 범위 선정 시 고려사항

1) 폭발 위험 장소의 범위

(1) 정의

폭발 위험장소의 범위는 공기 중 인화성 물질의 농도가 인화하한 이하로 희석되기 전, 폭발성 분위기가 존재하는 추정 또는 계산된 거리를 의미함

(2) 범위 선정 시 고려사항

1) 불확실성의 평가수준을 고려한 안전율을 적용

2) 인화성 물질의 화학적 및 물리적인 매개변수에 영향을 받는데 이 중 일부는 인화성 물질의 속성이며 나머지는 환경 특성이다.

① 인화성물질의 누출률

- 누출률이 많으면 많을수록 더 넓은 범위의 폭발 위험장소가 됨

② 환기(공기이동) 및 희석

- 환기의 증가 또는 공기의 이동은 일반적으로 위험장소의 범위를 감소시킴

- 환기 또는 공기이동을 방해하는 장애물을 위험장소의 범위를 증가시킴

- 증기 또는 가스의 이동 범위를 제한하는 다이크, 벽, 및 천장 등과 같은 장애물은 위험장소의 범위를 제한 할 수 있음

3-6. 차단기 개폐서지 종류와 특징을 설명하고, 고압 및 저압측 대책을 설명하시오.

해설

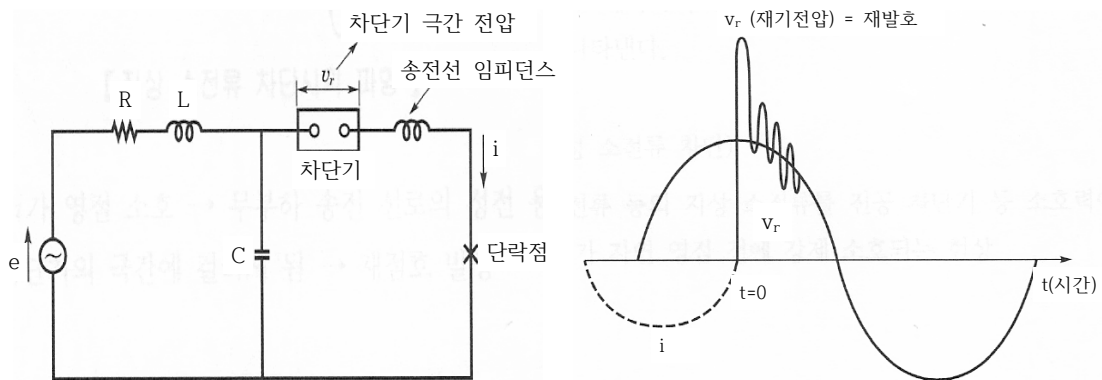
1. 개요

- 1) 전력계통에서 차단기를 개폐하는 경우 과도현상으로 이상전압이 발생하고 특히 유도성·용량성 전류의 경우 메카니즘이 복잡하다.
- 2) 보통 개폐서지라는 것은 무부하 가공송전선 무부하 케이블 전력용 콘덴서 등의 용량성 소전류 개폐와 무부하 변압기, 리액터 등의 유도성 소전류 개폐에 의한 중간주파수의 이상전압을 말함

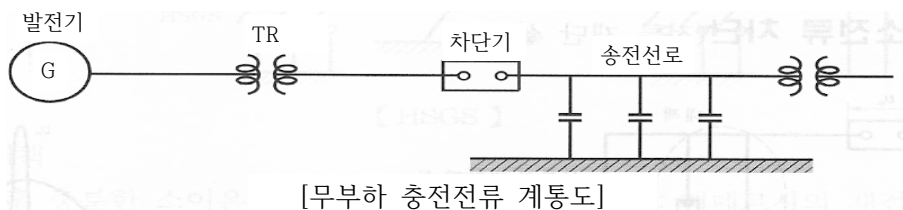
2. 개폐서지 종류

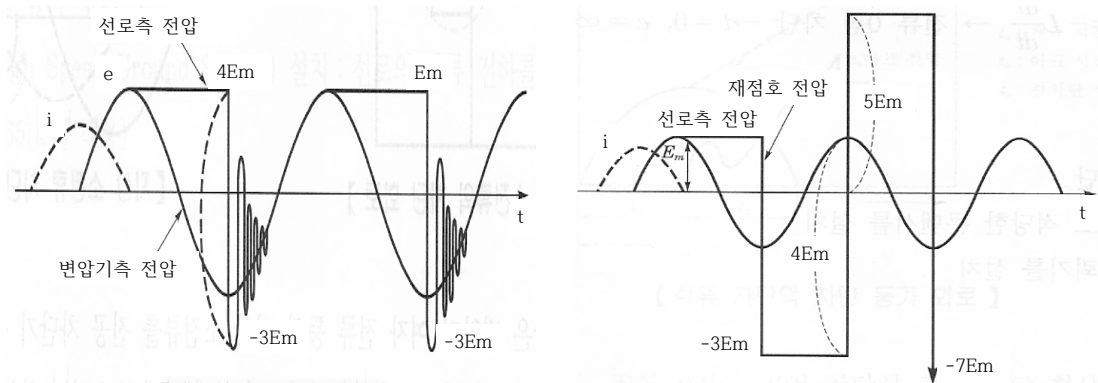
1) 단락전류 차단시 (고장전류 차단시 재발호)

- ① 단락전류 I 는 전원전압 e 에 비하여, 90° 정도 지상전류 이므로 전류 i 가 영점소호 되었을 때 V_r 은 선로 및 기기의 RLC에 의해 과도진동전압(재기전압)이 발생한다.
- ② 재기전압은 차단기의 차단성능을 저하시키지만 이상전압은 적다.

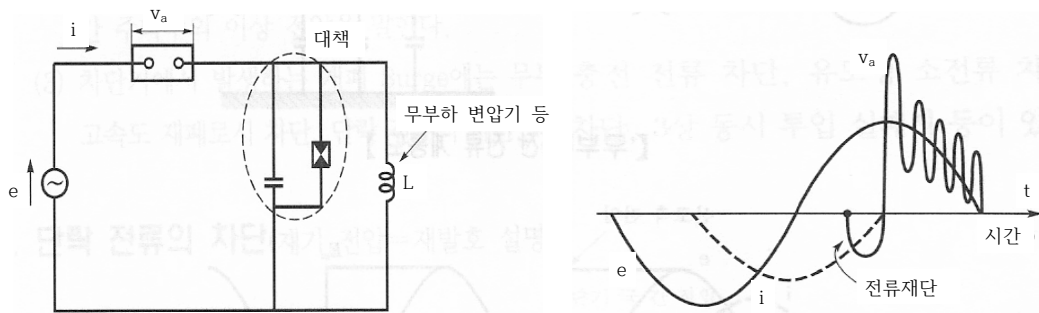


2) 충전전류 차단시 (무부하 선로 개폐시 재점호)

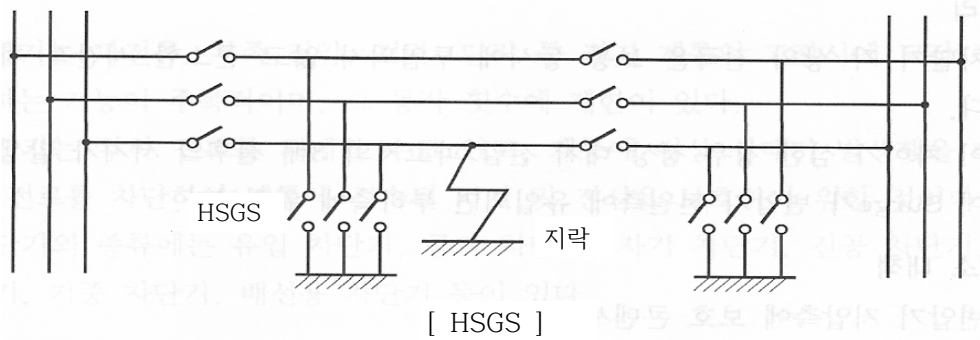




- ① 충전전류는 차단하기 쉽지만 재점호를 일으킴
 - ② 접촉자간의 절연이 재기전압에 견디지 못하고 다시 아크를 일으키는 현상
 - ③ $t=0$ 에서 전류 i 가 영점소호 \rightarrow 1/2 Cycle 후 무부하 송전선로의 정전용량 C 에 의해 진폭의 2배 전압이 차단기 극간에 걸리게 됨 \rightarrow 재점호 발생
 - ④ 재점호가 반복되면, surge에 의해, 3~7배 이상전압이 발생.
- 3) 여자전류 차단시 (유도성 소전류 차단시 전류재단)

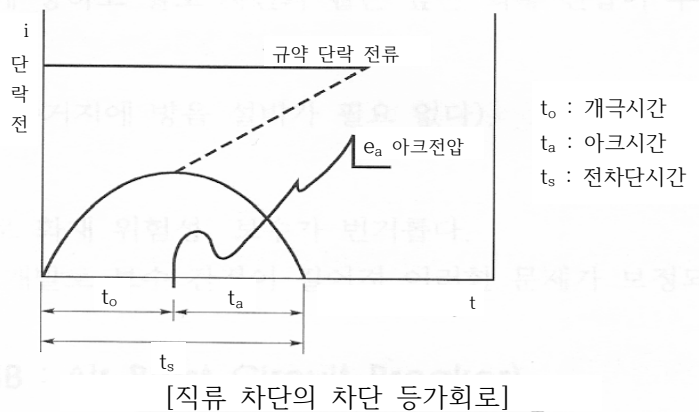


- ① 변압기 여자전류 등의 지상 소전류를 진공차단기 등의 소호력이 강한 차단기로 차단할 경우 전류가 자연영점 전에 강제 소호되는 전류재단 현상 발생.
 - ② 전류영점 전에 지상소전류 차단. $\rightarrow e = -L \frac{di}{dt} \rightarrow t=0. e=\infty. \rightarrow$ 이상전압 발생
- 4) 고속도 재폐로시 (무부하 선로의 투입 및 재투입 surge)



- ① 재폐로 시에 선로측에 잔류전하가 있고 재점호가 일어나면 큰 surge가 발생
- ② 차단 후 충분한 소이온 시간이 지난 후에 재투입 → 재폐로시의 재점호 방지
- ③ 소이온 시간은 345(KV)에서 20(cycle), 765(KV)에서 33(cycle) 정도
- ④ HSGS(High Speed Ground Switch)를 설치하여 선로의 잔류전하를 대지로 방전시킨 후 재투입 (765kV에 적용)

5) 직류 차단기



- ① 직류는 맥류이므로 전류영점이 없어 차단 시 전류재단에 의한 강한 Arc가 발생하고 폭발음이 큼
 - ② 차단기 접촉자의 마모가 쉬우므로 접촉자간에 [바리스터][ZNR] 등을 삽입
 - ③ 직류 차단기로는 [HSCB(High Speed CB)]가 사용
- #### 6) 3상 비동기 투입시
- ① 차단기 각상의 전극은 동시에 투입되지 않고 근소한 시간적 차이가 생김

- ② 이 차이가 심한경우 정상 대지전압 파고치의 3배 정도의 Surge가 발생

3. 개폐서지 대책

1) [개폐서지] 억제대책

- ① 경부하시에는 역률개선용 콘덴서를 모두 개방하여 용량성 회로가 되지 않도록 함
- ② 수전단에 병렬로 리액터를 접속해서 진상 충전용량의 일부 상쇄
- ③ 단로기로 끊을 수 있을 정도의 유도성 소전류인 경우 단로기로 차단
- ④ 중성점을 직접접지 하여, 개폐 이상전압을 억제

2) [재 점 호] 방지대책

- ① 직류 차단기로는 HSCB(High Speed CB)를 사용
- ② 차단기의 차단속도를 빠르게 하여 차단
- ③ 개폐기 또는 차단기의 용량을 충분히 크게 할 것
- ④ 콘덴서 회로용 개폐기는 진공개폐기를 사용하여 90°진상전류에 의 한 재점호를 방지

3) 고압측 대책

- ① 피뢰기를 사용하여 개폐서지의 파고치를 감소
- ② 진공차단기와 몰드변압기 사이에 서지흡수기(SA) 사용

4) 저압측 대책

- ① 저압측에 SPD설치
- ③ SVC, SVG등을 이용한 개폐서지 발생 방지

4. 맺음말.

- 1) 개폐서지는 뇌서지에 비해 파고값은 높지 않으나 그 계속시간이 수(ms)로 비교적 길기 때문에 기기의 절연에 주는 영향을 무시할 수 없다
- 2) 특히 무부하 선로의 개폐서지 유도성 소전류 차단서지의 경우 서지전압의 준도완화 및 진폭제한을 해야 하고 LA 및 SA를 적절히 적용해야 한다.

【제4교시】

4-1. 자가용 수전설비 계획 시 설계순서, 고려사항 및 에너지절감 대책을 설명하시오.

해설

1. 개요.

수변전설비는 전력시설물의 핵심설비로서 전력사용시설물의 목적 및 용도에 맞게 설계하여야 하며, 안전성, 신뢰성, 경제성을 확보하여 효율적인 에너지 사용이 가능하도록 하여야 한다.

2. 설계순서

건물의 특징파악(환경영향 평가) → 부하설비용량의 산출(변압기 용량의 결정) → 수전설비용량 및 수전전압의 결정(한전공급규정) → 수전방식의 결정 → 수변전설 계획 → 모선 및 제어방식 선정 → 수·변전기기의 선정(에너지절약검토) → 설계도서의 작성 → 공사 발주

3. 수변전설비 설계시 고려사항.

1) 사전조사.

- ① 조사항목 : 수전방식, 인입선로.
- ② 건축물 개요 : 층수 및 연면적, 용도 및 규모.
- ③ 안전성 및 환경성 평가.

2) 변압기 용량 산정.

- ① 부하설비용량(VA) = 표준부하밀도(VA/m²) × 연면적(m²).
- ② 대형건축물 표준부하밀도 (VA/m²).

구분	조명	동력	냉방동력	계
호텔	40	50	30	120
대형사무실	35	60	35	130
I.B	30(+30)	40	40(+10)	150
종합병원	50	70	50	170
백화점	60	70	45	175
전산센터	30	100	60	190
연구소	60	110	50	220

- ③ 부하 군마다. 수용률. 부등률. 부하율을 감안하여. 변압기 용량을 산출한다.
- ④ 변압기 용량. = $\left(\frac{\text{총설비용량} \times \text{수용률}}{\text{부등률}} \right) \times \text{여유율}(1.1 \sim 1.2)$
- ⑤ 장래 증설을 감안한 용량확보를 해야 한다.
- ⑥ Two-Step방식을 채택한 경우. Main 변압기에만. 부등율을 적용한다.

3) 수전전압 결정.(한전 기본공급약관 제23조)

계약전력	공급방식 및 공급전압
1,000(kW)미만	단상 220(V) / 3상 380(V)
1,000(kW)이상 10,000(kW)이하	22.9(kV)
10,000(kW)초과 400,000(kW)이하	154 (kV)
400,000(kW)초과	345 (kV)

4) 수전방식 결정.

- ① 수전방식 선정시 검토사항.
건물의 용도 및 규모, 부하의 종류 및 중요도, 예비전원 유무, 계약전력, 경제성 및 신뢰성
- ② 수전방식의 종류.

수전방식	경제성	신뢰성	특 징
1회선	가장 경제적.	나쁨.	가장간단. 정전대비 없음.
평행 2회선	비싸다.	좋음.	한쪽 배전선로 고장시 대비가능.
본선 + 예비회선	비싸다.	좋음.	정전시. 예비회선으로 전원공급 가능.
루프 방식	비싸다.	좋음.	인근에 루프수용가가 있어야함.
Spot Net Work	가장 비싸다.	가장 좋음.	중요 시설에 설치. 무정전 가능.

5) 변전설비 시스템 결정.

- ① 강압방식 : One-step 방식. Two-step방식.
- ② 모선 구성방식 : 단일모선. 섹션을 가진 단일모선. 이중모선. 루프 모선. 등.
- ③ 변압기뱅크구성 및 대수결정 : 1500(kVA) 미만 1뱅크. 3000(kVA) 이상 2뱅크.
- ④ 전력용 콘덴서 뱅크구성 : 300(kVA)이하 1뱅크. 600(kVA)이하 2뱅크.
- ⑤ 자가발전설비와 계통연계방법 결정.

6) 보호방식 결정.

- ① 주 보호. 후비보호. 구간보호. 한시차보호. 변압기 보호. 콘덴서 보호. 배전선 보호.
- ② 사고파급 방지를 위한 보호방식 결정.

보호방식	보호대상	보호협조
PF-S형 : 300(kVA)이하. PF-CB형 : 500(kVA)이하. CB형 : 500(kVA)초과.	변압기. 콘덴서. 배전선. 모선.	계통 단락강도. 한전계전기 동작협조 검토.

7) 감시제어 방식과 감시제어 항목.

감시제어 방식	감시제어 항목
1 : 1 → 대상기기마다 신호 전송로 설치. 소규모 설비.	정전.복전 제어
1 : N → CPU를 이중화한 방식.	발전기 부하 제어
N : N → 대상 기기마다 마이크로 컴퓨터를 설치. 다양한 정보처리	최대수요전력제어
빌딩 군관리 → 빌딩의 생력화. 에너지 절감화. 공간 축소.	역률 제어

8) 주요기기 선정.

- ① 기기선정을 위한 시방서 확인.
- ② 주요기기는 변압기. 차단기. 전력용 콘덴서. 계기용 변성기. 피뢰기. 등.

9) 변전실 장소 결정.

- ① 인입 인출배선에. 지장이 없는 장소일 것.
- ② 가능한 부하의 중심에 가까울 것.
- ③ 기기의 반.출입이 용이한 곳일 것.
- ④ 분진. 습기. 부식성 가스가 없는 곳 일 것.
- ⑤ 전력회사와. 책임분계점. 재산분계점 결정.
- ⑥ 화재.폭발. 위험성이 적을 것.
- ⑦ 장애증설에 대한 면적확보 용이할 것.

10) 변전실 면적 결정.

구분	제1방식	제2방식	제3방식
이론치	$A_1 = K \times (TR용량)^{0.7}$ K값 --> ·특고→고압 1.7 ·특고→저압 1.4 ·고압→저압 0.98	$A_2 = 3.3 \sqrt{TR용량} \times \alpha$ α값 --> ·6,000(m ²)미만 2.7 ·6,000(m ²)이상 3.6 ·10,000(m ²)이상 5.5	$A_3 = 2.15 \times (TR용량)^{0.52}$
경험치	국내 대형건축물의 변전실은 전체건물 면적의 약 1.5(%)		

11) 기기 배치 및 배열.

- ① 보수점검에 필요한 공간 및 방화상 유효공간 확보.
- ② 부하증설에 대비한 공간 확보.
- ③ 기기 반출입 통로 확보.
- ④ 보수점검에 필요한 통로 확보.

12) 설계도서 작성.

- ① 단선/복선 결선도.
- ② 기기 배치도.
- ③ 접지 계통도.
- ④ 제어회로 배선도.
- ⑤ 전력인입 배선도.
- ⑥ 기타.(각종 상세도)

4. 에너지절약 대책.

변압시설 효율화	역률 관리	최대수요전력 관리
One-step방식 채택.	콘덴서 용량의 적정화.	Peak Cut.
고효율 TR 채용.	역률변동 심한 곳에 APFR설치.	Peak Shift
TR 적정 Tap 선정.	저역률 기기는 개별설치.	Demand Control.
TR 적정용량 선정 및 대수제어	콘덴서를 부하측과 모선측에 분산설치.	분산형 전원 이용.

5. 맺음말.

- 1) 수변전설비는 고정설비로서 설치후 이설 등이 곤란하므로 건축물의 계획 및 설계시 에너지를 효율적 으로 사용하며, 향후 증설 가능한 부하에 대한 여유율을 확보하여야 한다.
- 2) 초고층 건축물의 경우 대용량 부하에의한 주변전실 및 주변전실의 설치를 고려하여야 한다.

4-2. 영상변류기의 원리를 설명하고, 중성점 직접 접지식 전로와 비접지식 전로의 지락보호를 각각 설명하시오.

해설

1. 개요

1) 정의

영상변류기는 계전기에 필요한 영상전류를 얻기 위하여 3상전류를 1차전류로 하는 변류기임

2) 사용목적

변류기의 특성오차에 따른 잔류전류가 비접지계 또는 고저항 접지계의 미소 지락전류를 측정하기 위함

3) 종류 : 권선형, 관통형, 분할형

2. 원리

정상상태에서는 자속의 평형으로 2차전류가 흐르지 않으나 지락 발생시에는 각상의 전류가 불평형이 되어 철심에 자속이 발생되어 2차측에 전류가 흐른다

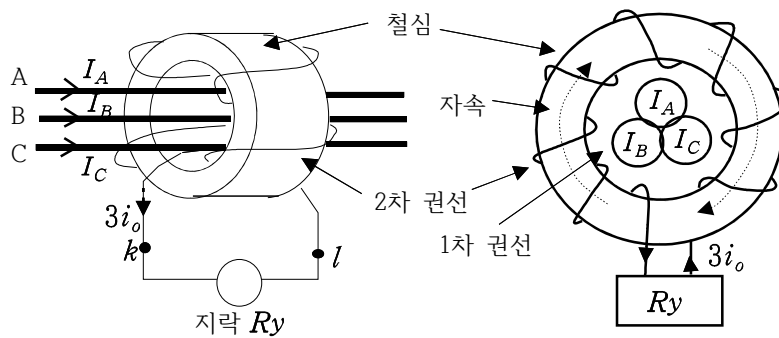


그림) 영상 변류기

① ZCT 1차전류가 I_R, I_S, I_T 일때 철심에 의한 자속이 Φ_R, Φ_S, Φ_T 이므로 인한 2차 전류는 i_R, i_S, i_T 가 발생됨

② 영상전류 검출

(1) 1차에 영상전류가 미포함시

$$I_R + I_S + I_T = 0$$

$$\Phi_R + \Phi_S + \Phi_T = 0$$

$$i_R + i_S + i_T = 0$$

(2) 1차에 영상전류가 포함시

$$I_R + I_S + I_T = 3I_0, \quad \Phi_R + \Phi_S + \Phi_T = 3\Phi_0, \quad i_R + i_S + i_T = 3i_0$$

③ 원리적으로 각상의 정상 및 역상전류의 영향을 받지 않고 2차측에 영상전류를 얻을 수 있음

3. 전로의 지락보호

1) 중성점 직접 접지식 전로

① ELB에 의한 지락차단 방법

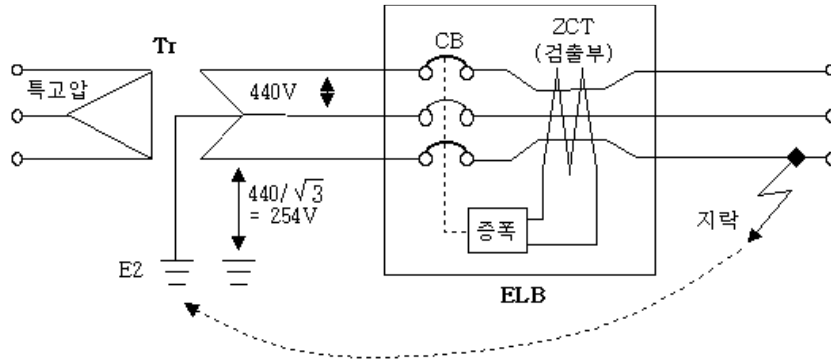
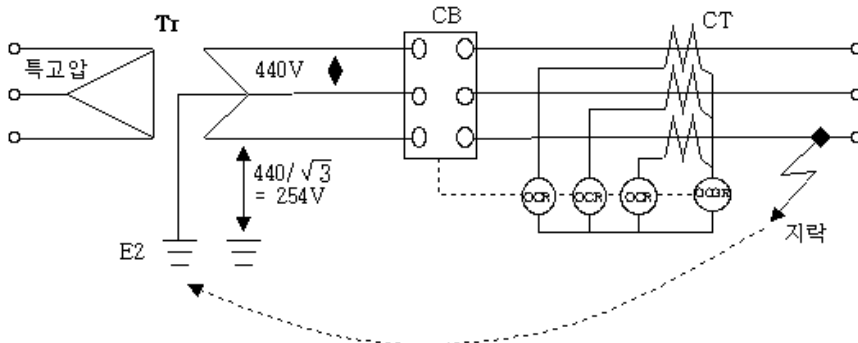


그림1. ELB에 의한 지락차단 회로

- (1) ELB의 감도전류에 따라 지락차단전류가 정하여지며 30mA, 50mA, 100mA, 200mA 500mA 등의 표준 감도전류가 있음
- (2) 선로 및 기기의 충전용량, 전동기 기동시 누설전류에 의한 오동작등을 검토 해야 함.
- (3) 저압회로에 주로 이용

② CT Y결선 잔류회로에 의한 지락차단 방법



CT Y결선의 잔류회로를 이용 지락전류를 검출하는 방식으로 가장 흔하게 쓰

이며 지락전류의 계산은 제2종 접지선을 이용하는 방식과 동일함

$$I_n = I_a + I_b + I_c = 3I_0$$

- (1) CT비 300/5 이하 저항접지계통, 직접접지계통에서 사용
- (2) CT 결선에서 가장 많이 사용함
- (3) 잔류회로에 지락계전기를 설치하지 않을 때도 영상 2차 회로의 개방 방지를 위해 폐회로를 구성함
- (4) 배전반 1개소 접지

③ 변압기 중성점 접지선의 CT에 의한 지락차단 방법

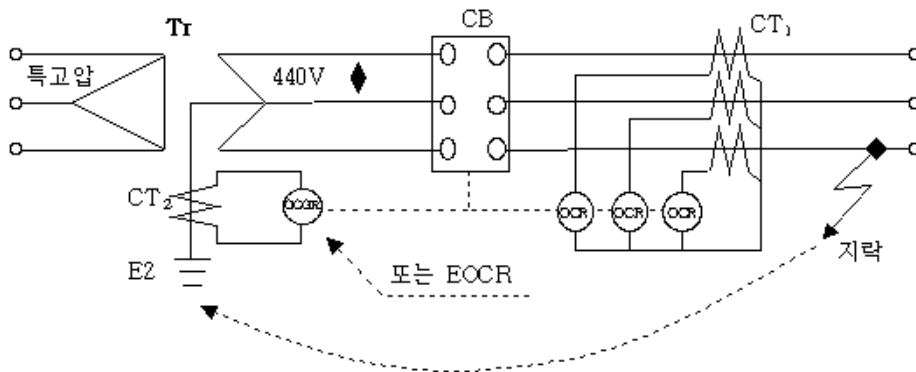


그림) 저압측 2종접지선의 CT에 의한 지락차단 회로

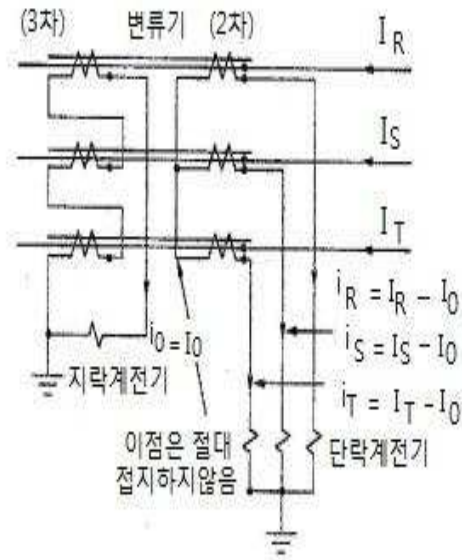
- (1) CT1은 과부하 및 단락보호용, CT2는 지락보호용으로 한다.
- (2) 타 군 변압기와 2종접지선을 공용사용 하거나 수전설비 일부 접지선을 공통으로 결선하여 사용하는 경우 타 접지선전류에 의해 영향을 받을 수가 있다.

④ 3권선 CT 이용법(3권선 영상분로회로)

- (1) 고저항 접지계통 또는 변류비가 큰 경우(CT비 300/5 이상) 사용하는 방식
- (2) 접속방법
 - 2차를 Y로 하되 잔류회로를 구성 하지 않음
 - 3차는 Δ 결선함
- (3) 2차권선 → 정상분, 역상분,
3차권선 → 영상분 검출
- (4) 변류비
 - 1, 2차 변류비 → n : 5
 - 1, 3차 변류비 → 100 : 5(일정)

(5) 3차 권선 영상전류(I_{03})

$$I_{03} = \frac{5}{300} \times 3I_0 = \frac{5}{100} \times I_0$$



2) 비접지식 전로의 지락보호

① 비접지 계통에서의 지락전류의 크기

$$I_g = \sqrt{3} \times \omega C E a \left(E a = \frac{V}{\sqrt{3}} \right)$$

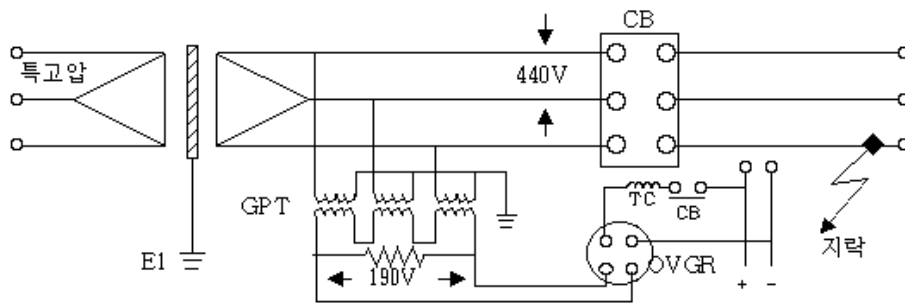
(V: 440, C: 대지충전용량(0.01 μ F정도)라 하면)

$$I_g = \sqrt{3} \times 2\pi \times 60 \times 0.01 \times 10^{-6} \times 440 / \sqrt{3}$$

$$= 1.65 \times 10^{-3} (A)$$

따라서 비접지 저압회로의 지락전류는 아주 작아 지락차단장치를 신중을 기하여 설비하여야 한다.

② GPT와 OVGR에 의한 지락차단 방법



GPT와 OVGR에 의한 지락차단 회로

(1) 검출방식

- 차단기 1차측에 GPT를 설치하고 차단기2차측에 지락이 발생할 경우

지락전류는 GPT로 유입된다.

- 지락전류는 GPT 3차측에 영상전압을 형성하게되고 이 영상전압이 OVGR동작 차단기를 차단하게 된다.

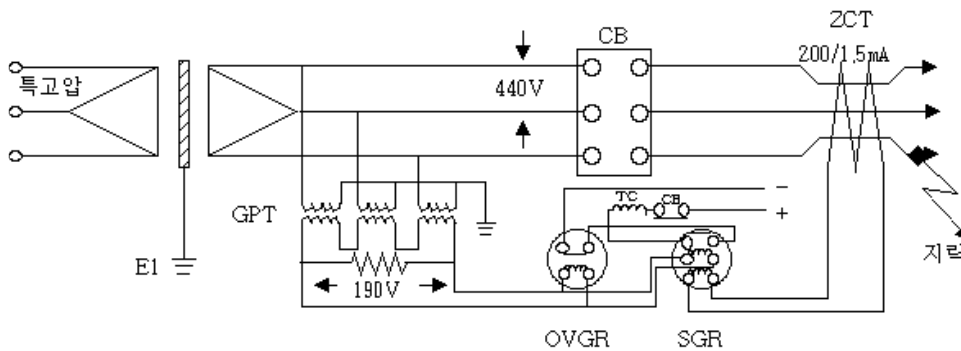
(2) 적용설비

부하가 단독부하에 적용이 용의 함.

(3) 특징

부하에 다수부하가 있는 경우 어느 한곳에서 지락이 발생할 경우 건전상의 부하가 정전이 된다.

③ GPT와 ZCT를 사용 OVGR과 SGR 이용한 방향성을 갖게 하는 방법



(1) 검출방식

지락시 영상전압 및 영상전류를 검출 영상전압, 전류특성에 의해 보호되는 방식

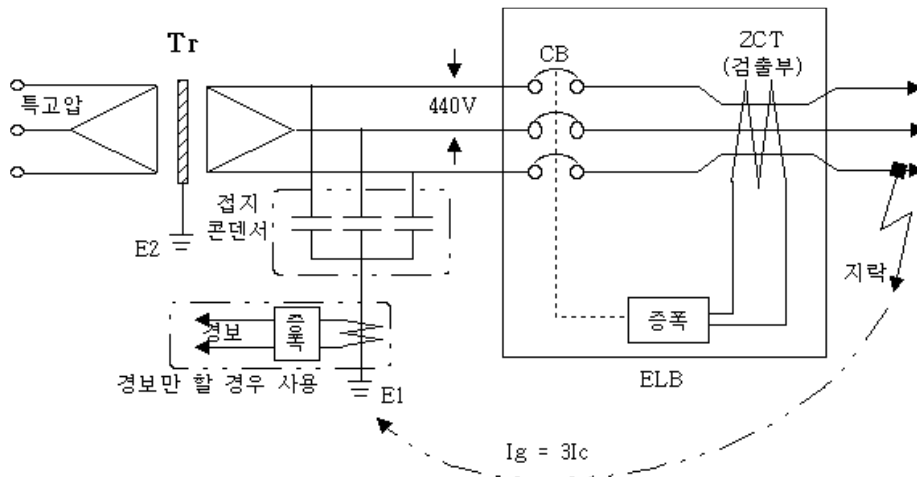
(2) 적용설비

설비 자체가 고 신뢰도를 요하는 설비.

(3) 특징

비접지 회로에서 가장 신뢰성이 있는 방식이다.

④ 접지콘덴서를 사용 ELB를 이용한 지락차단 방법



(1) 검출방식

지락시 접지콘덴서에 흐르는 전류에 의해 보호되는 방식.

(2) 적용설비

충분한 지락전류 값이 나오지 않은 설비에 적용

3. 중성점 직접접지식 전로와 비접지식 전로의 지락보호를 비교

	직접접지식	비접지식
지락(영상)전류	수십~수천[A]	1[A]이하
영상전압	상전압 x 1.45이하	최대 상전압의 $\sqrt{3}$ 배
지락검출	용이	곤란
충전전류영향	거의 없음	큼
GVT에 의한 영상전압검출	불필요	필요
적용계전방식	OCGR	DSR
오동작	거의없음	주의 필요

4-3. 스키장 분위기, 이용객의 눈부심 및 안전을 고려하여 야간조명설비 설계를 설명하시오.

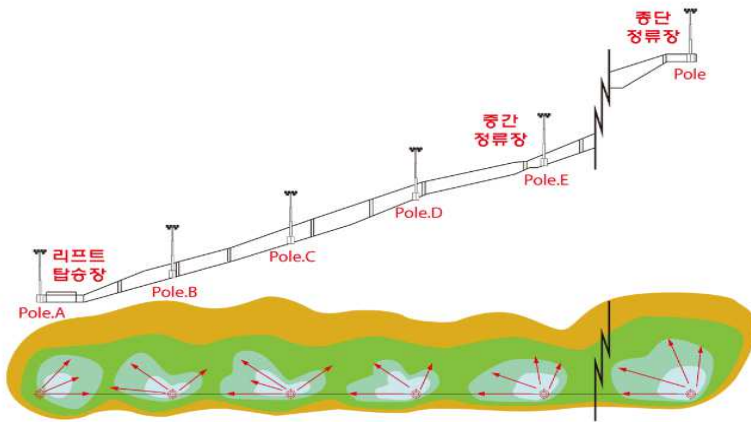
해설

1. 개요

1) 스키장 기준 조도 (조도 기준:KSA 3011)

그린	드라이빙 레인지	티잉 그라운드	페어웨이	퍼팅 연습장
30~60	60~150	30~60	15~30	60~150

2) 스키장의 폴배치 및 조도분포 (Teeing ground light design)



2. 스키장 조명설계시 고려사항

- 1) 스키장 조명 설계시 주의할 점은 위에서 아래로 활주하며 스키를 탄다는 점에 유의하여 폴의 위치를 잡으며 안전을 최우선으로 폴대의 위치를 잡아 설계를 진행한다.
- 2) 스키장 조명 폴대의 설치위치는 경사와 굴곡, 주변의 나무나 바위, 낭떠러지 같은 장애물의 위치를 충분히 확인하여 설계를 진행한다.
- 3) 조명등기구의 설치 높이는 적설량도 고려하여 위치를 잡아주어 설

계 오차를 최대한 줄인다.

- 4) 눈부심을 최소화한 조명 기구의 위치 선정 (Flood Light glare zone) 스키장 조명은 스키어들이 글레어(눈부심) 현상이 최소로 할 수 있는 위치에 조명을 설치하여야 한다.

스키장을 이용하는 스키어의 눈을 바로 비추는 조명은 최대한 배제하여 설계를 진행하며 부득이한 경우 최소의 조명만을 사용한다.

이때 사고를 유발할 수 있는 지형 지물에 특히 주의하여 설계를 진행한다.

- 5) 스키장 조명 에이밍 포인트는 스키어들이 활주하는 방향을 향하도록 하여 투사하는 추적 조명 방식으로 설계를 진행한다.

특히 위험한 구역은 안전 울타리나 표지판이 잘 보이도록 에이밍을 잡아주면 좋으며 굴곡진 곳은 스키어들이 인식할 수 있도록 조명을 배치하여 에이밍 작업을 해준다.

- 6) 국제 경기에 맞춘 조명 에이밍 설계 (Fled aiming international)

스키장 조명 에이밍 설계로 경기장의 균제도를 맞추고 선수나 시설물의 그림자가 경기 및 관전에 영향을 주지 않아야 한다.

- 7) 스키장을 이용하는 스키어가 자신의 그림자로 사물을 파악하는데

방해가 되지 않도록 조명 폴대를 양쪽에 지그재그 방식으로 배치하는 것이 바람직하나 현장 여건상 한쪽에만 설치가 가능할 땐 리프트가 있는 쪽에 설치하는 것이 바람직하다.

- 8) 스키점프대 조명 폴은 좌우 대칭 배열을 추천한다. 스키점프대 조명의 에이밍은 활주로 방향으로 잡아 균제도를 맞춰주며 선수에게 눈부심을 주지 않도록 주의하여 설계한다.

- 9) 빗공해 최소화 설계 (Environmental impact)

- (1) 사용용도에 맞추어 설계시 불필요한 빛의 낭비로 주변에 유출 조명으로 인한 영향을 최소화하여 설계한다.

- (2) 스키장 밖의 보행자나 자동차 운전자 또는 거주 지역으로 빛이 영향을 주지 않도록 설계를 하여야 한다.

- (3) 스키장 밖으로 벗어나는 유출 조명을 계산하여 기준치에 맞추어 조명을 재설계 한다.

4-4. KS C IEC 60364 및 KSC IEC 62305-1의 규격에서 정하는 과전압보호에 대하여 설명하시오

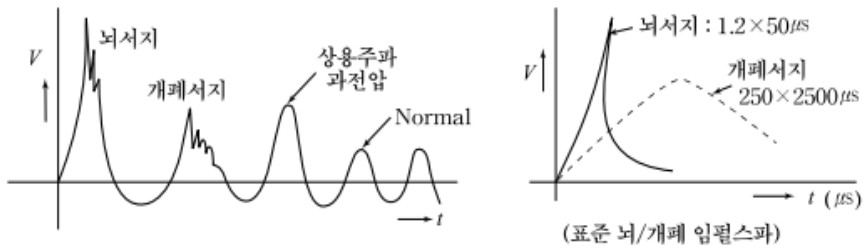
해설

1. 개요

1) 과전압 보호시설 기준

- (1) 연간 뇌우일수 AQ2 이상 (> 25 일/年)인 경우 대기현상에 의한 과전압 보호 실시
보호레벨은 내 임펄스 Category II 값을 초과하지 말 것
- (2) 상기에 적합한 조건에서 SPD또는 동등이상으로 과전압 감소조치
- (3) 대기현상 과전압 보호 → 개폐 과전압 보호도 동시 성립(추가 조치 필요 없음)

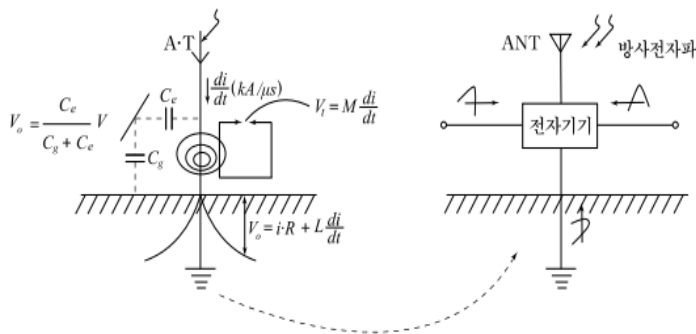
2) 과전압 Surge파형



2. 뇌, 개폐에 의한 과전압

1) 뇌 과전압(서지)

- (1) 정의 : 뇌방전에 의해 발생하는 급준파 서지
- (2) 종류 : 직격뢰, 간접뢰(유도뢰, 측뢰, 역류뢰)
- (3) 침입경로



2) 개폐과전압

(1) 정의

전원계통에서 개폐조작 조건의 갑작스런 변동에 의한 과도현상으로 고주파 또는 감쇠 진동성 서지, 대기서지에 비해 크기 작고 상승시간 늦음

(2) 종류

- ① 무부하 선로 개폐서지 : 투입서지, 차단시 재점호 서지
- ② 유도성 소전류 차단서지 : 전류절단, 반복재발호, 유발재단 서지
- ③ 기타 : 고장전류 차단서지, 3상 비동기 투입서지, 고속도 재폐로서지 등

3. 기기 보호대책

1) 뇌과전압 대책

(1) 수전설비

수용가 인입측 LA설치

(2) LPS(Lightning Protection System)

- ① 외부 뇌보호 : 수뢰부, 인하도선, 접지전극
- ② 내부 뇌보호 : 뇌 등전위 본딩, 전기적 절연

(3) SPM(LEMP 방호대책)

① 접지 및 본딩

- ㉠ 바닥 메시화 + 1점접지 : 서지임피던스 저감, 기준전위 안정화(ZSRG)
- ㉡ 본딩망 구축 : 기기간 전위차 최소화, 자계감소

② 차폐 : 공간차폐, 내부 배선차폐 (차폐 Cable, Cable Tray, 금속덕트이용)

③ 선로 적정배치 : 유도 루프 최소화

④ 협조된 SPD 시스템

- ㉠ LPZ별 에너지 협조, 내부 및 외부서지 영향으로부터 단계적 보호
- ㉡ 기기 정격 임펄스 내전압(SPD사양은 아래값 이하로 선정)

뇌 임펄스 Category		IV	III	II	I
임펄스 내전압 (kV)	단상 120~240V	4	2.5	1.5	0.8
	3상 230/400V	6	4	2.5	1.5
대상설비		설비인입구	간선 및 분기회로	부하기기	특별보호기기
SPD 등급 및 설치장소		Class I (배전반)	Class II (분전반)	Class III (제어반)	

⑤ 절연 인터페이스 : 레벨 II 절연기기, 절연변압기, 광케이블, 광결합기, SPD

이용

2) 개폐과전압 대책

- (1) 차단기 : 고속, 저항차단방식 채용, 절연내력 높은 매체사용
- (2) 선로측 : 중성점접지, 분로리액터 설치
- (3) 기기측 : SA, SPD설치
- (4) TR 고.저압 권선간 정전 차폐(정전 이행전압 방지)
- (5) FACTS 또는 Custom Power 기기활용 : SVC, SVG, Active Filter 등

3. 기타 고려사항

- (1) 배선이격 or 분리, Shield & Twisted Pair Wire 사용
- (2) NCT, Line Filter 설치 등

4. 결론

최근 고도 정보화 사회의 도래로 건축물의 저압계통에 민감한 전자장비의 사용이 급증하므로써 뇌 및 개폐에 의한 과도서지로부터 보호할 수 있는 다각적인 대처 기술이 필요하다.

4-5. 농형유도전동기의 기동방식을 설명하시오.

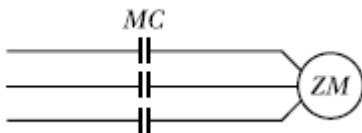
해설

1. 개요

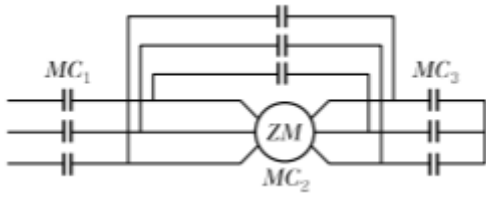
- 1) 유도전동기는 단상과 3상, 농형과 권선형으로 구분할 수 있음
- 2) 유도전동기의 기동방식
 - (1) 단상 농형 : 분상기동, 콘덴서기동, 반발기동, 셰이딩코일 기동
 - (2) 3 ϕ 농형 : 직입기동, Y- Δ 기동, 리액터기동, 콘돌퍼기동, 쿠샤기동, 1차 임피던스 기동
 - (3) 3 ϕ 권선형 : 2차저항기동, 2차 임피던스 기동

2. 3상 농형유도전동기 기동방식

- 1) 직입기동
 - (1) 별도의 기동기가 없는 전전압기동
 - (2) 기동전류 (5-7배 정격전류)
 - (3) 작동간단 설치비 저렴, 소용량적용
 - (4) 전원 TR 용량 고려 (10배 이상)

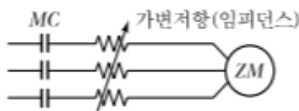


- 2) Y - Δ 기동(open/close Transition)
 - (1) 기동 Y 기동(MC1+MC3)
 - (2) 기동전류 1/3, 기동전압 $1/\sqrt{3}$
기동토크 1/3 감소
 - (3) 운전 시 Δ 운전 (MC₁+MC₂, MC₃ 개방)
 - (4) 기동전류 제한목적
 - (5) 기동시간 $T = 4 + 2\sqrt{P}$ [sec]



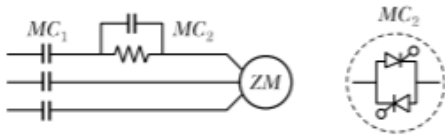
3) 1차 저항기동(직렬임피던스)

- (1) 1차측에 저항 또는 임피던스 이용기동
- (2) 저항으로 전류제한, 전압감소, 토크감소
- (3) 저항손실로 인한 효율저하(기동 시)



4) 쿠샤기동

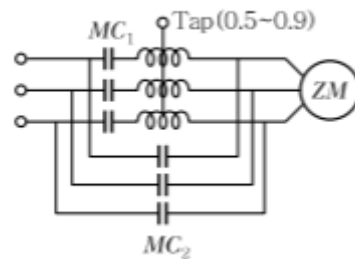
- (1) 1φ에만 저항 또는 Thyristor 이용기동
- (2) 소용량에 적용 부드러운 기동법
- (3) 크레인, 굴삭기, 호이스트 적용



5) 리액터 기동

- (1) △ 기동 후 TR Tap 조정

구분	기동	운전
Tap	0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9	1
전압/ 전류	50%, 60%, 70%, 80%, 90%	100 %
토크	25%, 36%, 49%, 64%, 81%	100 %

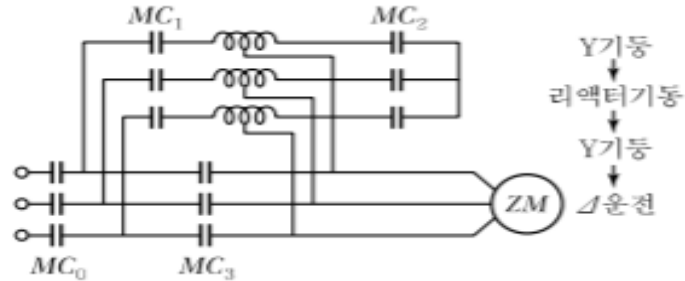


- (2) 기동 시 MC₁ 기동

- (3) 운전 시 MC₁ 개방후 MC₂ 운전(MC 전환 시 Arc 발생 유의)

(4) 기동시간 $T = 2 + 4\sqrt{P}$ [sec]

6) 콘돌퍼 기동(단권 TR)



(1) Y 기동 → 리액터기동 → Δ 운전

구분	기동	운전
Y 기동	전압($1/\alpha$), 전류토크($1/\alpha^2$)	1
리액터	0.5 → 0.65 → 0.8	1
Δ 운전	Δ 운전 100 운전	1

(2) 리액터 기동의 Arc 발생을 보완

(3) 무전압 상태가 없이 아크 미발생

(4) MC_0 상시투입, 기동 : $MC_1 + MC_2$ 시작

기동 시 : $MC_1 + \text{Tap}$ (0.5~0.8), 운전 $MC_0 + MC_3$

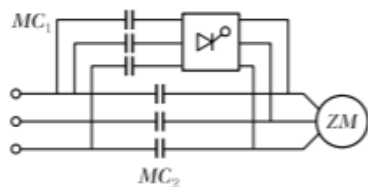
7) Soft Starter(VVCF)

(1) 기동 시 MC_1 운전 Soft starter 이용

(2) 주파수 일정 전압의 크기 조정

(3) 전압에 비례 전류 토크변화 속도변화

(4) 기동 후 MC_2 투입 전전압운전 (기동토크유의)



8) Inverter(VVVF)

(1) 전압과 주파수의 크기조정 기동

$$N = \frac{120f}{P}$$

- (2) 정상운전 시에도 전압의 크기와 주파수를 조정, 속도제어가능
- (3) Energy Saving 효과

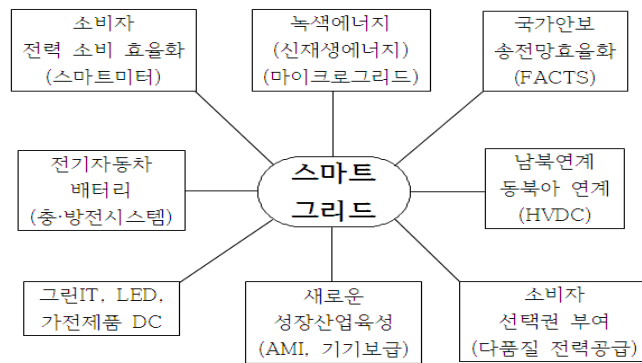
4-6. 기존 전력망과 스마트 그리드(Smart Grid)의 주요 특징을 비교하고 스마트 그리드 구축에 따른 산업변화 전망을 설명하시오.

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 그리드 구성



3. 주요특징

1) 스마트 그리드

- 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

2) 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

4.효과

에너지 효율개선	신재생에너지의 확산기반	신성장산업 육성
피크전력 감소(평준화)	전력생산의 불규칙 개선	배전망의 혁신
설비투자비 감소(전력망)	ESS와 상호접목 구현	DC 전기의 수요증가
자발적 에너지 절약 유도	전기자동차 인프라 구축	마이크로 그리드 생성
EMS를 연계운용	전력품질, 신뢰도 향상	전기차, ESS, 초전도 산업 의 개발실용

5.산업변화 전망

구분	영향
전력	공급자의 다변화로 완전경쟁시장 형성
가전	전력효율상승, 스마트 가전제품의 수요증가
건설	그린홈, 그린빌딩, 그린팩토리 설계구현
자동차	EV, PEV 자동차산업 + 충전인프라 구축
에너지	주유소 → 전기충전소로 변경

6.Smart Grid의 로드맵 및 목표

- 1) 비전 : 스마트그리드 구축을 통한 저탄소 녹색담당 기반조성
- 2) 단계별 목표

2012년	2020년	2030년
시범도시 구축	광역단위 스마트그리드 구축	국가단위 스마트그리드 구축

- 3) 전략방향

① 국가 : 에너지 효율향상 및 CO₂ 배출저감

② 기업 : 신성장동력 발굴, 수출의 산업화

③ 국민 : 삶의 질 향상

4) 5대 추진분야

① 지능형 전력망 : 개방형전력, 고장예측, 자동복구시스템 구축

② 지능형 소비자 : EMS + 지능형 계량(AMI) 인프라 구축

③ 지능형 운동 : 전국단위 충전인프라 구축(V2G, ICT)

④ 지능형 신재생 : 대규모 신재생 발전단지, Energy Zero Building 구현

