

제 114회 필기시험 문제풀이

건축전기설비기술사



강사: 황모아



소방전기교육전문학원

(주) 모아전기학원

MOA Technical Education

대표 (02) 2068-2851 FAX. 02) 2068-2881

www.moate.co.kr

전기분야 기술사 대한민국 1위

전기분야의 Legend" "모아전기학원

제 114회 건축전기설비기술사

[문제풀이집]

강사: 황모아 원장

Legend 모아전기학원의 자랑!

모아전기학원 2012~2018년

전체수강생의 1/7을 합격시킨, 진정한 Legend!

“실제 수강생 대비 합격률 대한민국 1위”

강의만족도 90 [%], 강의평균 재수강률 80 [%]

“7년간의 검증” 모방이 불가능한 커리큘럼”

열정적으로 2018년을 준비하다.

Legend 모아전기학원의 최강의 강사진!

황모아 원장 “건축전기 특강반과 기본반, 전기안전 특강반”

하용일 교수 “섬세한 발송배전 기본 튼튼 강의”

오부영 교수 “최단기 합격비법 전기안전·전기응용반 강의”



전 기 교육전문학원

모 아 전 기 학 원

대 표 (02) 2068-2851 FAX.(02-2068-2881 www.moate.co.kr)

»모아전기학원의 전기기술사반의 Strength!

첫 번째: 대한민국 최고의 강사진!

- ▷ 최고의 전문성을 가진 검증된 전기기술사 7명이 담임제 강의 중

두 번째: 충분한 공부시간 확보!

- ▷ 정규반/심화반/연구반수업(상/하 총 88~110시간 확보)
- ▷ 별도의 스터디를 통한 학습효과 극대화

세 번째: Class Line-up!

- ▷ 건축전기 3개 Class, 발송배전 2개 Class, 전기안전 2개 Class, 전기응용 1개 Class 운영 중! ▷ 총 8개 Class 개강 운영 중!

네 번째: 동영상 무료제공!

- ▷ 동영상(PC+모바일)을 통한 공부환경에 극대화!

다섯 번째: 스터디를 무료제공!

- ▷ 토요일/일요일, 오전/오후 별도의 스터디를 제공
- ▷ 평일 스터디(24시간) 무한제공!

※ 2018년 2월 전기분야 기술사 개강 Summary!

Class		교수	개강일정	교재
건축전기설비	건축전기의 중요핵심 "SGN기본심화반"	황모아 원장	2월 25일(일) (15시~20시30분)	모아 건축전기설비기술사
건축전기설비	"합격의 정석" "SBR심화연구반"	황모아 원장	2월 24일(토) (15시~20시30분)	모아 건축전기설비기술사 + 별도자료
발송배전	철저한 기본주의 "토요기본반"	하용일 교수	3월 03일(토) (15시~21시)	발송기본3권(송길영) /동일출판
발송배전	고정관념 제거 "심화연구반"	하용일 교수	3월 03일(토) (9시~15시)	발송배전기술사(예문사) 2017년판/저자직강
전기안전 전기응용	쓸 수 있는 공부 "SGN특강반"	오부영 교수 황모아 원장	2월 24일(토) (15시~20시30)	모아전기안전기술사 모아전기응용기술사
전기안전 전기응용	마무리는 토론과 모의고사 "SGN연구반"	오부영 교수 황모아 원장	2월 24일(토) (10시~18시)	모아전기안전기술사 모아전기응용기술사

제114회 건축전기설비기술사 1차 필기시험 문제 (2018년 2월 04일)

제 1 교시

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오

- 분전반 설치기준에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 공급범위
 - 예비회로
 - 설치높이
- 전력용 콘덴서의 설치 위치에 따른 장·단점을 비교 설명하시오.
- 직접접지 계통의 수전반 보호계전기에서 OCR 및 OCGR의 한시탭 정정방법, 동작시간 정정방법, 순시탭 정정방법에 대하여 설명하시오.
- 접지 설계 시 전위 간섭의 개념과 접지 설계 시 유의점에 대하여 설명하시오.
- 병원전기설비 시설에 관한 지침에서 다음 시설을 설명하시오.
 - 의료장소의 콘센트 설치 수량 및 방법
 - 콘센트의 전원 중별 표시
- 간격이 d [m]인 평행한 평판 사이의 정전용량을 구하시오.
(단, 판의 면적인 S [m^2]이고, 면전하 밀도를 δ [C/m^2]라 한다.)
- 전력시설물 공사감리업무 수행지침에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 공사감리의 정의
 - 감리원이 공중별 촬영하여야 하는 대상 및 처리방법
- 전기 절연의 내열성 등급에 대하여 KS C IEC 60085에 따른 상대 내열지수, 내열등급을 기존 절연 중별 등급과 비교하여 설명하시오.
- 하이브리드(Hybrid) 분산형 전원의 정의와 ESS 충·방전 방식에 대하여 설명하시오.
- 코로나 임계전압과 코로나 방지대책에 대하여 설명하시오.
- $\Delta-Y$ 변압기 구성에서 1차측 1선 지락사고 발생 시 2차 측에서 발생하는 상전압과 선간전압의 최저전압에 대하여 설명하시오.
- 저항 용접기 및 아크 용접기에 전원을 공급하는 분기회로 및 간선의 시설방법에 대하여 설명하시오.
- 무한히 긴 직선도선에 전류 I [A]가 흐를 때 도선으로부터 r [m] 떨어진 점에서의 자계의 세기 H [AT/m]를 구하시오.

제 2 교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.

1. 건축물 조명제어에서 조명제어시스템으로 이용되는 주요 프로토콜(Protocol)에 대하여 설명하시오.
2. 변압기 임피던스 전압(%Z)의 개념과 임피던스 전압이 서로 다른 변압기를 병렬 운전할 때 부하분담과 과부하 운전을 하지 않기 위한 부하제한에 대하여 설명하시오.
3. 자가발전기와 무정전전원장치(UPS)를 조합하여 운전할 때 고려사항에 대하여 설명하시오.
4. 태양광 인버터(PCS)에서 Stage 및 인버터의 종류와 특징에 대하여 설명하시오.
5. 변압기 선정을 위한 효율과 부하율 관계를 설명하고, 유압변압기와 몰드변압기의 특성을 비교 설명하시오.
6. 154 [kV] 지중선로에 사용되는 OF케이블(Oil Filled Cable)과 XLPE케이블(Cross Linked Polyethylene Insulated Vinyl/PE Sheathed Cable)에 대하여 비교 설명하시오.

제 3 교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.

1. 380 [V] 저압용 유도전동기의 보호방법과 전기설비기술기준의 판단기준 175조에 의한 차단기 용량 산정, 경제적인 배선규격에 대하여 설명하시오.
2. 연료전지 발전에 대하여 설명하시오.
3. KS C 0075에 의한 광원의 연색성 평가와 연색성이 물체에 미치는 영향에 대하여 설명하시오.
4. 엘리베이터 설치 시 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 엘리베이터 가솔시의 허용전압강화
 - 2) 엘리베이터 수량과 수용률의 관계
 - 3) 전원변압기 용량선정 방법
 - 4) 전력간선 선정 방법
 - 5) 간선보호용 차단기 선정방법
 - 6) 인버터제어 엘리베이터 설치 시 검토사항
5. 전선 이상온도 감지장치에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 적용범위
 - 2) 사용전압
 - 3) 시설방법
 - 4) 감지선의 규격
 - 5) 접지
6. 수전설비 용량산정에서 이단강하방식과 직강하방식의 용량선정 방법에 대하여 설명하시오.

제 4 교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.

1. 계측기기용 변류기와 보호계전기용 변류기의 차이점에 대하여 설명하시오.
2. 전류동작형 누전차단기가 정상 상태일 때와 누설전류가 흐를 때의 동작원리에 대하여 설명하시오.
3. 다음과 같은 무정전 전원장치(UPS)의 특성에 대하여 설명하시오.
1) 단일 출력 버스 UPS 2) 병렬 UPS 3) 이중 버스 UPS
4. 인버터 제어회로를 운전하는 경우 역률 개선용 콘덴서의 설계 및 선정 방안에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
1) 인버터 종류 및 역률 개선용 콘덴서 설치 개념
2) 콘덴서 회로 부속기기 및 용량 산출
3) 직렬리액터 설치 시 효과 및 고려사항
5. TN계통에서 전원자동차단에 의한 감전보호방식에 대하여 설명하시오.
6. 피뢰시스템 설계 시 고려사항과 설계 흐름도에 대하여 설명하시오.

제 1 교 시 문제풀이

1-1. 분전반 설치기준에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

1) 공급범위 2) 예비회로 3) 설치높이

답)

출처' 전기설비기술기준의 판단기준 제 171조

1. 공급범위

- 1) 분전반은 각 층마다 설치한다.
- 2) 분전반은 분기회로의 길이가 30 [m] 이내가 되도록 설계하며, 사무실용도인 경우 하나의 분전반에 담당하는 면적은 일반적으로 1,000 [m²] 내외로 한다.

2. 예비회로

- 1) 1개 분전반의 수용회로 수는 예비회로 (10~20 [[%]])를 포함하여 40회로 이내로 한다.
- 2) 이 회로수를 넘는 경우는 2개 분전반으로 분리 또는 자립형으로 하되, 자립형의 경우 아래에 설치되는 차단기의 유지보수 대책을 고려해야 한다.

3. 설치높이

- 1) 분전반의 설치높이는 긴급 시 도구를 사용하거나 바닥에 앉지 않고 조작할 수 있어야 한다.
- 2) 분전반 상단 기준 바닥 위 1,800 [mm], 크기가 작은 경우는 분전반의 중간을 기준하여 바닥 위 1,400 [mm]로 하거나 하단을 기준으로 하여 바닥 위 1,000 [mm]정도로 한다.

1-2. 전력용 콘덴서의 설치 위치에 따른 장·단점을 비교 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 1권 p383

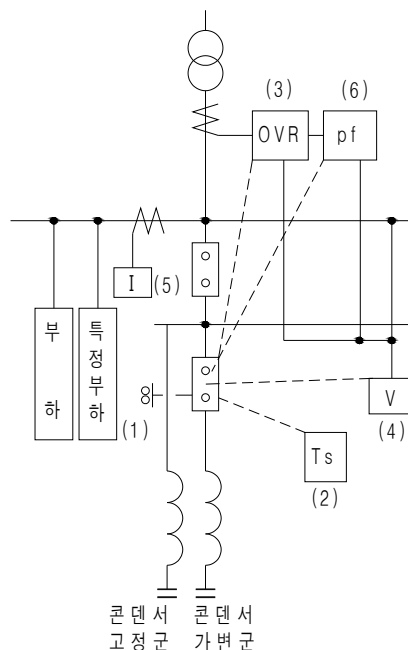
1. 콘덴서 설치위치 선정 시 고려사항

1) 저압 수용가용 콘덴서

- (1) 저용량, 저압 수용가용 콘텐서는 일반적으로 콘텐서를 설치하지 않는다.
- (2) 큰 용량 전동기나, 심각한 전압강하 등이 발생할 경우 별도로 콘텐서를 설치를 고려한다.

2) 특고압 수용가용 콘덴서

- (1) 특고압용 수변전설비의 경우 저압측에 콘덴서를 일반적으로 설치한다.
- (2) 대부분 집합형으로 설치하여, 안전성 및 유지관리 효과를 기대한다.



3) 전동기용 콘덴서

- (1) 전동기가 많이 설치되어 있는 기계실의 MCC반 내부에 대부분 집합형으로 설치한다.
- (2) 각 전동기의 용량별로 개별적으로 설치하여, 개별 필요 진상분을 만족시킨다.

4) 집합형 또는 분산형 설치

- (1) 안전성 및 유지관리의 편리성측면에서는 집합형이 바람직 하지만, 현장 여건에 맞추어 설치한다.
- (2) 콘텐츠가 다수 필요한 기계실 경우에는 집합형을 대부분 설치하고 있다.

2. 콘덴서 설치위치에 따른 장·단점

NO	위치에 따른 제어방식	적용가능 부하 (무효전력) 변동패턴	장·단점
(1)	특정부하의 개폐신호에 의한 제어	변동하는 특정부하 이외의 부하인 무효전력이 거의 일정한 곳	· 개폐기의 접점 수만으로 간단히 할 수 있고, 가장 값이 저렴
(2)	프로그램 제어	하루의 부하변동 패턴이 거의 일정한 곳	· ‘(1)’ 다음으로 저렴 · 타이머는 각종의 것이 시판되고 있으며 조합 가능
(3)	무효전력 제어	모든 변동부하	· 부하변동 패턴을 가리지 않고 적용가능 · 순간적인 부하변동에 추종하지 않게 고려해야 함
(4)	무선전압 제어	전원 임피던스가 커서 전압변동이 큰 계통	· 역률개선보다도 전압강하 억제를 목적으로 한 것이며 일반적이 아니다. · 전력회사에서 많이 실시되고 있다.
(5)	부하전류 제어	전류의 크기와 무효전력의 관계가 일정한 곳	· 말단부하의 역률 개선에 적합하다.
(6)	역률 제어	모든 변동부하	· 같은 역률에서도 부하의 크기에 따라 무효전력이 다르므로 이것들의 판정회로가 필요하며 일반에게는 채택되지 않는다.

1-3. 직접접지 계통의 수전반 보호계전기에서 OCR 및 OCGR의 한시탭 정정방법, 동작 시간 정정방법, 순시탭 정정방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 ‘건축전기설비기술사 과년도풀이집’ 이재연 저

1. 보호 계전기 정정 시 고려사항

1) 오동작 하지 않는 범위 내에서 가장 예민한 검출 감도를 가질 것.

- (1) 일반적으로 보호 계전기의 검출 감도를 너무 예민하게 하면 작은 동요에도 오동작 할 수 있다.
- (2) 또 차동 계전기에서는 동작 전류치를 작게 하면 외부사고 시의 큰 통과전류에 의한 CT의 오차 전류로 오동작 할 수 있다. 보호 계전기의 오동작은 최소로 해야 하므로 이런 경우 외부사고를 상정하여 최대 통과 전류가 흘러도 오동작 하지 않도록 정정해야 한다.

2) 가장 빠른 속도로 동작할 것

사고가 생겼을 때 전기 기기의 피해를 최소로 하고 또 계통 안정도 등에 미치는 영향을 최소로 하기 위해서 사고는 최단 시간 내에 제거되어야 한다.

3) 계통 전체로서 보호 협조가 되어야 한다.

(1) 주보호와 후비 보호간의 보호 협조

- 주보호 장치는 가장 예민한 감도로 가장 신속하게 동작하도록 정정하나 후비 보호 계전기는 주보호 장치의 동작 실패 시에만 동작되도록 해야 한다.

(2) 검출 감도면에서의 보호 협조

후비보호 계전기 보다는 주보호 계전기의 검출 감도가 더 예민해야 한다.

(3) 전기 설비의 강도에 대한 보호 협조

전류-시간 곡선상 계전기 보호범위는 설비의 위험한계선 아래에 있어야 한다.

(4) 차단 범위 국한을 위한 보호 협조

계통에 고장이 발생한 경우 계통전체에 영향이 파급되지 않도록 제한적으로 최소 부분만을 차단해야 하는데, 이는 주로 보호 계전기간의 검출 감도와 동작 시간을 상호협조 되도록 정정함으로써 가능해 진다.

(5) 보호 구간별 보호 협조

설비 단위별로 보호 계전기가 설치된 경우 그 보호 구간이 일부 서로 중첩되도록 보호 범위를 설정해서 보호 맹점이 생기지 않도록 한다.

2. 보호계전기 정정방법

1) OCR

(1) 정정 시 고려사항

- (a) 과전류계전기는 순시탭과 한시탭 및 Time Lever 를 정정해야 한다.
- (b) CT가 변압기 1차측에 설치된 경우 순시탭은 변압기 1차측 단락사고에 동작하고, 2차측 단락 사고 및 여자돌입전류에는 동작하지 않도록 해야 한다.
- (c) 한시탭은 T-C Curve를 검토하여 적정한 시간에 동작하도록 정정한다.
- (d) 보호협조 측면에서 단락사고 시 수용가 차단기는 한전변전소 차단기보다 먼저 동작해야 한다.
- (e) 비율차동계전기의 경우는 고조파 억제부 비율차동계전기를 사용한다.

(2) 정정치

(a) 한시탭 = 전부하전류 \times 1.5 / CT Ratio(b) 순시탭 = 변압기 2차측 단락사고 시 1차측 전류 \times 1.5 / CT Ratio**2) OCGR**

(1) 정정 시 고려사항

(a) 모든 설비의 지락보호계전방식은 그 계통의 중성점접지방식에 따라 달라진다.

(b) OCGR(51N)은 지락 시 지락전류가 큰 154 [kV] 또는 22.9 [kV] 등의 직접접지계통에 사용된다.

(2) 정정치

(a) 한시탭 = 전부하전류 \times 1.5 / CT Ratio

(b) 순시탭은 일반적으로 최소치에 정정한다.

3) OVR

(1) 정정 시 고려사항

GPT 2차 전압은(110 [V])는 UVR 및 OVR에 사용하고, GPT 3차전압 (완전지락 시 190 [V])는 OVGR 및 SGR의 영상전압으로 사용한다.

(2) 정정치

(1) 정격전압의 130 [%] ($110 \times 1.3 = 143$ [V] \rightarrow 140 [V])에 정정한다.

(2) Time Lever는 정정치의 150 [%] 전압에서 2초 정도에 동작하도록 정정한다.

4) OVGR

(1) 정정 시 고려사항

3.3[kV]에서는 SGR과 직렬로 접점을 연결하여 오동작으로 인한 정전을 방지하도록 시설하면 오동작으로 인한 정전을 최소화 할 수 있다.

(2) 정정치

(a) 수용가 수전모선 1선 완전지락 시 계전기에 인가되는 최대 영상전압의 30 [%] 이하에 정정한다. 즉, $190 \times 0.3 = 57$ [V] 이하

(b) 단, 정정치는 정상 시 최대 잔류전압의 150 [%] 이상이어야 한다.

(c) Time Lever는 SGR과 직렬로 사용할 경우 전위 보호장치 동작시간 + (0.4~0.5)초 이내에 동작하도록 정정한다.

5) UVR

(1) 정정 시 고려사항

UVR은 순간정전으로 차단기가 트립되어 전체정전으로 확대되는 것을 방지하기 위해서 전동기 부하를 제외하고는 정전시간 최소화를 위해서 경보용으로만 사용하는 것이 바람직하다

(2) 정정치

Drop-out Voltage는 정격전압의 70 [%]에 정정한다. 즉

Drop-out Voltage = 110 [V] \times 0.7 = 77 [V]

1-4. 접지 설계 시 전위 간섭의 개념과 접지 설계 시 유의점에 대하여 설명하시오.

답)

출처 'A Study for Solving the Potential Interferences between Grounding Electrodes '

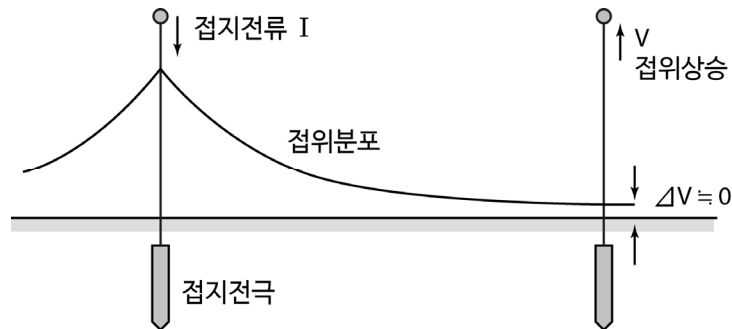
1. 전위 간섭의 개념

어떤 접지계에 지락사고가 생긴 경우 또는 뇌전류가 유입된 경우 다른 접지계에 전위상승을 일으키는 데 이를 전위간섭이라 한다.

2. 접지 설계 시 유의점

1) 독립접지의 개념

- (1) 독립접지 라는 것은 개별적으로 접지시공을 하는 방식이다.
- (2) 이상적인 독립 접지는 예를 들면 아래 그림 과 같은 접지전극이 있는 경우 한쪽의 전극에 접지 전류가 아무리 흘러도 다른 쪽의 접지극에 전혀 전위상승을 일으키지 않는 경우이다.



2) 이상적인 독립접지와 현실적인 독립접지

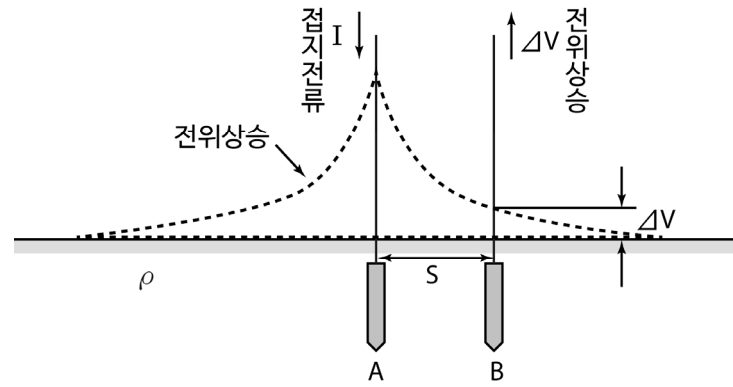
- (1) 이상적으로 2개의 접지극은 무한 대의 거리만큼 떼어놓지 않으면 완전하게는 독립한다고 할 수 없다.
- (2) 하지만 현실적으로는 전위상승이 일정한 범위 내에 들어가면 상호 독립했다고 간주한다.

3) 현실적인 독립접지로 판단하는 요인

- (1) 발생하는 접지전류의 최대치
- (2) 전위상승의 허용치
- (3) 그 지점에서의 대지저항률

4) 전위간섭 계수의 정의

- (1) 아래 그림과 같이 접지전극에 지락전류가 흐르면 이 전극은 전위가 상승하고 전극 부근에 전위 분포를 발생 시킨다. 그 결과 다른 전극의 전위도 상승한다.
- (2) 여기서 다른 전극에 미치는 영향의 척도로서 다음 식과 같은 전위간섭계수 S를 도입한다.



$$S = \frac{V_x}{V_0}$$

V_x : B 극의 전위, V_0 : A 극의 전위

3. 접지 설계 시 유의점

- 1) 이상적인 독립 접지란 인접된 접지극에 고장전류 유입 시에도 다른 쪽의 접지극에 전혀 전위상승을 일으키지 않는 경우를 의미한다.
- 2) 일반적으로 20 [m] 이상 이격하고 전위상승이 일정한 범위 이내로 되었을 경우 상호 독립했다고 인정한다.
- 3) 최근에는 정보통신설비의 안정적인 운전을 위해 빌딩구조체접지를 채용하고 임피던스에 의한 노이즈 예방을 위해 각 층별 기준전위확보접지를 채택하는 방식의 접지시스템이 추천된다.

1-5. 병원전기설비 시설에 관한 지침에서 다음 시설을 설명하시오.**1) 의료장소의 콘센트 설치 수량 및 방법****2) 콘센트의 전원 종별 표시**

답)

출처' 전기설비기술기준의 판단기준 제 249조

1. 의료장소의 콘센트 설치 수량 및 방법

- 1) 일반병실, 진찰실 등 장차 부를 사용하지 않는 의료 장소: 그룹 0
 - (1) 그룹 0의 경우에는 TT 계통 또는 TN 계통의 접지형식으로 시설한다.
- 2) 분만실, MRI실, 회복실 등 장차 부를 환자의 신체 외부 또는 심장 부위를 제외한 환자의 신체 내부에 삽입시켜 사용하는 의료장소를: 그룹 1
 - (1) 그룹 1의 경우에는 TT 계통 또는 TN 계통의 접지형식으로 시설한다. 다만, 전원자동차단에 의한 보호가 의료행위가 중대한 지장을 초래할 우려가 있는 경우 의료 IT 계통을 적용할 수 있다.
- 3) 심장카테터실, 심혈관조영실, 집중치료실, 수술실 등 장차부를 환자의 심장 부위에 삽입 또는 접촉시켜 사용하는 의료장소를: 그룹 2
 - (1) 그룹 2의 경우에는 의료 IT 계통의 접지형식으로 시설한다. 다만, 이동식 X-레이 장치, 생명유지 장치가 아닌 일반 의료용 전기기기에 전력을 공급하는 회로 등에는 TT 계통 또는 TN 계통을 적용할 수 있다.
- 4) 그룹 1, 그룹 2의 장소에서 교류 125 [V] 이하 콘센트를 사용하는 경우에는 KSC 8329에 따른 의료용 콘센트를 사용해야 한다. 다만, 플러그를 빠지지 않는 구조의 콘센트가 필요한 경우에는 잠금형을 사용한다.
- 5) 용도별 콘센트의 개수

실의 용도	콘센트의 수
1병상의 병실	6개(2개 예비포함)
다수 병상의 병실	병상 개수당 4개
ICU	병상 개수당 10~16개
	4개×3개소(예비)
심장수술실	20개소
일반수술실	16개소

2. 콘센트의 전원 종별 표시

- 1) 의료 IT 계통에 접속되는 콘센트는 TT 계통 또는 TN 계통에 접속되는 콘센트와 혼용됨을 방지하기 위하여 적절하게 구분표시 해야 한다.
 - (1) 녹색 콘센트: 의료 IT 시스템 연결
 - (2) 적색 콘센트: 비상전원 연결
 - (3) 백색 콘센트: 일반부하(진공청소기 등) 연결

1-6. 간격이 d [m]인 평행한 평판 사이의 정전용량을 구하시오.
(단, 판의 면적인 S [m^2]이고, 면전하 밀도를 δ [C/m^2]라 한다.)

답)

출처: 모아건축전기설비기술사 1권 p59, 전기이론

1. 정전용량의 정의

- 1) 정전용량이란 축전기가 전하를 얼마나 저장할 수 있는가를 나타내는 척도. 이의 기본 단위는 패럿으로 기호 F 로 나타낸다.
- 2) 보통 패럿은 너무 크므로 마이크로패럿[μF] 또는 피코패럿[pF]을 많이 쓴다.

2. 평행한 평판의 정전용량

- 1) 평행평판 사이의 전기장의 세기를 E 라고 한다면 $E = \frac{\delta}{\epsilon} a_z$ 라고 할 수 있다.

- 2) 전속밀도 $D = \epsilon E = \rho_s a_z = \delta a_z$ 이므로

위판과 아래 도체 판 사이의 전위차 V_0 를 구해보면

$$V_0 = - \int_{upper}^{lower} E dL = - \int_d^0 \frac{\delta}{\epsilon} dz = \frac{\delta}{\epsilon} d$$

- 3) 도체 판의 면적을 S 라고 한다면, 전하량 $Q = \int_S \delta dS = \delta S$ 이므로

3. 결론

- 1) 정전용량 $C = \frac{Q}{V_0} = \frac{\delta S}{\frac{\delta}{\epsilon} d} = \frac{\epsilon S}{d}$ [F]

- 2) 정전용량은 평행 판의 면적에 비례하고 거리에 반비례한다.

1-7. 전력시설물 공사감리업무 수행지침에 대하여 다음 사항을 설명하시오.**1) 공사감리의 정의****2) 감리원이 공종별 촬영하여야 하는 대상 및 처리방법**

답) 출처 '전력기술관리법 [시행 2016.8.12.] 전력시설물 공사감리업무 수행지침 [2012.8.31.] [지식경제부고시]

1. 공사감리의 정의

- 1) 공사감리란? 전력시설물의 설치·보수 공사에 대하여 발주자의 위탁을 받은 공사감리업체가 설계도서나 그 밖의 관계 서류의 내용대로 시공되는지 여부를 확인하고, 품질관리·공사관리 및 안전관리 등에 대한 기술 지도를 하며, 관계 법령에 따라 발주자의 권한을 대행하는 것을 말한다.
- 2) 전력시설물 공사에 대하여 발주자의 위탁을 받은 감리업자가 설계도서, 그 밖의 관계 서류의 내용대로 시공되는지 여부를 확인하고, 품질관리·공사관리 및 안전관리 등에 대한 기술 지도를 하며, 관계 법령에 따라 발주자의 권한을 대행하는 것을 말한다(이하 "감리"라 한다).

2. 공종별 촬영 대상 및 처리방법**1) 공사착공 단계 감리업무**

- (1) 착공신고 시: 공사 시작 전 사진(전경이 잘 나타나도록 촬영되었는지 확인)

2) 공사시행단계

- (1) 주요한 현장은 공사 시작 전, 시공 중, 준공 등 공사과정을 알 수 있도록 동일 장소에서 사진을 촬영하여 보관한다.

(2) 사진촬영 및 보관

- ① 감리원은 공사업자에게 촬영일자가 나오는 시공사진을 공종별로 공사 시작 전부터 끝났을 때까지의 공사과정, 공법, 특기사항을 촬영하고 공사내용(시공일자, 위치, 공종, 작업내용 등) 설명서를 기재, 제출하도록 하여 후일 참고자료로 활용하도록 한다. 공사기록사진은 공종별, 공사추진 단계에 따라 다음의 사항을 촬영·정리하도록 하여야 한다.

1. 주요한 공사현황은 공사 시작 전, 시공 중, 준공 등 시공과정을 알 수 있도록 가급적 동일 장소에서 촬영
2. 시공 후 검사가 불가능하거나 곤란한 부분
 - 가. 암반선 확인 사진(송·배·변전접지설비에 해당)
 - 나. 매몰, 수중 구조물
 - 다. 매몰되는 옥내외 배관 등 광경
 - 라. 배전반 주변의 매몰배관 등

- ② 감리원은 특별히 중요하다고 판단되는 시설물에 대하여는 공사과정을 비디오테이프 등으로 촬영하도록 하여야 한다.

- ③ 감리원은 제1항과 제2항에 따라 촬영한 사진은 Digital 파일, CD(필요시 촬영한 비디오테이프)를 제출 받아 수시 검토·확인할 수 있도록 보관하고 준공 시 발주자에게 제출하여야 한다.

(3) 시공확인

수중 또는 지하에서 수행하는 시공이나 외부에서 확인하기 곤란한 시공에는 반드시 검사하여

시공 당시 상세한 경과기록 및 사진촬영 등의 방법으로 그 시공내용을 명확히 입증할 수 있는 자료를 작성하여 비치하고, 발주자 등의 요구가 있을 때에는 제시

(4) 지장물 등 철거확인

감리원은 기존시설물을 철거할 때에는 공사업자에게 철거품목의 규격·수량 등을 조사하도록 하고, 철거 전·후의 광경사진도 촬영(동일지점)하도록 하여 조사내역과 사진을 제출받아 확인·검토하여 필요시 발주자에게 보고하여야 한다.

(5) 사후 환경관리 계획

공사업자에게 항목별 시공 전·후 사진촬영 및 위치도를 작성하여 협의내용 관리대장에 기록하도록 하고 감리원의 확인을 받도록 지시

3) 기성 및 준공검사

주요 시공과정을 촬영한 사진의 확인

1-8. 전기 절연의 내열성 등급에 대하여 KS C IEC 60085에 따른 상대 내열지수, 내열 등급을 기존 절연 종별 등급과 비교하여 설명하시오.

답)

출처 'KS C IEC 60085 전기 절연 - 내열성 등급

1. 상대 내열지수, 내열등급이란?

1) 상대 내열지수(relative thermal endurance index, RTE)

시험 재료의 끝점 도달 추정 시간이 예상되는 내열 온도와 동일한 온도에서 기준 재료의 예상되는 끝점 도달시간과 동일 할 때의 온도에 해당하는 수치[°C]를 말한다.

2) 내열 등급 (thermal class)

전기 절연 재료나 전기 절연 시스템이 사용되기에 적절한 온도[°C]의 최대 수치에 상응하도록 표현된 전기 절연재료와 전기 절연 시스템의 구분을 말한다.

[비고] 동일한 전기 절연 재료나 전기 절연 시스템이라 하여도 다른 운전 조건 하에서 다른 내열 등급으로 분류할 필요가 있을 수 있다.

2. 'KS C IEC 60085' 와 '기존 절연 등급'의 비교

상대 내열 지수	내열 등급	기존의 표기
< 90	70	-
> 90-105	90	Y
> 105-120	105	A
> 120-130	120	E
> 130-155	130	B
> 155-180	155	F
> 180-200	180	H
> 200-220	200	-
> 220-250	220	-
> 250	250	-

〈전기 절연 재료의 내열성 등급〉

- 1) 전기 장치에 있어서 온도는 절연 재료에 영향을 미치는 핵심적인 열화인자이다.
- 2) 기본적인 내열성 분류가 가능하다는 것이 국제적으로도 인식되고 있다.
- 3) "Y"의 표기는 90 [°C] 미만의 상대 내열 지수를 의미한다.
- 4) 기존 등급은 표기 할 수 있는 범위가 작다는 것과 상대적인 등급의 표기가 불가능 하다는 차이가 있다.

1-9. 하이브리드(Hybrid) 분산형 전원의 정의와 ESS 충·방전 방식에 대하여 설명

답)

출처: 기타자료 참고

1. 분산형 전원(DR, Distributed Resources)

- 1) 대규모 집중형 전원과는 달리 소규모로 전력소비지역 부근에 분산하여 배치가 가능한 전원을 말한다.
- 2) 발전사업자 또는 구역 전기사업자의 발전설비로서 중앙급전발전기가 아닌 발전설비 또는 전력시장 운영 규칙을 적용 받지 않는 발전설비로 구성.
- 3) 자가용전기설비에 해당하는 발전설비 또는 일반용전기설비에 해당하는 저압 10 [kw] 이하 발전기로 구성.

2. Hybrid 분산형 전원(DR, Distributed Resources)

- 1) Hybrid 분산형 전원은 태양광, 풍력발전 등
- 2) 분산형 전원(ESS설비(배터리, PCS 등 포함)를 혼합하여 발전하는 유형.

3. ESS 의미

- 1) 에너지저장장치(ESS) 배터리 충방전 제어 기술은 DC전력 계통에 설치되는 ESS전원 변환 장치 기술이다.

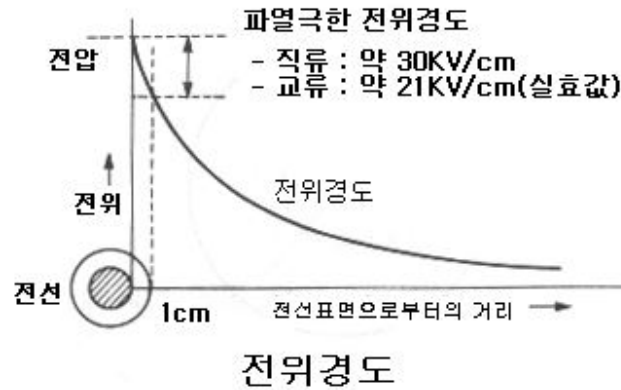
4. ESS 충방전 방식

- 1) DC 전력 계통으로부터 배터리 모듈 간에 충·방전을 제어하기 위한 컨버터가 직렬로 연결됨.
- 2) 각각 컨버터에는 배터리 모듈이 일대일로 병렬 연결한다.
- 3) 하나의 모듈 장치를 독립적으로 형성해 해당 배터리 전압 변동 여부를 자체 제어한다.
- 4) 배터리 모듈이 독립 동작하도록 구성돼 충전상태를 감지한다. 그에 따라 개별적으로 제어한다.
- 5) DC 전력 계통에 연결된 배터리 모듈 간에 발생하는 전압 불균형을 해소해 전압을 효율적으로 제어한다.

1-10. 코로나 임계전압과 코로나 방지대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 전기이론, 발송배전기술사 자료



1. 코로나 정의

- 1) 절연체 양단에 전압을 인가하고 그 전압을 점차 상승시키면 절연체 표면에 누설전류가 발생하고 불꽃이 튀면서 절연이 파괴되는 현상을 말한다.
- 2) 즉, 전계가 균일성을 잃어 전위의 경도가 큰 주변에 전리가 강하게 일어나는 결과 여기에 전류가 집중하고 공간 전하 효과를 증가하여 그 부분만이 발광하는 현상을 코로나 방전이라 한다.

2. 코로나 임계전압

- 1) 코로나 방전이 개시되는 전압으로 임계전압이 높아야 코로나 방전을 억제할 수 있다.
- 2) 임계전압의 계산

$$E_0 = 24.3 m_0 m_1 \delta d \log_{10} \frac{D}{r} [\text{kV}]$$

여기서, E_0 :코로나임계전압, m_0 :전선의 표면계수, m_1 :날씨계수, δ :상대공기밀도,

d :전선의 지름[m], D :선간거리[m], r :도체반지름[m]

3. 코로나 방지대책

1) 방지대책의 개념

전선의 표면계수, 날씨계수, 상대공기밀도 등의 계수들은 한계가 있으므로 전선의 지름(d)을 크게 하여 임계전압을 상승시켜 코로나 방전을 억제한다.

2) 방지대책

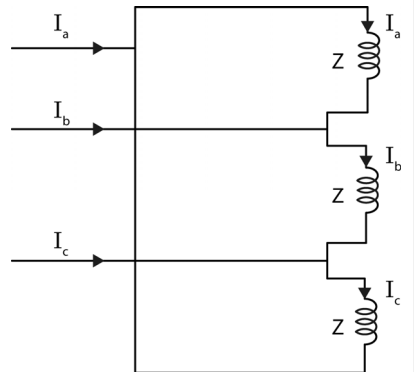
- (1) 복도체 방식을 채용한다.(L감소, C증가)
- (2) 코로나 임계전압을 크게 한다.(전선의 지름을 크게 한다.)
- (3) 가선금구를 개량한다.

1-11. $\Delta-Y$ 변압기 구성에서 1차측 1선 지락사고 발생 시 2차측에서 발생하는 상전압과 선간전압의 최저전압에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 전기이론, 기타자료

1. 정상적인 전압

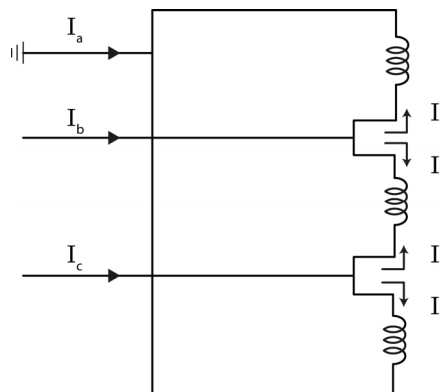
회로도	전압계산
	$V_a = I_a Z \text{ [V]}$ $V_b = I_b Z \text{ [V]}$ $V_c = I_c Z \text{ [V]}$

2. 1선지락 사고 시 전압

1) 각 상의 흐르는 전류계산

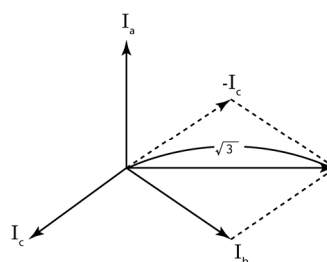
$$I_1 = \frac{2Z}{Z+2Z} I_b = \frac{2}{3} I_b \text{ [A]}, \quad I_2 = \frac{Z}{Z+2Z} I_b = \frac{1}{3} I_b \text{ [A]},$$

$$I_3 = \frac{Z}{Z+2Z} I_c = \frac{1}{3} I_c \text{ [A]}, \quad I_4 = \frac{2Z}{Z+2Z} I_c = \frac{2}{3} I_c \text{ [A]}$$



2) B상의 전류 계산 (I2-I3)

$$I_{2-3} = \frac{Z}{Z+2Z} (I_b - I_c) = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ [A]}$$



3) 각 상에 인가되는 전압

$$V_a = \frac{2}{3} I_b Z [\text{V}], \quad V_b = \frac{\sqrt{3}}{3} I_{2-3} Z [\text{V}], \quad V_c = \frac{2}{3} I_c Z [\text{V}]$$

4) Y결선의 상전압, 선간전압의 최저전압

$$\text{상전압의 최저전압: } V_b = \frac{\sqrt{3}}{3} V_p [\text{V}]$$

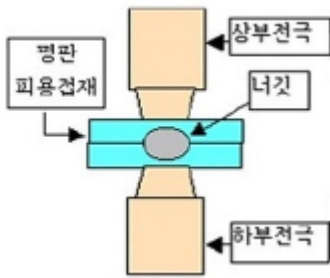
$$\text{선간전압의 최저전압: } V_\ell = \sqrt{3} V_b = \sqrt{3} \frac{\sqrt{3}}{3} V_p = V_p [\text{V}]$$

1-12. 저항 용접기 및 아크 용접기에 전원을 공급하는 분기회로 및 간선의 시설방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 ‘전기설비기술기준의 판단기준 제247조, 제306조, 실무적자료

1. 저항 용접기

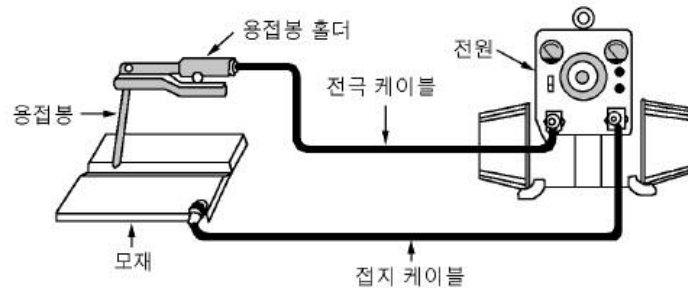


1) 용접하는 소재의 접촉부에 전류를 통하여 여기에서 발생하는 저항열에 의해 가열하고 압력을 가해 접착하는 용접기이다.(스폿용접, 프로젝션용접, 시임용접 등)

2) 저항발열을 이용하여 용접부를 가열하고 압력을 가하는 방식의 단상교류로서, 수백~수만A의 대용량의 다양함을 가진다. 따라서 전원용량도 수백 [kVA]를 요구한다. 대형의 저항 용접기는 전압의 불평형이나 플리커의 영향이 발생될 우려가 크다.

2. 아크 용접기

1) 용접하려는 금속소재와 용접용 전극과의 사이에서 발생한 아크열에 의해 금속을 가열해서 용융 접착하는 용접기이다.



2) 직류 아크 용접기는 보통 3상 전원에서 변압기를 통해 정류하여 사용하므로 교류방식에 비해 전원 측에 주는 영향이 작고 또한 교류아크에 비해 안정하므로 소전류의 용접에 적합하고, 고품질의 용접이 가능하다.

3) 교류 아크 용접기는 누설리액턴스가 큰 리케이지 형 절연변압기로서, 역률이 매우 나쁘며(40~50 [%]) 사용상태가 단속적이므로 역률개선 및 용접기 사용률을 고려한 설비의 합리화가 고려되어야 한다.

3. 분기회로 및 간선의 시설방법

1) 저항 용접기 및 아크 용접기에 공급하는 분기회로 및 간선은 용접기의 단속부하전류에 의한 등가열량과 동등이상의 전류용량을 가지는 전선, 개폐기, 과전류차단기를 사용하여야 한다.

2) 100 [kVA] 이상의 대용량 용접변압기는 전압강하제한 및 용접품질의 확보를 위해 용접기에서 30 [m] 이내에 설치하여야 한다.

1-13. 무한히 긴 직선도선에 전류 I [A]가 흐를 때 도선으로부터 r [m] 떨어진 점에서의 자계의 세기 H [AT/m]를 구하시오.

답)

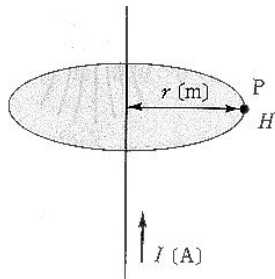
출처: 전기자기학

1. 앙페르의 주회적분의 법칙

- 1) Ampere's circuital law은? 전류와 자기장의 양적인 관계(전류의 자기작용)를 나타내는 법칙이다.
- 2) 즉, 임의의 폐회로를 흐르는 전류에 의해서 발생하는 자계의 세기를 H라 하면 이 원둘레의 선 적분은 이 원둘레 내를 가로 지르는 전체전류와 같다.

2. 자계의 세기 계산

1) 도체 표면에 전류가 흐를 때 자계의 세기

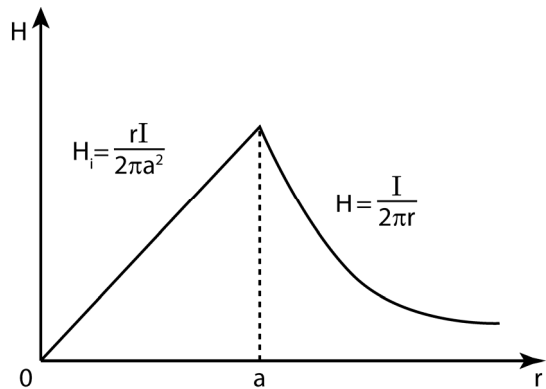
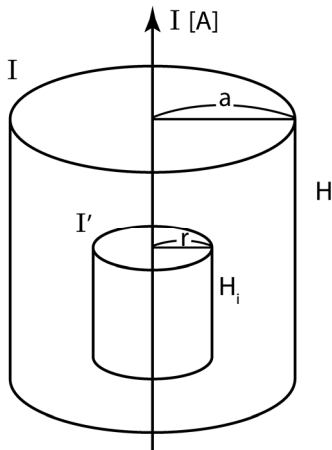


$$\oint H \cdot d\ell = I$$

$$2\pi r \cdot H = I$$

$$H = \frac{I}{2\pi r} \text{ [AT/m]}$$

2) 도체 내부에 균일하게 전류가 흐를 때 자계의 세기



(1) 외부(r>a)의 자계

$$\oint H \cdot d\ell = I$$

$$2\pi r \cdot H = I$$

$$H = \frac{I}{2\pi r} \text{ [AT/m]}$$

(2) 내부(r<a)의 자계

$$H = \frac{I'}{2\pi r} \text{ [AT/m]}$$

여기서, 전류는 단면적에 비례하므로

$$I' = \frac{\pi r^2}{\pi a^2} I = \frac{r^2}{a^2} I$$

$$H = \frac{I'}{2\pi r} = \frac{\frac{r^2}{a^2} I}{2\pi r} = \frac{rI}{2\pi a^2} \text{ [AT/m]}$$

제 2교시 문제풀이

2-1. 건축물 조명제어에서 조명제어시스템으로 이용되는 주요 프로토콜(Protocol)에 대하여 설명하시오.

답)

출처‘ 모아 건축전기설비기술사 2권 348p

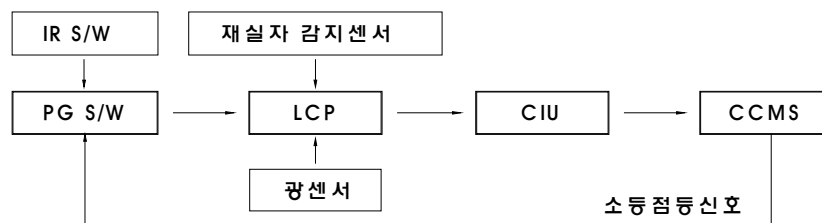
1. 개 요

- 1) 건물의 조명을 자동으로 감시 및 제어하는 시스템으로 유지보수, 관리비용의 절감, 에너지 절약 등의 장점이 있다.
- 2) 비상시에는 자동으로 조명을 제어하는 안전기능과 CCTV용 감시카메라등과 연계하여 침입자를 감시할 수 있는 방법 기능 등 다양한 기능이 있으며 프로그램 스위치, 포토센서, 재실센서 등의 각종 제어기들은 분산제어 기능을 갖고 있어 중앙감시 장치 또는 타 제어기의 이상 발생 시에도 전혀 영향을 받지 않고 정상 동작 한다.
- 3) 조명상태감시 및 스케줄 제어를 CCMS에 의해 다중 전송 방식에 의한 2심전용 신호선(CVV-S)으로 다수의 조명 기구를 개별 또는 전체 그룹 제어할 수 있는 소프트웨어, 조명제어 패널, 프로그램 스위치로 구성된 운영 시스템입니다.

2. 조명 제어의 목적

- 1) 조명의 에너지 절약
- 2) 적정조도 유지로 근로자의 직무능력 및 생산성 향상
- 3) 유지관리의 효율성 증대로 인건비 절약

3. 조명제어 시스템 구성



[그림] 조명 자동제어 구성도

1) 조명제어판넬(LCP; Lighting Control Panel)

- (1) 조명제어를 위해 EPS내의 조명 분전반 옆에 설치되는 조명제어기기를 포함하는 제어판넬
- (2) 조명제어의 핵심 부분으로서 각 층에서 조명에 관한 메인 컨트롤을 한다.

2) 프로그램스위치(PSW; Program Switch)

- ① 분산제어장치(MCU)와 연결되는 현장제어 장치로 현재 전등의 점·소등 상태를 LED로 표시하고 해당 전등 회로를 제어할 수 있다.
- ② 신호선에 병렬로 연결되며 각 스위치에 고유 번호를 부여하여 제어 범위(개별, 그룹, 패턴별)를 설정함으로써 동작 범위를 자유로이 지정할 수 있으며 특정 장소, 시간대별로 스위치 조작을 통제할 수 있는 스위치제어 기능이 있다.

3) 인터페이스장치(CIU; Communication Interface)

- ① CCMS와 LCP 사이의 데이터를 전송하기 위한 통신 인터페이스 장치로 CCMS로부터 제어 또는 전송 신호를 받아 LCP를 제어하고 LCP로부터 릴레이, 그룹, 패턴 등의 상태 자료를 받아 CCMS에 전송 하는 역할을 한다.
- ② 내부 데이터 메모리가 있어 한대 이상의 CCMS와 동시에 데이터 전송이 가능하며 타 시스템과의 인터페이스를 위한 프로그램 메모리가 내장되어 있다.

4) 포토센서(PHS; Photo Sensor)

- ① 외부 주광의 영향을 받는 실내 창측에 설치하여 실내 조도에 따라 창측 회로를 단계별로 제어한다.
- ② MCU의 외부 입력 단자로 연결한다.

5) 재실자감시장치(OCS; Occupancy Sensor)

- ① 재실 여부를 감지하여 조명회로를 점등 시키고 특정 관제점과 연동 제어할 수 있도록 점점출력을 제공한다.
- ② MCU의 외부 입력 단자로 연결한다.

4. LAN 구분(Local Area Network)

1) 망의 형태(topology)로 구분

- (1) 네트워크에 존재하는 장치들의 지리적 위치. 예를 들어 장치들이 링이나 직선 형태로 배열 될 수 있다.
- (2) 대표적으로 strat방식, Ring방식, Bus방식의 방식이 있다.

2) 프로토콜(protocol)로 구분

- (1) 데이터를 전송하는 데 사용되는 규약이나 신호의 집합.
- (2) 네트워크가Peer-to-Peer구조를 사용하는지 클라이언트/서버 구조를 사용하는지 결정하는 역할도 한다.

3) 매체(media)로 구분

- (1) 장치들은 일반적으로 연선(Twisted-pair wire), 동축 케이블, 광섬유 케이블로 연결된다. LAN은 전화선보다 데이터를 더 빠르게 전송할 수 있다는 장점을 가지고 있다.
- (2) 그러나 도달 거리와 하나의 LAN을 구성하는 노드수가 제한적일 수 있다는 점이 단점이다.
- (3) 대표적으로 CSMA/CD방식, 토큰패싱 방식이 있다.

5. 프로토콜(Protocol)

1) Protocol의 정의

- (1) 컴퓨터 간에 정보를 주고받을 때의 통신방법에 대한 규칙과 약속이다.
- (2) 통신규약이라 함은 상호간의 접속이나 전달방식, 통신방식, 주고받을 자료의 형식, 오류검출방식, 코드변환방식, 전송속도 등에 대하여 정하는 것이다.

2) Protocol의 종류

구 분	특 징
BACnet	<ul style="list-style-type: none"> · Building Automation and Control NETworks에 사용되는 통신 프로토콜이다. · 미국 공조냉동공학회에 서는 빌딩 자동화 분야에서의 표준 통신 프로토콜
LonWork	<ul style="list-style-type: none"> · LON(Local Operating Network) technology란 미국 Echelon사에서 개발된 Control Network 기술 · 지능형 소자들로 구성되어 제어, Monitoring, Sensing 등의 기능을 수행하는데 탁월한 성능을 보이는 기술 · 국제적 표준화를 지향하여 서로 다른 제조회사에서 만들어진 노드들도 쉽게 확장할 수 있도록 한 기술.
Modbus	<ul style="list-style-type: none"> · Modbus는 산업자동화 전문회사인 Modicon에서 제안하였으며, 마스터/슬래브(또는 클라이언트/서버)개념으로 사용되는 개방형 프로토콜이다. · 산업용 장치간의 통신프로토콜의 표준중의 하나이며 현재 가장 많이 이용되는 프로토콜이다.

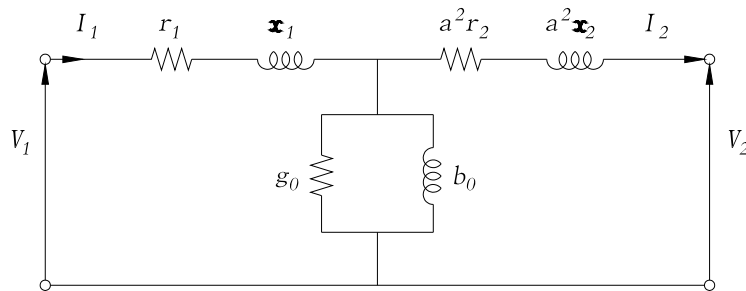
2-2. 변압기 임피던스 전압(%Z)의 개념과 임피던스 전압이 서로 다른 변압기를 병렬운전할 때 부하분담과 과부하 운전을 하지 않기 위한 부하제한에 대하여 설명.

답)

출처' 모아 건축전기설비기술사 1권 283p

1. 변압기 임피던스 전압

- 1) 변압기 임피던스 전압은 정격전류가 흐를 때 변압기 자체의 내부임피던스에 의해서 발생하는 전압강하의 크기를 의미한다. 즉, 변압기 2차를 단락하고 변압기 1차측에 정격전류가 흐를 때의 전압을 임피던스전압이라고 할 수 있다. ($e = I_1 \cdot Z$)
- 2) 변압기는 임피던스 전압이란 의미보다 [%]임피던스(%Z)로 대부분 표현한다.
- 3) 임피던스 전압이 크다고 하는 것은 %Z가 크다는 것인데, 2차측 단락 시 단락전류는 작아지지만 전압 변동률은 증대되는 문제점이 있다.
- 4) 결국 변압기의 임피던스전압이나 %Z는 단락전류와 전압변동율의 두 가지 측면에서 절충을 해야 한다.
- 5) 변압기 임피던스전압 계산



[그림] 변압기 등가회로(1차 측에서 본 임피던스)

① 1차 환산 임피던스(1차 측에서 본 임피던스)

$$Z = (r_1 + a^2 r_2) + j(x_1 + a^2 x_2) \quad a: \text{변압기의 환산계수(reduction factor)}$$

$$IR = I_1 (r_1 + a^2 r_2), \quad IX = I_1 (x_1 + a^2 x_2)$$

- ② 각각의 1차 전압에 대한 백분율로 표시한 수치가 [%]저항, [%]리액턴스, [%]임피던스전압, [%]임피던스 이다.

$$\%IR = \frac{IR}{V_1} \times 100 \quad \%IX = \frac{IX}{V_1} \times 100$$

$$\%IZ = \sqrt{(\%IR)^2 + (\%IX)^2} \quad \%Z = \sqrt{(\%R)^2 + (\%X)^2}$$

2. 동일 용량 병렬운전시 부하분담

1) 변압기의 부하분담

$$TR_1 = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \times P, \quad TR_2 = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \times P$$

- ① 임피던스가 작은 TR에 부하 분담이 커진다.
- ② 과부하 TR의 부하를 제한 한다.(Z가 낮은 TR 부하를 낮춘다.)

※ 동일 용량 TR의 부하분담 계산

[문제] 변압기의 병렬운전 시 부하분담과 과부하 운전을 계산하시오.

① TR의 부하분담

$$TR_1 = \frac{3.5}{3 + 3.5} \times 150 = 80.8 \text{ [kVA]},$$

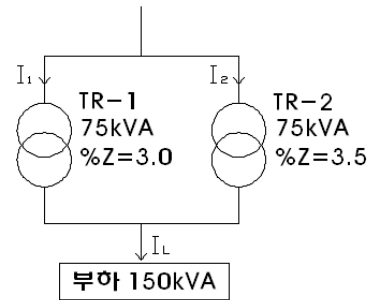
$$TR_2 = \frac{3}{3 + 3.5} \times 150 = 69.2 \text{ [kVA]}$$

② TR-1 이 과부하 되므로 부하를 낮춘다.

③ 개선된 부하용량

$$(\text{개선}) TR_1 = \frac{3.5}{3 + 3.5} \times P = 75 \text{ [kVA]} \quad P = 139 \text{ [kVA]}$$

즉, 전체 부하를 139 [kVA]로 조정한다.



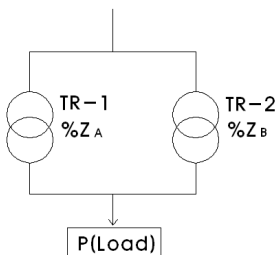
2) 변압기의 전류분담(동일용량 경우)

$$I_1 = \frac{\left(\frac{kVA}{\%IZ}\right)_1}{\left(\frac{kVA}{\%IZ}\right)_1 + \left(\frac{kVA}{\%IZ}\right)_2} \times I_L, \quad I_2 = \frac{\left(\frac{kVA}{\%IZ}\right)_2}{\left(\frac{kVA}{\%IZ}\right)_1 + \left(\frac{kVA}{\%IZ}\right)_2} \times I_L$$

: %IX 가 %IZ 보다 클 경우 오차 없이 적용 가능하다.

3. 다른 용량 병렬운전시 부하분담

1) 변압기의 부하분담



$$TR_1 = \frac{m \%Z_2}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times P,$$

$$TR_2 = \frac{\%Z_1}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times P$$

$$\text{환산비례수 } m = \frac{TR_1 \text{ [kVA]}}{TR_2 \text{ [kVA]}}$$

2) 변압기의 분담전류

$$I_1 = \frac{m \%Z_2}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times \frac{P}{\sqrt{3} V}, \quad I_2 = \frac{\%Z_1}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times \frac{P}{\sqrt{3} V}$$

※ 다른 용량 TR의 부하분담 계산

[문제] 두 변압기가 과부하 운전을 하지 않고 공급 할 수 있는 최대용량을 산출하시오.

1. 변압기의 부하분담(용량 다른 경우)

$$TR_1 = \frac{m \%Z_2}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times P = \frac{1.25 \times 4}{5 + 1.25 \times 4} \times 900 = 450 [kVA]$$

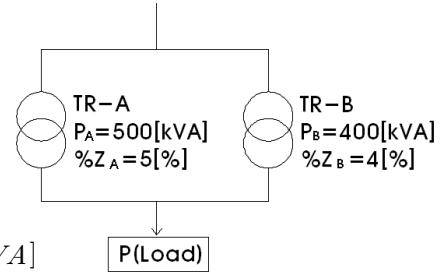
$$TR_2 = \frac{\%Z_1}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times P = \frac{5}{5 + 1.25 \times 4} \times 900 = 450 [kVA]$$

$$\text{환산비례수 } m = \frac{500}{400} = 1.25$$

2. 변압기의 최대용량(용량 다른 경우)

: 최대부하는 %Z 가 작은 부하에 부하 분담이 크게 되므로,

$$TR_2 = \frac{\%Z_1}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times P_L, \quad 400 = \frac{5}{5 + 1.25 \times 4} \times P_L, \quad P_L = 800 [kVA]$$



2-3. 자가발전기와 무정전전원장치(UPS)를 조합하여 운전할 때 고려사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 기타자료

1. 자가발전기 운전

- 1) 단독 운전은 한 대 이상의 비상 발전기가 각각의 부하에 공급하는 개별 운전 방법이다.
- 2) 병렬 운전은 두 대 이상의 비상 발전기 또는 비상 발전기와 상용 전원 계통을 함께 사용하난 방법이다.
- 3) 전압·주파수·위상 등이 일치하고, 계통적으로 동기 투입이 가능한 설비를 갖춘다.
- 4) 상용 전원의 일시적인 전압강화와 상용 전원 차단 시 비상 발전기의 우발적인 기동을 방지하고자 기동 시간 지연 장치를 설치한다.

2. 무정전전원장치(UPS) 운전

1) 정상 시 운전

- (1) 상용 또는 예비전원을 받는 순변환부 및 충전기부는 교류를 직류로 변환.
- (2) 축전지를 충전시키는 동시에 역변환부에 직류전원을 공급.
- (3) 역변환부는 정전압, 정주파수의 안정된 교류전원으로 변환시켜 부하장비에 공급한다.

2) 정전 시 운전

- (1) 상용전원이 정전되면 평상시 충전장치에 의해 충전되었던 축전지에서 무순단으로 역변환부에 직류전력이 공급.
- (2) 방전시간동안 무순단 무장애로 양질의 교류전원을 부하장비에 공급한다.

3) 정전 복구 시 운전

- (1) 차단되었던 상용전원이 다시 순변환부 및 충전부에 공급.
- (2) 축전지의 방전이 자동으로 멈추고, 상용전원은 순환부를 거쳐 역변환부를 통해 무순단으로 부하에 전력을 공급.
- (3) 충전장치는 방전된 축전지를 재충전 시킨다.

3. 조합 운전 시 고려사항

- 1) 2차측에 동기화장치를 설치해야 한다.
- 2) 출력전압을 동기화 시켜야 한다.
- 3) 출력파형이 정현파이어야 한다.
- 4) 정격이 같아야 한다.
- 5) 출력전압의 크기가 같아야 한다.

2-4. 태양광 인버터(PCS)에서 Stage 및 인버터의 종류와 특징에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 기타자료

1. 태양광 인버터(PCS) Stage

- 1) 계통 연계형 단상 인버터 2-Stage
- 2) 계통 연계형 단상 인버터 3-Stage
- 3) 독립형 인버터 4-Stage

2. 태양광 인버터(PCS) 종류

- 1) 계통 연계형 인버터
- 2) 독립형 인버터
- 3) 중앙 집중형 인버터
- 4) 분산형 인버터
- 5) 마이크로 인버터

3. 태양광 인버터 특징

1) 계통 연계형 인버터

- (1) 계통(한전선로)에 연결해야 작동하는 방식으로, 계통에 연결하지 않을 시에는 작동하지 않는다.

2) 독립형 인버터

- (1) 독립형의 경우 계통형과는 별개로 계통에 연결을 하지 않더라도 독립적으로 작동.
- (2) 소모되는 전압에 맞추어 컨트롤러, 배터리와 병행하여 사용되어 집니다.

3) 중앙 집중형 인버터

- (1) 태양광 발전소 전력을 1대 정도의 인버터에 모두 연결하는 방식이다.
- (2) 현재 1MW 인버터까지 출시되고 있으며, 최소 10 [kw] 급의 저용량 인버터까지 다양하게 존재하는 것이 장점이다.

4) 분산형 인버터

- (1) 태양광 발전소의 전력을 2대 이상의 인버터에 연결하는 방식으로 주로 스트링 인버터가 많이 사용.

5) 마이크로 인버터

- (1) 태양광 모듈 1장당 인버터가 한 대씩 설치되는 형태로 특수한 경우에 주로 사용하고 있다.

2-5. 변압기 선정을 위한 효율과 부하율 관계를 설명하고, 유압변압기와 몰드변압기의 특성을 비교 설명하시오.

답)

출처' 모아 건축전기설비기술사 1권 319p, 전기기술인협회 2017년 11월

1. 효율과 부하율
1) 효율 (Efficiency)

(1) 변압기의 효율은 실측 효율, 규약 효율로 나눌 수 있다.

(2) 실측 효율

출력과 입력을 실제로 측정하고 계산하여 구하는 효율을 말한다.

$$\eta = \frac{\text{출력}}{\text{입력}} \times 100 [\%]$$

(3) 규약 효율

① 무부하 시험이나 단락 시험을 통해 얻은 결과를 이용하여 일정한 규약 하에서 산출하는 효율

② 변압기의 효율은 규약 효율을 표준으로 한다.

③ 철손과 구리손이 같을 때 최대 효율이 된다.

$$\eta = \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{전체손실}} \times 100 [\%]$$

(4) 최대 효율

① 철손과 구리손이 같을 때 최대 효율이 된다. 변압기 최대 효율의 조건은 정격 부하의 70 [%] 부하일 때이며, 이때 철손과 구리 손의 비는 1:2 이다.

② 변압기의 최대효율의 유도

$$\cdot \text{ 변압기의 전부하 효율 } \eta_0 = \frac{P_n \cos \theta}{P_n \cos \theta + P_i + P_c} \times 100 [\%]$$

$$\cdot \text{ 변압기의 } \frac{1}{m} \text{ 부하 시 효율 } \eta_1 = \frac{\frac{1}{m} P_n \cos \theta}{\frac{1}{m} P_n \cos \theta + P_i + \left(\frac{1}{m}\right)^2 P_c} \times 100 [\%]$$

(5) 변압기의 최대 효율의 조건은 다음과 같다.

① 전부하시 $P_i = P_c$ (철손 = 동손)

$$\textcircled{2} \frac{1}{m} \text{ 부하시 } P_i = \left(\frac{1}{m}\right)^2 P_c \Rightarrow \frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}}$$

위의 2개의 조건을 이용해 최대효율 η_{\max} 를 구할 수 있다.

$$\eta_{\max} = \frac{\frac{1}{m} P_n \cos \theta}{\frac{1}{m} P_n \cos \theta + P_i + \left(\frac{1}{m}\right)^2 P_c} \times 100 [\%] = \frac{\frac{1}{m} P_n \cos \theta}{\frac{1}{m} P_n \cos \theta + P_i + \left(\sqrt{\frac{P_i}{P_c}}\right)^2 P_c} \times 100 [\%]$$

$$= \frac{\frac{1}{m} P_n \cos \theta}{\frac{1}{m} P_n \cos \theta + P_i + \left(\frac{P_i}{P_c} \right) P_c} \times 100 [\%] = \frac{\frac{1}{m} P_n \cos \theta}{\frac{1}{m} P_n \cos \theta + P_i + P_i} \times 100 [\%]$$

$$\text{따라서 최대 효율 } \eta_{\max} = \frac{\frac{1}{m} P_n \cos \theta}{\frac{1}{m} P_n \cos \theta + 2P_i} \times 100 [\%] \text{이 유도된다.}$$

2) 부하율 (Load Factor)

- (1) 전력설비가 어느 정도로 효율적으로 사용되고 있는지 나타내는 지표.
- (2) 기간으로는 일·월·연 등을 잡고, 그들에 대응해서 일부하율, 월부하율, 연부하율이라 한다. 배전계통에서 전력 수요의 비율을 나타내는 양이다.

$$\text{부하율} = \frac{\text{기간 중 평균전력}}{\text{기간 중 최대전력}} \times 100 [\%]$$

3) 효율과 부하율의 관계

- (1) 일반적으로 부하율 60~70 [%] 이내에서 가장 효율이 좋다.
- (2) 변압기마다 효율이 가장 좋은 때의 부하율이 다르다.
- (3) 가장 확실한 것은 변압기의 시험 성적서를 참고하는 것이 좋다.

2. 유입변압기와 몰드변압기

1) 유입변압기 (Oil immersed transformer)

권선 및 철심을 냉각과 절연을 위하여 오일 속에 함침시켜 사용하는 변압기이다.

- (1) 전기 절연유에 권선 함침시킨다. (광유, 혼합유, 실리콘유 등)
- (2) 경제성: 다른 변압기에 비해 저렴하다.
- (3) 내습성: 오일에 함침함에 따라 흡습에 의한 절연열화가 없다.
- (4) 견고성: 철제 외함으로 견고하다.
- (5) 절연유의 점검이 필요하며, 다른 변압기에 비해 설치공간을 많이 차지한다.

2) 몰드변압기 (Molded transformer)

권선 부분을 에폭시 수지로 굳혀 절연한 건식 변압기로, 바니스함침 타입의 H중 건식변압기에 비하여 내습성이 있다. 절연방식으로는 철형에 의한 주형 타입, 철형이 없는 프리프레그 타입이 있다.

- (1) 권선을 에폭시 등의 수지를 사용하여 고체 절연화 한다.
- (2) 난연성: 에폭시 수지가 자기소화성을 가지고 있어 난연성이 좋다.
- (3) 내습성: 권선이 수지에 함침되어 있어서 흡습이 거의 없다.
- (4) 견고성: 외함이 없기 때문에 충격에 약하다.
- (5) 다른 변압기에 비하여 설치 공간을 많이 차지하지 않는다.

3) 유입 및 몰드변압기 비교

	유입변압기	몰드변압기
절연법	절연유에 함침	에폭시 등을 이용, 고체절연
내습성	오일에 함침하여 흡습에 의한 절연열화가 없음	권선이 수지에 함침되어 흡습이 거의 없음
견고성	철제 외함으로 견고	외함이 없어 충격에 약함
설치공간	설치 공간을 많이 필요	설치 공간이 적게 필요하다
특징	절연유의 점검이 필요 가격이 저렴	자기소화성 가격이 저렴

3. 변압기의 용량 선정 시 고려사항

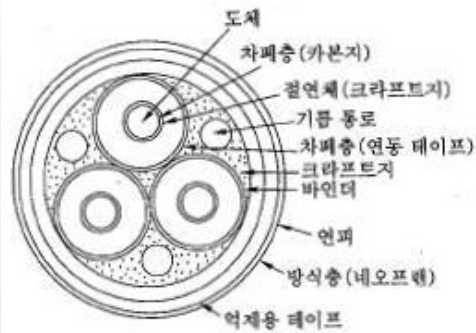
- 1) 변압기의 용량은 적절한 규격을 선정하여 고효율 조건을 만족시켜야 한다.
- 2) 선행조건으로 현실과 적용 장소에 적합한 부하용량의 산정이 필수적이다.
- 3) 변압기뱅크구성 등, 변전설비의 시스템적인 측면에서 접근하여 효율적인 시스템을 구성해야 한다.

2-6. 154 [kV] 지중선로에 사용되는 OF케이블(Oil Filled Cable)과 XLPE케이블(Cross Linked Polyethylene Insulated Vinyl/PE Sheathed Cable)에 대하여 비교 설명하시오.

답) 출처' 한국 전기전자재료학회 '국내 배전급 XLPE 케이블의 절연 진단 기술 동향', 전기기술인 협회지 등

1. 'OF케이블' 과 'XLPE케이블' 의 구조

1) OF케이블의 구조



- (1) 유통로: 절연유가 케이블 내에서 이동할 수 있도록 되어있는 나선형의 아연도 강대 스파이럴 형태이다. (급유조와 연결된다.)
- (2) 도체: 동근 소선이 유통로를 중심으로 꼬여있는 구조, 알루미늄 또는 구리를 사용한다.
- (3) 차폐층: 전계층을 평형하게 하여 전기적 스트레스를 최소화 한다.
- (4) 절연체: 저점도 절연유로 함침된 크래프트지와 압력이 가해지는 절연유로 구성된다.
- (5) 금속시스: 뛰어난 굽힘 및 유연성을 제공하기 위하여 주름진 형태를 띠고 있다.
- (6) 방식층 : 화학적 또는 습기에 의한 금속시스 부식을 방지한다.

2) XLPE케이블의 구조



- (1) 도체: 수밀 컴파운드 충전 원형 압축 연동연선.
- (2) 내부반도전층: 반도체성 컴파운드, 도체와 절연체의 간극형성을 방지하여 코로나 방전을 방지하고 오존의 발생을 방지한다.

- (3) 절연층: 가교폴리에틸렌(XLPE) 컴파운드.: 가교폴리에틸렌 절연체를 사용하고, 연속 사용온도는 90 [°C]이다.
- (4) 외부반도전층: 반도체성 컴파운드. 절연층과 중성선 사이의 전기력선 분포를 개선하고, 절연체의 절연내력 향상, 접속 시에는 반도체층의 역할이 상실될 우려가 있으므로 반도체층 위에 솔벤트가 묻지 않도록 항상 주의해야한다.
- (5) 금속시스: 알루미늄 또는 납을 사용한다.
- (6) 방식층: 화학적 또는 습기에 의한 금속시스의 부식을 방지한다.

2. 'OF케이블' 과 'XLPE케이블' 의 특징

1) OF케이블

- (1) OF케이블의 장점
 - ① 견고하고 결함에 민감하게 반응하지 않는다.
 - ② 자가치유 특성을 가짐. 내부 보이드 발생 시 부분방전은 발생하나 고압의 절연유가 보이드가 발생된 공간을 채워 고장으로 확산되는 것을 막는 역할을 한다.
 - ③ MV, HV, EHV 모두 이용이 가능하다.
 - ④ 고장률이 낮다. 단, 누유 고장도 고장건수에 포함한다면 XLPE에 비해 높지만, 접속함의 경우는 반대로 낮다.
- (2) OF케이블의 단점
 - ① 케이블이 손상되어 절연유가 누유 될 시 심각한 환경문제가 발생한다.
 - ② 시스템을 적정 압력으로 유지하기 위해서 유압시설이 필요하다.
 - ③ 부대시설로 인한 가격 상승이 필연적이다.

2) XLPE케이블

- (1) XLPE케이블의 장점
 - ① OF케이블에 비해 단순한 접속(시설)공정을 가진다.
 - ② 중량이 가볍고 전기적 특성이 우수하다.
 - ③ 열 특성이 좋아서 높은 허용운전온도를 가진다.(90 [°C])
 - ④ 부대시설이 따로 필요 없기 때문에 저렴하다.
- (2) XLPE케이블의 단점
 - ① 케이블 외피의 손상 부분을 통해 침입하는 수분이 주원인인 '수트리 열화'가 발생 할 수 있어서 지중선로 매설시 주의가 필요하다.

3. 결론

1) XLPE케이블의 교체시기

- (1) 우리나라에서 사용되기 시작한지 30년, XLPE케이블의 교체가 필요한 시점이 되었다.
- (2) 설치환경 및 사용조건에 따라 다르지만 6~8년이 경과하면 열화가 발생, 사고로 이어진다는 많은 사례보고가 존재한다.

2) 향후 방향성

- (1) 도심지의 전력수요는 증가하고 있음에도 전력구의 증설은 어렵다.
- (2) 기존의 전력구를 활용하여 송전 용량을 증대시킬 수 있는 기술이 필요하다.

3) 결론

교체시기에 맞춰 초전도 케이블 기술의 적용을 검토할 필요가 있다.

제 3교시 문제풀이

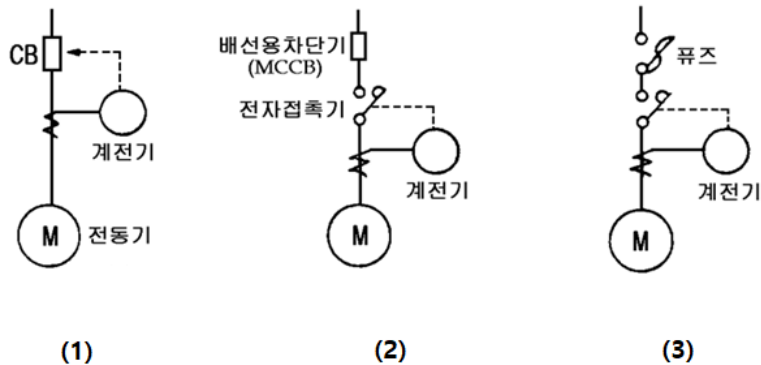
3-1. 380 [V] 저압용 유도전동기의 보호방법과 전기설비기술기준의 판단기준 175조에 의한 차단기 용량산정, 경제적인 배선규격에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 전기설비기술기준 제 194조, 전기설비기술기준의 판단기준 제 175조

1. 전동기의 보호

- 1) 전동기에는 직류전동기, 동기전동기, 유도전동기가 있으며 구조가 간편한 유도전동기가 가장 많이 사용 되고 있다.
- 2) 전동기의 보호 원인과 목적
 - 1) 전동기와 부하의 자체고장을 검출하여 고장 영향 최소화
 - 2) 전원측 이상으로부터 전동기와 부하를 보호
- 3) 전동기의 보호계전 방식



- (1) 차단기 + 계전기
- (2) 배선용차단기 + 전자접촉기 + 계전기
- (3) 퓨즈 + 전자접촉기 + 계전기

2. 저압전동기 보호방법(MCCB에 의한 전동기 보호)

- 1) 과부하 및 단락보호 가능
 - (1) 일반적으로 열동전자식, 전동기용은 Trip 전류 조정이 가능한 순시동작 Magnetic Trip 요소를 내장한 전자식 MCCB 사용
- 2) Thermal Overload Relay (TOL)
 - (1) 과부하 보호용으로 사용
 - (2) 정정은 전부하전류의 115 [%](SF 1.0), 125 [%](SF 1.15)
- 3) 열동전자식(Thermal Magnetic MCCB)

- (1) 과부하 보호 정정값은 전부하전류의 150~205 [%]
- (2) 순시요소는 과부하 정정값의 12배에서 동작
- (3) 과부하 보호를 200 [%]로 설정할 경우 순시요소가 정격의 24배에서 동작되어 양호한 보호 우려
- 4) 전자식 MCCB
 - (1) 전동기 기동전류는 전부하 전류의 12배를 넘지 않음
 - (2) 전동기 보호용 전자식 MCCB는 과부하 보호 기능이 없으므로 열동계전기(TOL)과 조합하여 사용

3. 차단기 용량산정 및 경제적인 배선규격

- 1) 저압전로에 시설하는 과전류차단기는 전로 중 이를 시설하는 곳을 통과하는 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 한다.
 - (1) 저압전로를 통과하는 최대단락전류가 10,000 [A]를 초과할 경우에 과전류 차단기로서 10,000 [A] 이상의 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 배선용차단기를 시설한다.
 - (2) 저압전로부터 전원 측의 전로에 배선용차단기의 단락전류를 차단하는 능력을 초과하여 최대단락 전류 이하의 단락전류를 배선용차단기 보다 빠르거나 동시에 차단하는 능력을 가지는 과전류차단기를 시설할 경우는 적용하지 않는다.
- 2) 전동기에 전력을 공급하는 분기회로의 전선은 과전류차단기 정격전류의 40 [%] 이상의 허용전류인 것으로 다음에 의한다.
 - (1) 전동기 정격전류가 50 [A] 이하일 경우 정격전류의 1.25배 이상인 허용전류를 가지는 전선으로 한다.
 - (2) 전동기 정격전류가 50 [A] 초과 시 정격전류의 1.1배 이상인 허용전류를 가지는 전선으로 한다.

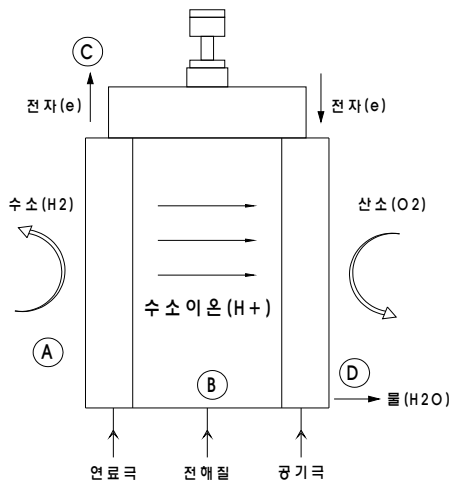
3-2. 연료전지 발전에 대하여 설명하시오.

답)

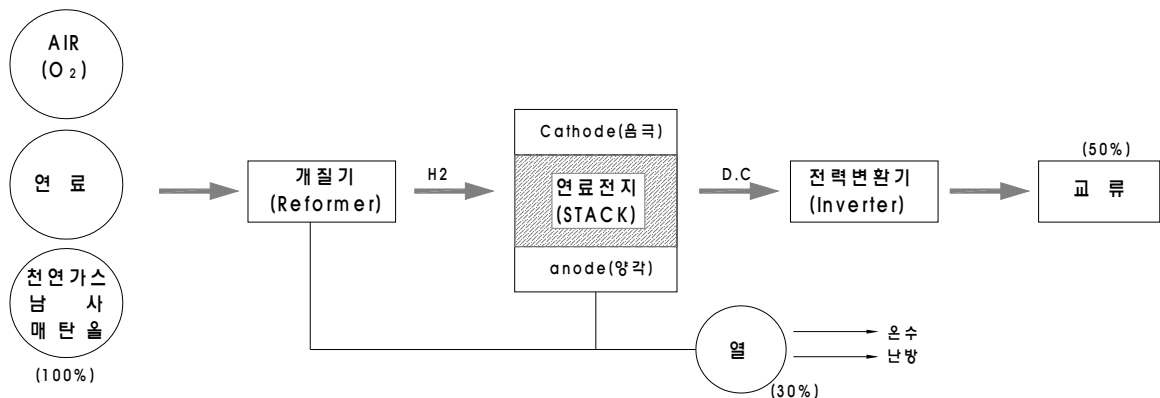
출처 ‘모아건축전기설비기술사 2권 263p

1. 연료전지 발전

- 1) 수소와 산소가 갖고 있는 화학에너지를 전기화학 반응에 의해 직접 전기에너지로 변환시켜 발전하는 방식입니다.
- 2) 연료전지는 크게 연료극(양극, Anode), 공기극(음극, Cathode) 및 전해질부로 나누어지는데 공기극(음극, Cathode)에는 산소가 연료극(양극, Anode)에는 수소가 공급되면서 물의 3) 전기분해 역반응(발열반응)으로 전기화학 반응이 진행되면서 전기, 열, 물이 발생되게 됩니다.
- 3) 주택용 연료전지 설비의 경우 수소원으로 도시가스를, 산소원으로 공기 중의 산소를 사용하여 전기와 열을 동시에 생산하다.



2. 시스템구성



1) 개질기(Reformer)

- ① 화석연료(천연가스, 메탄올, 석유 등)로부터 수소를 발생 시키는 장치.
- ② 시스템에 악영향을 주는 황(10 [ppb] 이하), 일산화탄소(10 [ppm] 이하) 제어 및 시스템 효율향상을 위한 compact가 핵심기술

2) 스택(Stack)

- ① 원하는 전기출력을 얻기 위해 단위전지를 수십장, 수백장 직렬로 쌓아 올린 본체
- ② 단위전지 제조, 단위전지 적층 및 밀봉, 수소공급과 열회수를 위한 분리판 설계·제작 등이 핵심 기술

3) 전력변환기(Inverter)

연료전지에서 나오는 직류전기(DC)를 우리가 사용하는 교류(AC)로 변환시키는 장치

4) 주변보조기기(BOP: Balance of Plant)

연료, 공기, 열회수 등을 위한 펌프류, Blower, 센서 등을 말하며, 연료전지에 특성에 맞는 기술이 미비함

4. 연료전지특징

- 1) 발전효율이 30~40 [%]이며, 열병합발전 시 80 [%] 이상 가능하다.
- 2) 도시가스, LPG, 바이오가스 등 다양한 연료사용이 가능하다.
- 3) 발생하는 열을 활용하여 난방 및 온수에 사용 가능하다.
- 4) 종래의 발전소에서 송전 받는 방식(열 손실, 송전 손실 발생)에 비해 친환경적이며 에너지효율이 높다.
- 5) 가정용 이외에 노트북, 자동차, 대규모 발전 등 다양한 분야에 적용 가능하다.
- 6) 날씨와 계절에 상관없이 전기와 열을 생산 가능하다.
- 7) 전기 사용량이 많은 주택일수록 절감효과가 크다.

5. 연료전지 구분(전해질 종류/이하생략)

3-3. KS C 0075에 의한 광원의 연색성 평가와 연색성이 물체에 미치는 영향에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아건축전기설비기술사 1권 137p, KSC0075(2017 광원의 연색성 평가 방법)

1. 연색성의 정의

- 1) 빛이 색에 미치는 효과로, 광원으로 조명 시 색깔이 어떻게 보이느냐를 표시한다.
- 2) 즉, 조명된 피사체의 색 재현 충실도를 나타내는 광원의 성질을 연색성이라 한다.
- 3) 연색성을 평가하는 단위는 연색지수로 나타내며 연색지수는 물건의 색이 자연광 아래서 본 경우와 어느 정도 유사한가를 수량으로 나타낸 것이다.
- 4) 그 방법은 정해진 8종류의 시험색을 측정하려고 하는 광원하에서 본 경우와 기준광원하에서 본 경우의 차이로 측정하며 측정한 광원이 기준광원과 같으면 Ra 100으로 나타내고 색차이가 크게 나면 Ra값이 작아진다.
- 5) 연색성이 100에 가까울수록 연색성이 좋은 것을 의미한다. 일반적으로 이 평균연색지수가 80을 넘는 광원은 연색성이 좋다고 말할 수 있다.
- 6) 광원의 연색성 평가는 원칙적으로 평균 연색평가 수(Ra) 및 특수 연색평가수(R9~R15)에 의해 평가된다.

2. 연색성의 평가 방법

1) 스펙트럼 밴드방법

시험광원의 가시부의 분광분포를 6~10개 정도의 스펙트럼 밴드로 나누어 연색성이 좋은 광원의 분광분포와 비교하여 연색성을 수량화하는 방법

2) 시험색 방법

시료광원의 색온도에 따라 기준광원을 정하고 그 기준광원과 시료광원이 물체색을 조명하고 시료광원과 기준광원의 색의 차이로부터 연색성을 수량화하는 방법

3. 연색성이 물체에 미치는 영향

1) 연색성 평가수

- (1) 백열등 조명하에서는 스펙트럼의 빨강색 쪽으로 기울어 빨강색, 노랑색이 강조되어 보이고 형광등 조명하에서는 푸른색 계통이 선명하게 보인다.
- (2) 이렇게 조명이 자연광과 비교하여 색이 다르게 보이는 정도의 기준을 연색 평가수라 한다.

2) 램프의 연색성과 용도와의 관계

연색성 평가수에 따라 광원색의 느낌이 다르므로 그 사용 장소 또한 다르며 아래 표와 같이 쓰인다.

연색성 그룹	연색평가수 R_a	광원색의 느낌	사용처
1	$R_a \geq 85$	서늘하다 중간 따뜻하다	직물공장, 도장공장, 인쇄공장 점포, 병원 주택, 호텔, 레스토랑
2	$70 \leq R_a < 85$	서늘하다 중간 따뜻하다	사무소, 학교, 백화점, 미세 작업공장(고온지대) 상동(온난지대) 상동(한랭지대)
3	$R_a < 70$ 그러나 일반 옥내의 작업에 충분한 연색성 램프		연색성이 중요하지 않은 장소
S(특별)	특수한 연색성		특별한 용도

3-4. 엘리베이터 설치 시 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 엘리베이터 가속시의 허용전압강하
- 2) 엘리베이터 수량과 수용률의 관계
- 3) 전원변압기 용량선정 방법
- 4) 전력간선 선정 방법
- 5) 간선보호용 차단기 선정방법
- 6) 인버터제어 엘리베이터 설치 시 검토사항

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 2권 327p, 2017년도 전기설비기술기준 등

1. 엘리베이터 가속시의 허용전압 강하

- 1) 승강편의시설의 기계에너지 공급원인 유도전동기의 전압강하는 가능한 한 작은 것이 바람직하다.
- 2) 전압강하의 지속시간도 가능한 한 짧은 것이 바람직하다.

2. 엘리베이터 수량과 수용률의 관계

$$\text{설치대수} = \frac{\text{5분간 이용 객수}}{\text{1대의 5분간 수송 인원}}$$

- 1) 건축물의 종류에 따른 운전특성을 고려해야 한다.
- 2) car의 정원 및 평균 일주시간 산출량 등을 고려해야한다.

대수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
사용 빈도 많음	1	1.82	2.55	3.2	3.8	4.32	4.83	5.36	5.76	6.2
	100 [%]	91 [%]	85 [%]	80 [%]	71 [%]	70 [%]	69 [%]	67 [%]	64 [%]	62 [%]
사용 빈도 적음	1	1.7	2.35		3.35					5.1
	100 [%]	85 [%]	78 [%]		67 [%]					51 [%]

* 비상용의 경우 부등률을 고려하지 않는다.

[병렬대수에 따른 부등률 및 수용률]

3. 전원변압기 용량선정 방법

- 1) 부등률을 고려하여 산출하나 2대 이하로 하는 것이 좋다.
- 2) 승강기 전원용량 산정 시에는 부등률, 가속전류에 의한 전압 강하를 고려하여야 한다.

구분	전원선의 전압변동	가속전류에 의한 전압 강하율		계
		변압기	배전선	
직류, 유압	10 [%]	4 [%]	3 [%]	17 [%]
교류		5 [%]	5 [%]	20 [%]

가속전류에 의한 전압강하

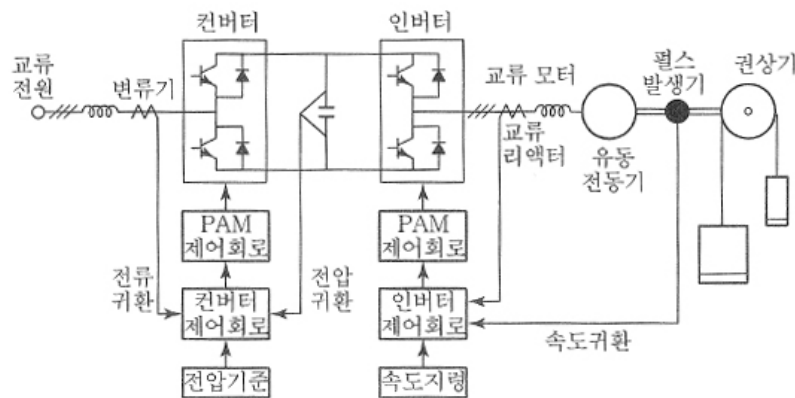
4. 전력간선 선정 방법

- 1) 비상용의 경우 내화전선과 동등이상의 내화성능을 가진 것을 사용한다.
- 2) 중성선의 굵기는 비 접지 상선 최대부하의 70 [%] 이상이어야 한다. (가능한 동일 굵기로 한다.)

5. 간선보호용 차단기 선정방법

전기설비기술기준 제 38조 ⑤항 ‘전동기의 과부하 보호장치 설치기준’에 의거하여 시행한다.

6. 인버터제어 엘리베이터 설치 시 검토사항



- 1) 유도 전동기에 인가되는 전압과 주파수를 동시에 변환시켜 직류 전동기와 동등한 제어 성능을 얻을 수 있는 방식이다.
- 2) 직류 전동기를 사용하고 있던 고속 엘리베이터에도 유도 전동기를 적용하여 보수가 용이하고, 전력 회생을 통해 에너지가 절약된다.
- 3) 중·저속 엘리베이터 (귀환 제어)에서는 승차감과 성능이 크게 향상되고 저속영역에서 손실을 줄여 소비전력이 약 반으로 된다.
- 4) 단순 운전·정지 방식보다는 초기 투자가 증가할 수 있다.

3-5. 전선 이상온도 검지장치에 대하여 다음 사항을 설명하시오.**1) 적용범위 2) 사용전압 3) 시설방법 4) 검지선의 규격 5) 접지**

답)

출처' 전기설비 기술기준 별표 18 검지선의 규격

1. 적용범위

전선의 이상온도를 조기에 검지하고 경보하는 전선 이상온도 검지장치(검지선이 전선과 접촉하는 것에 한한다)를 시설하는 경우는 다음 각 호에 의하여야 한다.

2. 사용전압

검지선에 전기를 공급하는 전로의 사용 전압은 직류 30 [V] 이하일 것

3. 시설방법

- 1) 검지선은 고압 또는 특별고압의 전로에 사용하는 절연전선 또는 나전선에는 시설하지 아니할 것
- 2) 손상을 받을 우려가 있는 장소에 시설하는 검지선 및 검지선에 직접 접속하는 전선에는 적당한 방호장치를 할 것

4. 검지선의 규격

기술기준 제 49조 제 2호의 규정에 의한 검지선의 규격은 다음과 같다.

- 1) 도체는 균질한 금속제의 단선일 것.
- 2) 절연체 및 외장은 다음에 적합한 것일 것.
- 3) 외장의 두께는 0.1 [mm] 이상일 것.
- 4) 완성품은 맑은 물속에 1시간 담근 후 도체 상호간 및 도체와 대지사이에 500 [V]의 교류전압을 연속하여 1분간 가하였을 때에 이에 견디는 것일 것.

5. 접지

- 1) 고압이나 특별고압의 전선에 시설하는 검지선 또는 그 검지선에 접속하는 전선과 경보장치와의 접속장소에는 교류 300 [V] 이하에서 작동하는 피뢰기 또는 이에 준하는 장치를 설치하고 또한 이에 는 제 1종 접지 공사를 할 것
- 2) 검지선과 전선을 접속하는 단자함, 경보장치 및 방호장치의 금속제 부분에는 제 3종 접지공사를 할 것

3-6. 수전설비 용량산정에서 이단강하방식과 직강하방식의 용량선정 방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아건축전기설비기술사 1권 251p

1. 변압기 강하방식

1) 변압기의 강하방식이란?

수전전압을 수용가 측에서 한번만 강압을 하는 경우와 2단계 강압을 하는 차이가 있다.

- 2) 수전전압을 2단계 강압을 하면 변압기에 대한 부하의 이용률이 높아지는 장점이 있지만, 경제적으로 생각한다면 투자비용에 대비하여 큰 효율성을 떨어진다. 단, 해당 장소의 배전방식, 배전거리, 대용량 사용장소 등은 2단 강압방식이 신뢰성과 경제성이 증대되는 장소가 있다.

2. 변압기 강압방식의 특징

구분	직 강하방식	2단 강하방식
특징	<ul style="list-style-type: none"> 변압기의 단일 강압방식이다. (22.9 [kV] → 380/220 [V]) 일반적인 건축물에 사용된다. 경제적이다. 보호방식이 간단하다. 	<ul style="list-style-type: none"> 변압기의 이중 강압방식이다. (22.9 [kV] → 6.6 [kV] → 380/220 [V]) 전력사용이 많은 특징적인 건축물에 사용 될 수 있다. (전산센터, IBS등) 전력사용 면적이 넓거나 높은 곳에 사용 될 수 있다. (대형공장, 초고층빌딩) 부하중설이 용이하다.
문제점	<ul style="list-style-type: none"> 변압기 용량이 전력회사 계약전력이므로 여유 있는 용량확보 어렵다. 부하용량 증대 시 변압기 용량 증설이 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> 보호방식이 복잡해진다. 변전실 면적, 비용 증대된다. 유지관리가 어렵다.

3. 변압기 용량선정

1) 직 강하 방식

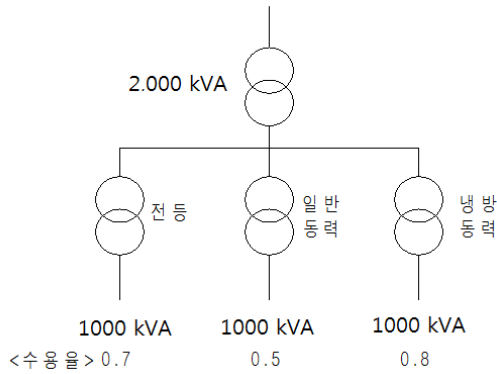
(1) 변압기 용량 = 각 부하의 합 × 수용률 × 여유률

(2) 각 부하의 합이란? 설계완료 시 전열부하를 제외한 실부하를 적용한다.

2) 이단 강하방식

(1) 주변압기 용량 = 각 변압기의 합 × $\frac{1}{\text{부등율}}$

(2) 이단 강하방식 변압기용량 계산



- 1) 전등 TR $1,000 \times 0.7 = 700$ $750 \text{ [kVA]} \times 1$
- 2) 일반동력 $1,000 \times 0.5 = 500$ $500 \text{ [kVA]} \times 1$
- 3) 냉방동력 $1,000 \times 0.8 = 800$ $1,000 \text{ [kVA]} \times 1$
- 4) 주변압기용량 = 각 변압기용량합 $\times \frac{1}{\text{부동률}}$

$$= \{750 + 500 + 1000\} \times \frac{1}{1.2} = 1,875 \text{ [kVA]}$$
- 5) 변압기 2,000 [kVA] 선정.

※ 변압기 정격: 100, 200, 300, 400, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 [kVA]

제 4교시 문제풀이

4-1. 계측기기용 변류기와 보호계전기용 변류기의 차이점에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 1권 362p

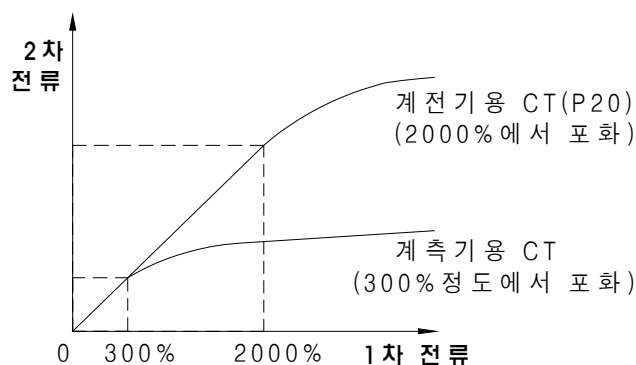
1. 계측기용과 보호계전기용 CT

1) 계측기용 변류기(metering CT)

- ① 계측기용 변류기는 평상시 전류의 크기를 검출하므로 오차가 작고, 정확해야 한다.
- ② 단락·지락 사고발생 시는 포화되어서 2차 측의 계측기 등에 과전류로 인하여 소손되는 것을 방지해야 한다.
- ③ 계측기용은 보통 정격전류의 200~500 [%]의 전류에서 포화되고, 과전류에서 견디는 강도는 불필요하여 일반적으로 명시하지 않는다.

2) 보호계전기용 변류기(relaying CT)

- ① 보호계전기용 변류기는 정확도는 떨어져도 사고전류 발생 시 철심히 포화되어 계전기가 부동작하는 것을 방지해야 한다.
- ② 주로 철심특성이 우수하여 1차 대전류에도 철심이 포화되지 않고, 2차 측의 계전기 등이 정상 작동 되도록 해야 한다.



[그림] CT의 포화특성

3) 계측기용과 계전기용 비교

항 목	계 측 기 용	보 호 계 전 기 용
오 차	0.1, 0.2, 0.5, 1, 3, 5 정격전류에서 오차이며 과전류에 대해서는 더 크다.	5P10 : 정격전류에서 1 [%] 정격전류 10배에서 5 [%] 10P20: 정격전류에서 3 [%] 정격전류 20배에서 10 [%]
정격전류	전류비 오차	전류비 오차
FS/ALF	합성오차	합성오차
과전류에 대한 1차 정격	정격계기 제한 1차 전류	정격오차 제한 1차 전류
과전류 규정	기기 안전계수(FS; security factor)	오차 제한계수(ALF) n=5, 10, 15, 20, 30
과전류강도 (열적)	계통고장전류(대칭 실효치)	계통고장전류(대칭 실효치)
과전류강도 (기계적)	열적 과전류의 2.5배(파고치)	열적 과전류의 2.5배(파고치)
과전류 정수	규정 없으며, 적을수록 좋다	22.9[kV]에서는 주로 $n > 10$ 또는 $n > 20$

5. 변류기의 과전류 특성영역

1) 계측기용 변류기

- ① 정격 계기 제한 1차 전류(IPL)
- ② 기기안전계수(FS)

2) 보호용 변류기

- ① 정격 오차 제한 1차 전류(APL)
- ② 오차제한계수(ALF)

4-2. 전류동작형 누전차단기가 정상 상태일 때와 누설전류가 흐를 때의 동작원리에 대하여 설명하시오.

답)

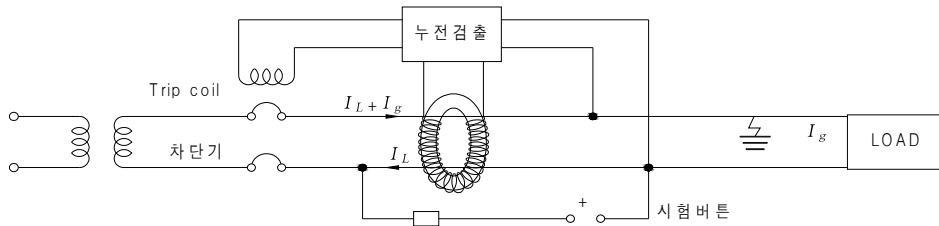
출처 ‘모아건축전기설비기술사 1권 339p

1. 누전차단기 종류

- 1) 동작별 분류: 전류동작형 (ZCT), 전압동작형 (GPT)
- 2) 사용용도별 분류: 지락보호용 범용 (지락, 과부하, 단락)
- 3) 정격 감도별 분류

분 류	정격감도 전류 [mA]	종 류	동작시간(sec)
고감도형	5, 10, 15, 30	고속형	$t \leq 0.1$
		시연형	$0.1 \leq t < 2.0$
		반 한시형	$0.2 \leq t < 1.0$
중감도형	50, 100, 200 500, 1000	고속형	$t \leq 0.1$
		시연형	$0.1 \leq t < 2.0$

2. 동작원리



1) 단상식

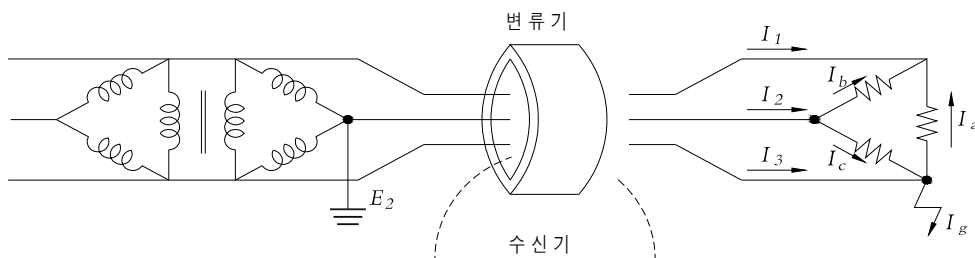
① 평상시

$I_1 = I_2$ 에서 변류기에서의 합성자계는 0이 된다. ($\phi_1 = \phi_2$)

② 전류 누설시

- 누전 또는 지락 등이 발생되면 공급전류(I_1)보다 귀로전류가 작아진다. ($I_2 = I_1 - I_g$)
- 따라서, $\phi_2 = \phi_1 - \phi_g$ 가 되어 변류기에 자속이 발생되며(ϕ_g), 이를 검출하여 차단기에 트립신호를 보내어 차단하게 된다.

2) 3상식



① 평상시

$$I_1 = I_b - I_a, \quad I_2 = I_c - I_b, \quad I_3 = I_a - I_c \quad \text{이므로,}$$

$\therefore I_1 + I_2 + I_3 = 0$ 이 되어 각 선의 전류가 평형을 이루게 되어 변류기에 출력이 나타나지 않는다.

② 전류 누설시

$$I_1 = I_b - I_a, \quad I_2 = I_c - I_b, \quad I_3 = I_a - I_c + I_g \quad \text{이어서,}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_g \text{가 된다.}$$

따라서 이러한 누설전류(I_g)에 의한 자속(ϕ_g)이 발생하며, 영상변류기 2차 측에 유기전압을 발생 시켜 차단기에 트립 신호를 보내어 차단하게 된다.

4-3. 다음과 같은 무정전 전원장치(UPS)의 특성에 대하여 설명하시오.

1) 단일 출력 버스 UPS 2) 병렬 UPS 3) 이중 버스 UPS

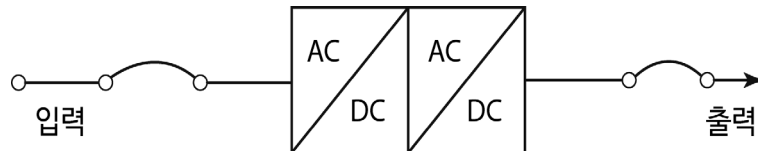
답)

출처' 기타자료

1. 무정전 전원 장치(UPS)의 특성

1) 단일 출력 버스 UPS

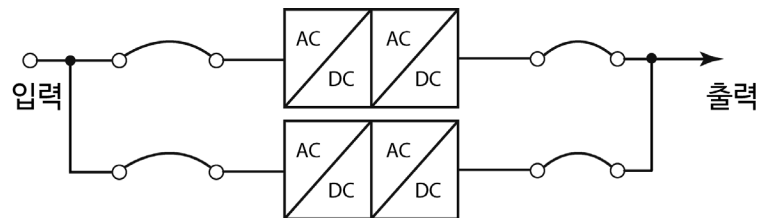
- (1) 바이패스 변환회로를 내장한 UPS를 단독으로 설치하는 구성.
- (2) UPS 시스템 구성 중에서 가장 심플한 구성.
- (3) UPS 보수 점검 시 부하에 상용 전원을 사용한 보수 바이패스 회로 급전이 됨.
- (4) 입출력반 점검 시 부하에 전원을 급전할 수 없는 단점이 있다.



2) 병렬 UPS 종류

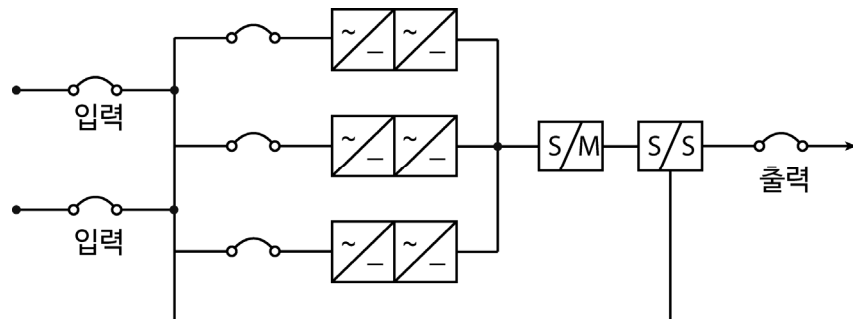
(1) 병렬 운용 방식

- ① 2대 이상의 UPS 모듈을 병렬로 연결하여 부하 용량에 대처 함.



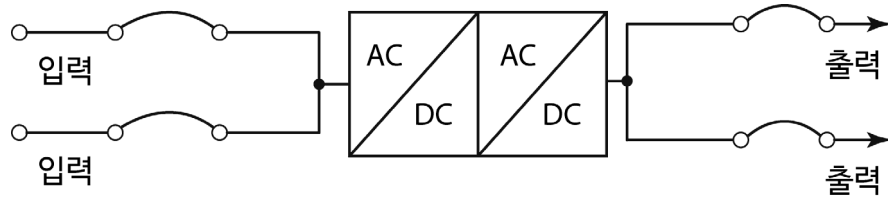
(2) 병렬 Stand by 운용 방식

- ① UPS 모듈 1개 고장 시 나머지 모듈로 급전하는 방식.
- ② 부하의 중요도가 높은 경우 사용.
- ③ 신뢰도 우수한 시스템.



3) 이중 버스 UPS

- (1) 출력반, 보수 바이 패스반, 출력 분기반을 이중화 하고, 부하 설비까지 2계통으로 급전하는 구성.
- (2) 출력반 점검 시 UPS급전이 가능하며, UPS의 병렬 증설 시에도 UPS급전을 계속할 수 있다.
- (3) 출력 간선 사고 발생 시 조기 복구가 가능하다는 장점이 있다.



4-4. 인버터 제어회로를 운전하는 경우 역률 개선용 콘덴서의 설계 및 선정 방안에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 인버터 종류 및 역률 개선용 콘덴서 설치 개념
- 2) 콘덴서 회로 부속기기 및 용량 산출
- 3) 직렬리액터 설치 시 효과 및 고려사항

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 1권 381p, 기타자료

1. 인버터 종류

1) 회로소자에 의한 인버터 종류

- (1) 트랜지스터 인버터 (소, 중용량 사용)
- (2) 사이리스터 인버터 (중, 대용량 사용)
- (3) GTO 인버터 (중, 대용량 사용)

2) 회로방식에 의한 인버터 종류

- (1) 전압형 인버터 (전압주파수 변화)
- (2) 전류형 인버터 (전류주파수 변화)

3) 제어방식에 의한 인버터 종류

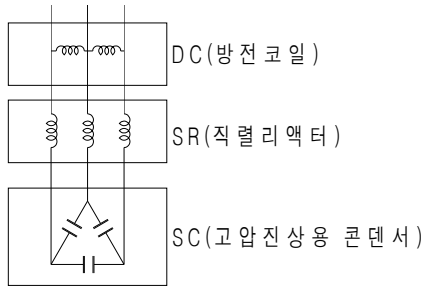
- (1) PWM 제어방식 (펄스폭 변조 이용)
출력전압과 주파수를 제어하는 방식으로 펄스폭 변조를 이용
- (2) PWA 제어방식 (펄스폭 변조이용): 가장 많이 쓰임
직류전압을 변화시켜 출력의 방형파 전압을 제어하는 방식

2. 역률 개선용 콘덴서 설치 개념

- 1) 부하측의 인덕턴스성분에 의하여 전류는 전압보다 위상을 늦어지는 현상을, 용량성 성분인 콘덴서를 설치하여 전압과 전류의 위상을 최대한 동상으로 하는 것이 콘덴서의 역률개선 원리다.
- 2) 즉, 전류와 전압이 동상이면 회로의 역률은 1이다. 또한 직류성분에서는 전류와 전압의 위상차가 없기 때문에 역률이 존재하지 않는다.
- 3) 설치할 콘덴서의 용량은 피상분과 유효분에 관계인 $\cos \theta$ 에 있고, 개선 할 역률에 대하여 필요한 콘덴서 용량을 테이블이나 계산방법에 의해서 산정할 수 있다.

3. 콘덴서 회로 부속기기 및 용량 산출

1) 콘덴서 부속기기



(1) 직렬리액터(SR)

이론상 콘덴서 용량의 4 [%], 실제 콘덴서 용량의 5~6 [%]

(2) 방전코일(DC)

저압용 3분 이내에 75 [V] 이내로 방전, 고·특고압용 5초 이내에 50 [V] 이내로 방전

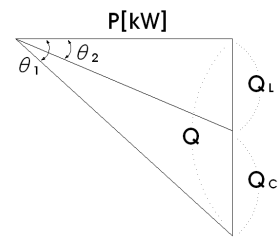
2) 콘덴서 용량산출

(1) 콘덴서 용량산출

부하용량 P [kW]일 때, 부하역률을 $\cos \theta_1$ 에서 $\cos \theta_2$ 으로 개선 시 필요한 콘덴서 용량의 계산은 Table이나 용량계산 방법에 의해서 가능하다.

$$Q_C = Q - Q_L = P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

$$= P \left(\sqrt{\frac{1}{\cos^2 \theta_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \theta_2} - 1} \right) [kvar]$$



(2) 리액터 용량산출

- ① 회로의 제 5고조파 이상의 고조파에 대하여 합성리액턴스를 유도성으로 하여 전압파형의 왜곡을 개선하기 위해 직렬리액터를 삽입하는 방법이 널리 쓰이고 있다. 즉, 고조파가 흐르는 회로를 유도성으로 하면 되기 때문에 콘덴서에 직렬리액터를 삽입한다.
- ② 제 5 고조파 성분을 유도성으로 하기 위해서는,

$$5\omega L > \frac{1}{5\omega C} \quad , \quad \omega L > \frac{1}{5 \times 5\omega C} \quad , \quad \omega L > 0.04 \frac{1}{\omega C}$$

- ③ 직렬리액터는 콘덴서의 4 [%] 이상의 용량으로 하면 되지만, 실제로는 주파수의 변동이나 유도성으로 하기위해서 6 [%]를 표준으로 하고 있다.

3. 직렬리액터 설치 시 효과 및 고려사항

1) 직렬리액터의 설치효과

- (1) 콘덴서 투입 시: 돌입전류발생 억제
- (2) 콘덴서 개방 시: 이상현상 억제(재점호현상억제)
- (3) 평상시: 고조파억제

2) 고려사항

(1) 소음

구조상 철심에 공극을 두는 방법으로 제작되었기 때문에 소음이 발생한다.

(2) 콘덴서 용량 맞추기

직렬기기 이기 때문에 콘덴서와 조합되어야 성능을 발휘 하는데 용량이 맞지 않는 경우 고조파 제거가 아니라 확대 생산되는 경우가 생기기도 한다.

(3) 보호

허용 한도 이상의 고조파 전류가 흐르면 이상온도로 상승하고 소손을 초래 하는 경우가 생기기 때문에 이상온도 상승을 검출하는 온도 센서로 감지하여 차단하는 회로를 구성하여야 한다.

4-5. TN계통에서 전원자동차단에 의한 감전보호방식에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 2권 187p , KSC IEC 60364-4-41

1. 감전보호 방식 종류(IEC 60364-4-41)

1) 감전 보호 방식의 종류

- (1) 사람 또는 가축의 감전 보호는 직접 접촉 보호, 간접 접촉 보호에 의해 실시
- (2) 직접 접촉 보호
: 전기설비 충전부에 접촉해서 생기는 위험에 대한 사람 또는 가축의 보호
- (3) 간접 접촉 보호
: 고장시 노출 도전성 부분에 접촉해 생길지도 모르는 위험에 대한 사람 또는 가축의 보호

2) 직접과 간접접촉보호를 동시하는 방법

- (1) 특별 저압에 의한 보호
사용전압범위, 전원종류, 비접지회로(SELV), 접지회로(PELV) 각각의 구성 요소 및 콘센트와 플러그의 조건을 설명
- (2) FELV 시스템
기능상 ELV를 사용하는 경우에 적용하는 시스템으로 SELV 또는 PELV가 필요 없는 경우

3) 직접 접촉 보호(정상 공급시의 감전보호)

- (1) 충전부의 절연에 의한 보호
- (2) 격벽 또는 외함에 의한 보호
- (3) 장애물에 의한 보호
- (4) 손의 접근한계(arm's reach) 외측 설치에 따른 보호
- (5) 누전 차단기에 의한 추가 보호

2. 감전보호체계

1) 감전보호체계 구분

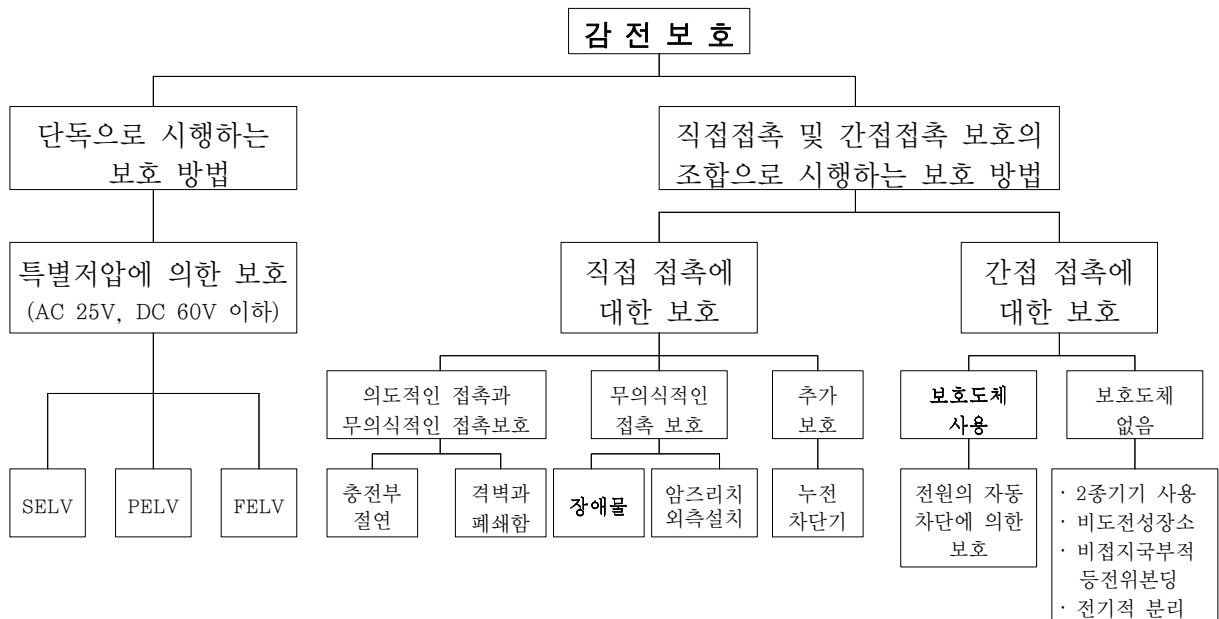
- (1) 감전보호는 사람의 생명에 관계된 가장 중요한 보호
- (2) 특별저압보호, 직접접촉보호, 간접접촉보호가 있다.
- (3) 전기설비에서 감전 보호는 2개의 보호 수단을 조합해서 시행할 수 있도록 규정
- (4) 특별 저압에 의한 보호는,
직접접촉보호와 간접접촉보호를 1개의 보호수단으로 실현하는 것

2) 특별저압에 의한 보호

- (1) 직접접촉보호 및 간접접촉보호를 동시에 시행
- (2) 사용전압을 교류 50 [V] 이하, 직류 120 [V] 이하의 전압으로 다음 중 하나의 방법에 의해 시행.
가. 비접지회로에 적용하는 SELV 시스템
나. 접지회로에 적용하는 PELV 시스템
다. 기능상 ELV를 사용하는 경우에 적용하는 FELV 시스템

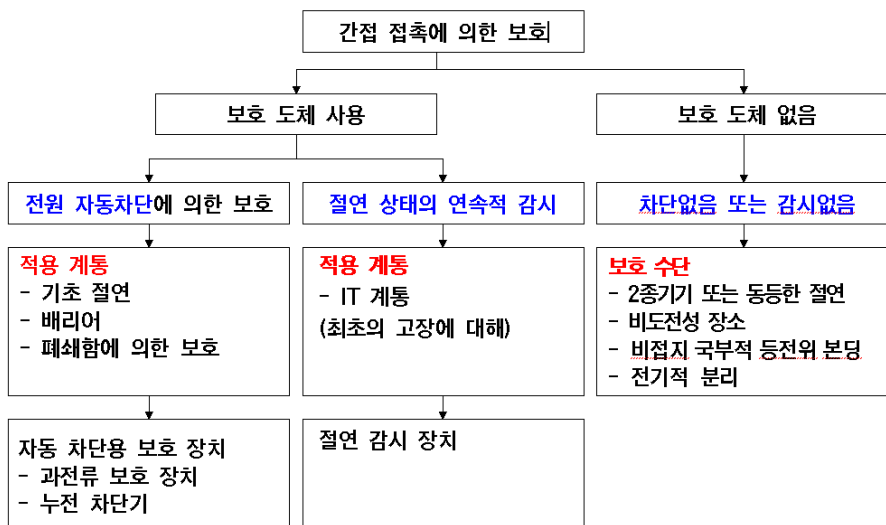
3) 간접접촉보호의 기본

- (1) 규약접촉전압(교류 50 [V] 또는 직류 120 [V])을 초과하는 접촉전압이 생리적으로 유해한 영향을 미치는 시간동안 계속되지 않도록 한다.
- (2) 허용 접촉전압의 한계치는 특별한 환경조건에서는 위에서 언급한 것보다 낮은 수치가 요구됨.
- (3) IEC 60479(인체통과전류의 영향)에서 인체통과전류와 통전지속시간과의 관계를 말하고 있다.
- (4) 통상적인 상태에서 최대 허용접촉전압은 50 [V]이다.
50 [V]인 수치는 규약 접촉전압 한도로서 IEC로 정해졌고 연속허용접촉이 된다.
- (5) 허용 접촉전압의 한계치는 특별한 환경조건에서는 위에서 언급한 것 보다 낮은 수치가 요구됨.



[그림] 감전 보호 체계

3. 감전보호 기본



[IEC 60364-4-41의 413. 간접 접촉 보호]

3. 전원 자동차단 감전보호방식

1) 전원의 차단

전기회로 또는 전기기기의 충전부와 노출 도전성부분 또는 보호선 간에 고장이 발생하여 교류 50 [V](실효 값)를 초과하는 접촉전압이 발생한 경우는 그 전원을 자동적으로 차단한다.

2) 보호접지와 등전위본딩

전원 자동차단에 의한 보호를 실행할 경우 보호접지 및 등전위본딩은 다음에 의한다.

(1) 보호접지

- ① 노출 도전성부분은 각 접지계통(TN, TT, IT)마다 정해진 조건에 따라서 보호선에 접속해야 한다.
- ② 동시에 접촉 가능한 노출 도전성부분은 (1)의 보호선에 접속하여야 한다.

(2) 주 등전위본딩

- ① 사람이 동시에 접촉한 경우 위험한 접촉전압이 발생할 우려가 있는 도전성부분간은 상호 전기적으로 접속하여야 한다.
- ② 개개의 건축물은 다음 도전성부분을 전기적으로 접속하여야 한다.
 - ㉠ 보호선
 - ㉡ 접지단자 또는 주 접지모선
 - ㉢ PEN 선(TN-C 계통의 경우)
 - ㉣ 집중 난방설비 또는 공조설비의 도전성부분
 - ㉤ 계통 외 도전성부분(수도관, 가스관, 건축물의 금속제부분 그 외 금속배관 등)
- ③ 건축물의 외부에서 인입되는 상기 부분은 인입부분과 가까운 곳에 주 등전위본딩을 하여야 한다.

(3) 보조 등전위본딩

설비 또는 그 일부분에 5200-3.1.①(전원의 차단)의 자동차단 조건을 만족하지 않을 경우는 보조 등전위본딩(5200-3.1.⑥)을 하여야 한다.

3) TN 계통의 보호

(1) 자동차단 조건

TN 계통에서 설비내의 상전선과 보호선 또는 노출 도전성부분 사이에 임피던스를 무시할 수 있는 고장이 발생한 경우는 다음에 나타내는 조건식을 만족하여야 한다.

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

Z_s : 전원부터 고장점까지 충전용 전선 및 고장점과 전원사이의 보호선으로 구성된 고장루프임피던스

I_a : 공칭전압 U_o 의 함수, 5초 이내 자동적으로 차단시키는 전류

U_o : 공칭 대지전압(교류 실효 값)

※ TN 계통의 최대 차단시간

$U_o(V)$	차단시간 s(초)
120	0.8
230	0.4
277	0.4
400	0.2
400 초과	0.1

(2) 차단시간

- ① 일반회로의 경우는 표의 차단시간이내에 차단하여야 한다.
- ② 콘센트를 사용하거나 콘센트 없이 직접 I급 이동형기기 또는 휴대형기기에 전력을 공급하는 분기회로는 최대 차단시간에 전원을 자동차단하여야 한다.
- ③ 간선회로의 규약 차단시간은 5초 이하로 할 수가 있다.
- ④ 거치형 기기에 전력을 공급하는 분기회로에 대해서는 차단시간에 관계없이 5초를 초과하지 않는 차단시간으로 할 수가 있다. 다만, 그 분기회로에 전력을 공급하는 분전반 또는 간선회로의 차단시간을 필요로 하는 다른 분기회로가 접속되어 있는 경우는 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.
- ㉠ 분전반과 보호선을 주 등전위본딩에 접속한 부분의 보호선 임피던스는 다음 값을 초과해서는 안 된다.

$$\frac{50}{U_0} Z_s [\Omega]$$

- ㉡ 주 등전위본딩의 경우와 같은 종류의 계통 외 도전성부분을 포함해서 분전반위치에서 등전위본딩을 하고 주 등전위본딩에 대한 요구사항에 적합하여야 한다.

(3) 가공선 등의 상전선과 대지 간 고정

가공선로 사용 시 상전선과 대지사이에 고장이 발생할 우려가 있는 예외적인 경우는 보호선 및 이와 접속된 노출도전부가 규약 값 50 [V]를 초과하는 대지전압에 도달하지 않도록 다음의 조건을 충족하여야 한다.

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50}$$

여기서, R_B : 병렬 접지극의 모든 접지저항

R_E : 보호선에 접속되어 있지 않는 계통 외 도전성부분을 통해 1선 지락이 발생했을 때 그 계통 외 도전성부분의 대지접촉저항 최소값

U_0 : 공칭대지전압(교류 실효 값)

(4) 보호기의 종류

- ① 보호장치는 TN-S 계통의 경우는 과전류차단기 또는 누전차단기, TN-C 계통의 경우는 과전류차단기를 사용할 수 있다. 그리고 TN-C-S 계통에서 누전차단기를 사용할 경우는 보호선과 PEN 선의 접속은 누전차단기의 전원 측에 하여야 한다.
- ② 과전류차단기를 사용한 경우에 3)(TN 계통의 보로) “가” 및 “나”의 조건에 적합하지 않을 경우는 2)(보호접지와 등전위본딩) “다”항 기준에 의해 보조 등전위본딩을 적용하든지 또는 누전차단기를 사용하여 보호하여야 한다.

4) TT 계통의 보호

(1) 자동차단 조건

- ① TT 계통에서 고장이 발생한 경우는 다음 조건식을 만족하여야 한다.

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

R_A : 노출 도전성부분을 접속하는 보호선의 저항과 접지극의 접지저항과의 합

I_a : 보호장치를 자동적으로 동작시키는 전류. 보호장치가 누전차단기인 경우에 I_a 는 정격 감도전류 $I_{\Delta n}$ 이다.

- ② 위 조건을 만족하지 않는 경우는 보호접지와 등전위본딩 및 보조 등전위본딩에 따라서 보조 등전위본딩을 하여야 한다.

(2) 차단시간

보호장치가 과전류차단기의 경우에 상기의 I_a 는 다음 중 하나를 만족하여야 한다.

- ① 반 한시특성을 갖는 보호장치
5초 이내에 자동차단이 가능한 전류
- ② 순시트립 특성을 갖는 보호장치
순시트립 동작이 가능한 최소전류

(3) 보호장치의 종류

TT 계통은 다음 보호장치를 사용할 수 있다.

- ① 과전류차단기
- ② 누전차단기

(4) 노출 도전성부분의 접지

1개의 보호장치에 의해 공통으로 보호하도록 사는 모든 노출 도전성부분은 보호선과 함께 공통의 동일 접지극에 접속하여야 한다. 복수의 보호장치를 직렬로 사용하는 경우 이 요건은 각각의 보호장치에서 보호하는 모든 노출 도전성부분에 별도로 적용한다.

5) IT 계통의 보호

(1) IT 계통을 구성하는 경우의 전기적 조건

- ① IT 계통은 대지에서 절연하든가 또는 계통의 중성점 그렇지 않으면 인위적으로 설계한 중성점에서 충분히 높은 임피던스를 넣어 대지와 접속하여야 한다.
- ② IT 계통을 구성하는 전기기기의 노출 도전성부분은 개별, 그룹별, 또는 집합적으로 접속하고 다음 조건식을 만족하여야 한다.

$$R_A \times I_d \leq 50V$$

R_A : 노출 도전성부분의 접지극의 저항

I_d : 하나의 상전선과 노출 도전성부분 사이에 임피던스를 무시할 수 있는 초기고장이 발생했을 때의 고정전류(I_d 의 값은 전기설비의 누설전류 및 전 접지임피던스를 고려한다)

- ③ 충전부에서 노출 도전성부분 또는 대지 쪽으로 초기고장이 발생한 경우는 초기 고장을 알리는 음향 또는 기삭신호를 표시할 수 있는 절연 감시장치를 시설하여야 한다.

(2) 자동 차단조건

초기 고장 발생 후 고장이 계속되고 제2차 고장이 발생한 경우의 전원 자동차단은 노출 도전성부분의 접지조건에 의해 다음과 같이 적용한다.

- ① 노출 도전성부분이 그룹마다 또는 개별로 접지되어 있는 경우, 보호조건은 TT 계통으로 간주하여 TT 계통의 보호를 적용한다.
- ② 노출 도전성부분이 보호선의 일괄접지에 의해 상호 접속되어 있는 경우, TN 계통의 보호조건을 다음 조건에 따라 적용한다.

$$\textcircled{1} \text{ 중성선이 없는 경우 } Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_o}{2I_a}$$

$$\textcircled{2} \text{ 중성선이 있는 경우 } Z_{s'} \leq \frac{U_o}{2I_a}$$

U_o : 상전선과 중성선 사이의 공칭전압(교류 실효 값)

Z_s : 회로의 상전선과 보호선을 포함하는 고장루프임피던스

$Z_{s'}$: 회로의 중성선과 보호선을 포함하는 고장루프임피던스

I_a : 차단시간 5초 이내에 보호기를 자동적으로 동작시킬 수 있는 전류

(3) 차단시간

IT 계통에서 제2차고장이 발생한 경우의 최대 차단시간은 다음에 의한다.

- ① TT 계통으로 다루는 경우는 TT 계통의 보호에 의한다.
- ② TN 계통으로 다루는 경우는 표에 의한다.

(4) 보호장치의 종류

IT 계통은 다음 감시장치와 보호장치를 사용할 수 있지만 보호장치로서 과전류차단기 또는 누전차단기를 사용하는 경우는 TN 계통의 보호 및 TT 계통의 보호에 의한다.

- ① 절연 감시장치 ② 과전류차단기 ③ 누전차단기

6) 보조 등전위본딩

- (1) 동시에 접근 가능한 고정기기의 노출 도전성부분과 계통의 도전성부분(가능하다면, 철근콘크리트조의 주철근도 포함)은 모두 보조 등전위본딩을 실시하여야 한다. 등전위본딩은 콘센트를 포함하여 모든 기기의 보호선에 접속해야 한다.
- (2) 보조 등전위본딩의 유효성이 의심되는 경우는 동시에 접촉 가능한 노출 도전성부분과 계통의 도전성부분 사이의 저항 R 이 다음 조건을 만족하는지 확인해야 한다.

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

I_a : 보호장치의 동작전류

- 누전 차단기의 경우 $I_{\Delta n}$ (정격 감도전류)
- 과전류차단기의 경우 5초 이내에 동작시킨 전류

4-6. 피뢰시스템 설계 시 고려사항과 설계 흐름도에 대하여 설명하시오.

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 2권 153p

1. 개 요

- 1) 피뢰시스템의 세부 설계가 시작되기 전에 피뢰시스템 설계자는 해당 구조물의 기능, 일반 설계, 시공과 위치에 관한 기본적인 정보를 수집해야 한다.
- 2) 허가 당국, 보험업자, 구매자에 의해 피뢰시스템이 정해져있지 않다면, 피뢰시스템 설계자는 KS C IEC 62305-2에 제시된 위험성평가과정을 통하여 정해지 피뢰 시스템으로 구조물을 보호할 것인지 아닌지를 결정한다.

2. 피뢰시스템 설계 시 고려사항

- 1) 건축물의 높이 및 구조
- 2) 인근지역의 낙뢰빈도
- 3) 수뢰부 방식에 고려
- 4) 인하도선 방식에 고려
- 5) 접지설비 및 대지고유저항 측정

3. 피뢰설비 설계흐름도

보호레벨 선정 → 수뢰부 계획 → 인하도선 계획 → 접지설비 계획

1) 보호레벨 선정

건축물의 높이 및 상부구조, 낙뢰빈도 등을 고려하여 산정한다.

2) 수뢰부 계획

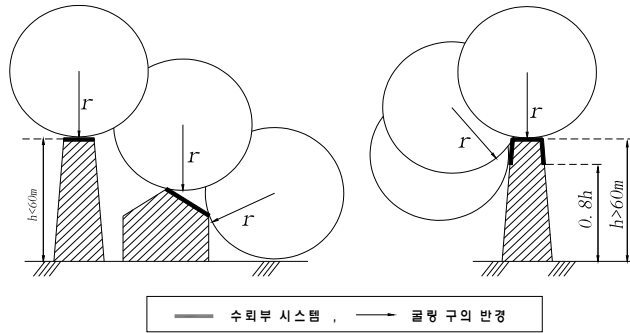
수뢰부 피뢰방식 설계방법을 결정하여 계획하다.

(1) 보호각법

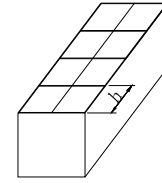
- 돌침의 보호각을 이용하여 건축물을 보호하는 방식이다.
- 돌침으로 주로 이용하여 보호각법을 적용하며, 피뢰시스템 레벨에 따라서 보호각이 다르다
- 수평도체, Mesh로 보호각법 적용이 가능하지만, 옥상상부에서 일정거리를 띄워야 하므로 거의 적용하지 않는다.

(2) 회전구체법

- 피뢰시스템 레벨에 따라 가상의 회전구체 크기를 산정한다.
- 가상의 회전구체가 건축물에 닿지 않도록 돌침, Mesh, 수평도체 등으로 보호하는 방식이다.



[그림1] 회전구체법



[그림2] Mesh법

(3) Mesh법

- 건축물 상부를 나동선 또는 부스바 재질로 그물망으로 촘촘히 구성하는 방식이다.
- 피뢰시스템 레벨에 따라 Mesh의 간격, 재질에 따른 두께 등을 결정한다.

피뢰시스템의 레벨	보호법		
	회전구체 반경 r (m)	메시치수 W (m)	보호각 θ
I	20	5×5	아래 그림 참조
II	30	10×10	
III	45	15×15	
IV	60	20×20	

[표] 피뢰시스템의 레벨별 회전구체 반경, 메시치수와 보호각의 최대값

1. 표를 넘는 범위에는 적용할 수 없으며, 단지 회전구체법과 메시법만 적용할 수 있다.
2. 대상 지역 기준평면으로부터의 높이이다.

3) 인하도선 계획

- (1) 피뢰시스템 레벨에 따라 인하도선의 간격과 인하도선의 재질에 따른 두께 등을 결정한다.
- (2) 상부의 낙뢰서지를 신속히 접지로 이동시키기 위해서 굵고, 짧은 거리로 계획한다.
- (3) 건축물의 구조에 따라서 철골 등을 인하도선으로 사용할 수도 있다.
- (4) 인하도선(자연적 구성부재)

• 금속재 설비

: 전기적 연속성에 내구성 있을 것 (납땜, 용접, 압착, 봉합, 나사조임, 볼트조임). 규정값 이상

• 건축물의 전기적 연속성을 가지는 철근콘크리트 구조체의 금속

: 상단부와 하단부의 저항 $0.2[\Omega]$ 이하인 경우

• 건축물의 상호 접속한 강재

: 철골구조의 금속구조체나 건축물 등의 상호 접속한 철근을 인하도선 사용할 때.

수평 환상도체는 생략가능

• 건축물의 정면부재, 측면레일, 금속재 정면 벽의 보조 구조체

: 인하도선의 크기와 같고 두께가 $0.5[\text{mm}]$ 이상일 것

4) 접지설비 계획

A형/B형 접지. 공통접지/통합접지