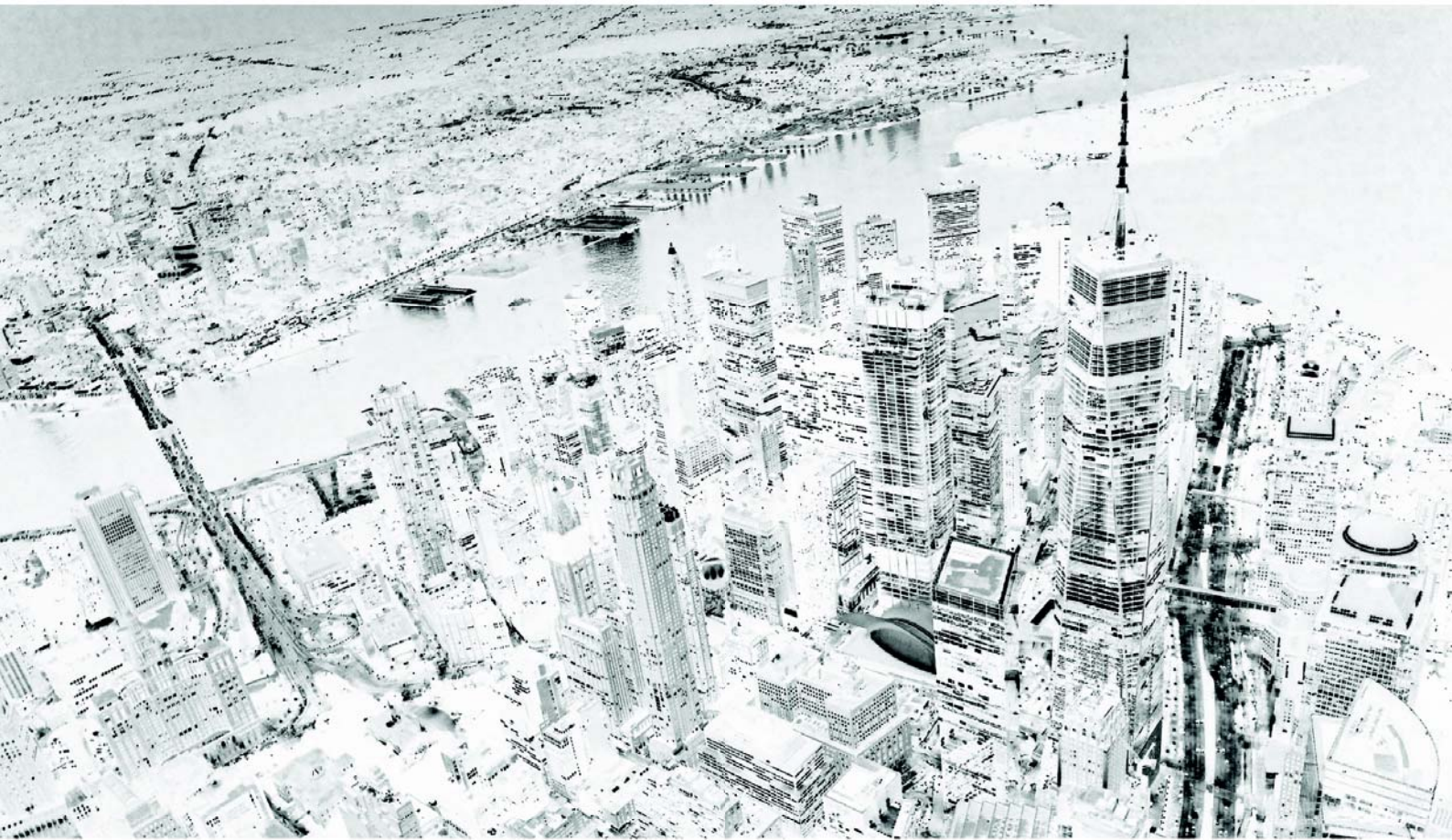


제 115회 필기시험 문제풀이

건축전기설비기술사

교수: 황모아



소방전기교육전문학원

(주) 모아전기학원

MOA Technical Education

대표 (02) 2068-2851 FAX. (02) 2068-2881

www.moate.co.kr

»모아는 Challenge다«

전기분야의 Legend, 모아전기학원

제 115회 건축전기설비기술사

[문제풀이집]

교수: 황모아

Legend 모아전기학원의 자랑!

모아전기학원 2012~2018년

전체 수강생의 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”



전기 교육전문학원 ———

모아전기학원

02) 2068-2851

»모아전기학원 전기기술사반의 Strength!

첫 번째: 대한민국 최고의 강사진!

- ▷ 최고 전문성을 갖춘 검증된 소방기술사 교수진 5명 강의 중

두 번째: 충분한 공부시간 확보!

- ▷ 정규반/심화반 수업(상/하 총 88~110시간확보)
- ▷ 별도의 스터디를 통한 학습효과 극대화

세 번째: Class Line-up!

- ▷ 건축전기 2개 Class, 발송배전 2개 Class, 전기안전 2개 Class, 전기응용 1개 Class 운영 중! ▷ 총 7개 Class 개강 운영 중!

네 번째: 동영상 무료제공!

- ▷ 동영상(PC+모바일)을 통한 공부환경의 극대화!

다섯 번째: 스터디 룸 무료제공!

- ▷ 토요일/일요일: 정규반, 심화반 오전/오후 별도의 스터디룸 제공
- ▷ 평일 스터디룸(24시간) 무한 제공!

모아전기학원 / 건축전기설비기술사 개강일정

건축전기설비기술사 (왕모아 원장)			
CLASS	개강일정 (11주)		교재
건축전기의 중요핵심 "SGN 기본반"	5월 27일 ~ 8월 05일	일 (15시~20시)	모아건축기술사 +보통자료
영문있는 답안작성 "SBR 연구반"	5월 27일 ~ 8월 05일	일 (10시~18시)	모아건축기술사 +Sub note

모아전기학원 / 발송배전기술사 개강일정

발송배전기술사 (아용일 교수)			
CLASS	개강일정 (11주)		교재
절제한 기본주의 "토요 기본반"	6월 09일 ~ 8월 18일	토 (15시~21시)	발송기본3권(송길영) 동일출발사
고정관념 제거 "심화연구반"	5월 26일 ~ 8월 04일	토 (09시~15시)	자세교재

모아전기학원 / 전기안전기술사 개강일정

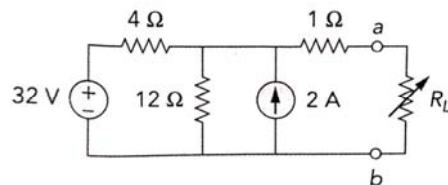
전기안전(응용)기술사 (오부영 교수 / 왕모아 원장)			
CLASS	개강일정 (11주)		교재
쓸 수 있는 공부 "SGN특강반"	5월 26일 ~ 8월 04일	토 (15시~20시)	모아전기안전기술사 +보통자료
마우리토론과모의고사 "SGN연구반"	5월 26일 ~ 8월 04일	토 (10시~15시)	모아전기안전기술사 +보통자료

제115회 건축전기설비기술사 1차 필기시험 문제 (2018년 5월 13일)

제 1 교시

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오

- 수변전설비의 옥외형과 옥내형을 선정하는 데 필요한 설계조건을 설명하시오.
- 전기사업법에 의한 자가용 전기설비에서 일반용 전기 설비 범위에는 해당하나 안전 등을 위하여 일반용 전기설비로 보지 않고 자가용전기설비로 보는 대상에 대하여 설명하시오.
- ESCO(Energy Service Company)의 주요 역할과 계약제도의 종류를 설명하시오.
- 피뢰기(Lightning Arrester)가 가져야 할 특성을 설명하시오.
- 한국전력의 전력품질 3대 지표에 대해서 설명하시오.
1) 전압 2) 주파수 3) 정전시간
- 사물인터넷(Internet of Things)을 설명하고 전력설비에서의 적용 현황을 설명하시오.
- 승강기의 효율 향상에 사용되는 희생제동장치의 원리와 설치 제한 사항에 대하여 설명하시오.
- 초전도케이블에 사용되는 제1종 초전도체와 제2종 초전도체의 특성을 비교 설명하시오.
- 최근 제정 공고된 한국전기설비규정(KEC)의 주요 사항을 설명하시오.
- 루미네센스(Luminescence) 개념과 종류를 설명하시오.
- 변압기용 보호계전기 정정시 사용하는 통과고장 보호 곡선(Through Fault Protection Curve)을 설명하시오.
- 분산형 전원을 한국전력공사 계통에 연계 할 때, 고려하여야 할 사항을 설명하시오.
- 다음 회로에서 단자(a, b) 왼쪽의 테브난(Thevenin) 등가회로를 그리고, 부하전류를 구하시오.
(단, 부하저항 $R_L = 8\Omega$)



제 2 교시

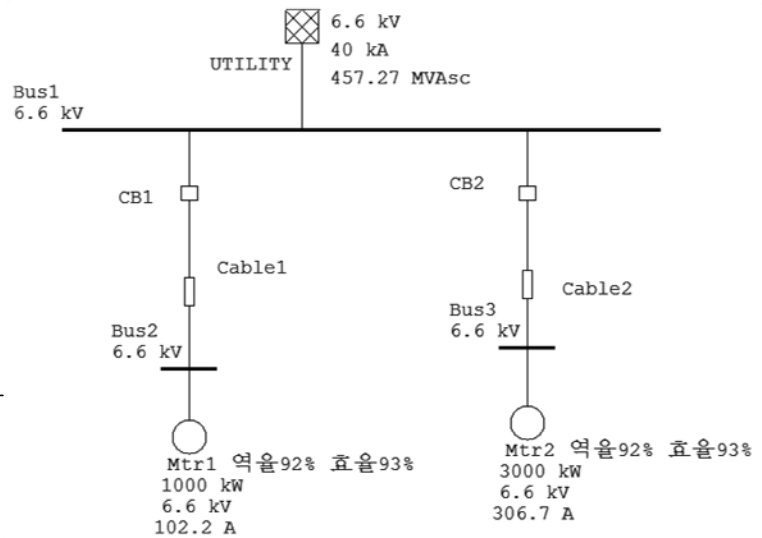
※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.

1. 3상 유도전동기 공급 선로에서 CT(100/5A)의 2차측 50/51 계전기가 연결되어 있다. 50/51 계전기의 정정치와 시간탭 설정 방법을 그림으로 설명하시오. (단, 3상 유도전동기의 정격은 500kW, 6.6kV 이고 역률과 효율은 각각 92%와 93%이다. 구속전류는 정격전류의 6배이고, 가속시간 5초, safe stall time 9초이다.)
2. 축전기 에너지저장장치(ESS: Energy Storage System)를 전기 계통에 도입하고자 할 때, ESS를 가장 효율적으로 활용하기 위한 3가지 용도를 설명하고, 각각의 경제성을 B/C(Benefit/Cost) 측면에서 비교하여 설명하시오.
3. 대단위(대지면적: 약 100만 m^2 , 용도: 종합대학, 자동차공장, 놀이시설, 공항 등) 단지의 구내에 다수의 변전실을 설계하고자 한다. 배전계통에 대하여 설명하고 적합한 계통구성 방식을 설명하시오.
4. 표피효과는 케이블에 영향을 준다. 표피효과와 표피두께는 주파수와 재료의 특성에 의하여 어떻게 결정되는지 설명하시오.
5. 접지전극의 설계에서 설계 목적에 맞는 효과적인 접지를 위한 단계별 고려사항을 설명하시오.
6. 지하 2층에 1000kW 디젤발전기를 설치하였다. 준공검사에 필요한 전기와 건축 및 기계적인 점검사항을 설명하시오.

제 3 교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.

- 전력계통의 지락사고와 관련하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 영상전류와 영상전압을 검출하는 방법을 3선결선도를 그려 설명하시오.
 - 영상 과전류계전기의 정정치를 결정하시 위한 방법을 설명하시오.
 - 영상전압을 이용하여 지락사고 선로를 구분하기 위한 방법을 설명하시오.
- 명시조명과 분위기 조명의 특징을 구분하고, 우수한 명시조명 설계를 위하여 고려할 사항을 설명하시오.
- 수변전설비 설계에서 단락전류가 증가 할 때의 문제점과 억제대책을 설명하시오.
- 개폐서지는 뇌 서지 보다 파고값이 높지 않으나 지속 시간이 수 ms로 비교적 길어 기기 절연에 영향을 준다. 개폐서지의 종류와 특성을 설명하시오.
- 프로시니엄 무대(액자무대: Proscenium Stage)를 가진 공연장에 설치하는 무대 조명 기구를 배치 구역별로 설명하시오.
- 다음의 단선도에서 6.6kV 전동기(Mtr1, Mtr2) 공급용 CV케이블의 규격을 허용전류표를 이용하여 선정하시오. 단, 아래의 25℃ 기준 허용 전류표를 35℃ 허용전류표로 변환한 다음 케이블 굵기(mm²)를 선정하시오.



[설계조건]

- 단락 시 고장 제거시간은 0.18초
- 케이블의 포설은 3심 1조 직접 매설방식, 기저온도 35℃
- 케이블의 도체허용온도 90℃, 단락 허용온도 250℃, 동 도체
- 산출은 아래의 표를 기준으로 한다.

[CV 케이블의 허용전류표]

※직접매설 3심1조 부설

공칭단면적(mm ²)	16	25	35	70	95	120	150	185	240
허용전류(A)(25℃)	96	120	140	240	275	315	360	405	470
허용전류(A)(35℃)									

제 4 교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.

1. 변압기 인증을 위한 공장시험의 종류 및 시험방법을 설명하시오.
2. 방법설비의 구성시스템 중 침입 발견설비를 설명하시오.
3. 단상 유도전동기에서 분상전동기의 기동토크를 최대로 하기 위한 보조회로의 저항을 구하시오.
(단, 주권선의 임피던스는 $Z_m = R_m + jX_m$ 이다.)
4. 파동 방정식은 매질을 이동하며 일어나는 전자파의 특성을 해석할 수 있다. 맥스웰방정식을 이용하여 파동방정식을 설명하시오.
5. 배선용 차단기(MCCB)의 특징을 설명하고 저압계통의 배선용 차단기 단락 보호 협조 방식을 설명하시오.
6. 건설사업관리(CM: Construction Management)에 대하여 아래 사항을 설명하시오.
 - 1) 필요성
 - 2) 업무범위
 - 3) CM과 감리비교
 - 4) 자문형 CM과 책임형 CM의 비교



제 1 교시 문제풀이

1-1. 수변전설비의 옥외형과 옥내형을 선정하는 데 필요한 설계조건을 설명하시오.

답)

출처' KCS 31 6010[수변전설비공사], KDS 31 6010[수변전설비설계]

1. 옥외형과 옥내형이란?

- 1) 수배전반의 설계 · 시험 등의 기준이 되는 보호구조에 대한 종별에는 일반적으로 사용되는 것과 특수한 환경에서 사용되는 것으로 구분이 되고 있다.
- 2) 옥내형은 일반건물의 옥내에서만 사용가능한 것을 의미한다.
- 3) 옥외형은 지붕이 없는 장소로 통상강우량, 다소의 쓰레기나 먼지 및 소동물이 존재하는 장소에서 사용되는 것으로 옥내폐쇄형의 조건을 충족시킬 뿐만 아니라 강우 등으로 인한 침수를 방지하여 정상운전이 방해되지 않게 시설된 구조이다.

2. 수변전 설비의 시설조건

1) 옥내의 시설

- (1) 기기 주위에는 유지 관리 공간을 고려한다.
- (2) 기기의 중량을 산정하여 바닥 강도를 재확인한다.
- (3) 변압기의 발열 등으로 실온이 상승될 염려가 있을 경우에는 환기구멍 또는 환기장치 등을 설치한다.
- (4) 습기 또는 결로 등에 의한 절연저하의 염려가 있는 경우에는 적절한 대책을 강구한다.
- (5) 전기실에는 물배관 · 증기관 · 덕트 (환기용은 제외) 등을 시설 · 통과 시키지 않는다.

2) 옥외의 시설

- (1) 지반이 주위보다 낮고, 배수가 불량한 위치는 피한다. 부득이 설치할 경우에는 배수 설비, 기초의 지반면으로부터의 높이 등을 검토한다.
- (2) 기기 및 기초의 개략적인 중량을 구하여 바닥강도를 확인한다.
- (3) 바닥에 케이블 트렌치를 설치할 경우는 트렌치의 크기 및 배수를 검토한다.
- (4) 트렌치의 크기 및 문 위치는 배전반내의 기기의 반입 · 반출을 고려한다.
- (5) 전기실 바닥은 배수용 구배(5/100 정도)를 설치한다.
- (6) 옥상에 설치할 경우는 바닥강도 및 방수에 주의한다.

1-2. 전기사업법에 의한 자가용 전기설비에서 일반용 전기 설비 범위에는 해당하나 안전 등을 위하여 일반용 전기설비로 보지 않고 자가용전기설비로 보는 대상에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '전기사업법, 일반용 전기설비 점검업무 처리규정 [지식경제부 훈령 제105호]

1. 전기설비란?

- 1) 전기설비라 함은 발전, 송전, 변전, 배전 또는 전기 사용을 위하여 설치하는 전기기계·기구, 탠, 수로, 저수지, 전선로, 보안통신선로 등의 전기 관련 설비를 통틀어 이르는 말이다.
- 2) 전기설비는 전기사업용, 일반용, 자가용 전기설비로 구분이 된다.
 - (1) 전기사업용 전기설비란 전기설비 중 전기사업자가 전기사업에 사용하는 전기설비를 말한다.
 - (2) 일반용전기설비란 산업통상자원부령으로 정하는 소규모의 전기설비로서 한정된 구역에서 전기를 사용하기 위하여 설치하는 전기설비를 말한다
 - (3) 자가용전기설비란 전기사업용전기설비 및 일반용전기설비 외의 전기설비를 말한다.

2. 자가용 전기설비란?

‘전기사업용 전기설비’ 및 ‘일반용 전기설비’ 외의 전기설비를 말한다.

- 1) 고압 이상으로 수전하여 사용하는 전기설비
- 2) 저압으로 수전하나 수전용량이 75 kW 이상(제조업 및 심야전력은 100kW 이상)인 사용설비
- 3) 10 kW 이상인 비상용 예비발전기 설비
- 4) 저압으로 수전하나 자가용 설비로 보는 특수한 경우

3. 자가용 전기설비로 보는 대상(?)

※ 산업안전공단 자료 E-S-E01-10-01

- 1) 총포, 화약류 등 단속법에서 규정하는 화약류를 제조하는 사업장
- 2) 광산보안법에 의한 갑종탄광
- 3) 도시가스사업법에 의한 도시가스사업장, 액화석유가스의 안전 및 사업관리법에 의한 액화석유가스의 저장충전 및 판매사업장, 고압가스안전관리법에 의한 위험물의 제조·저장 장소
- 4) 소방법에 의한 위험물의 제조소
- 5) 수전용량이 20 kW 이상인 다음의 장소 (극장, 영화관 관람장 및 연예장 등 공연, 집회장 또는 공공 회의장)

4. 자가용 전기설비의 구분

※ 일반용 전기설비 점검업무 처리규정

1) 제 1형

- (1) 전기판매사업자와 계약된 동일 공급단위 내에 소유권이 다른 2개 이상의 연결된 전기설비가 있을 경우에는,
- (2) 공급단위를 기준으로 동일 공급단위 내에 있는 각 소유자의 전기설비의 용량을 합산 적용한다.

2) 제 2형

- (1) 동일소유의 연접된 설비에 전기판매사업자와 계약된 공급단위가 2개 이상 있을 경우에는,
 (2) 소유자를 기준으로 동일한 소유의 연접된 각 공급단위의 전기설비의 용량은 합산한다.

3) 제 3형

- (1) 연접된 각 공급단위별로 소유권이 서로 다른 경우의 전기설비의 용량은 소유자별로 별개로 구분하여 합산하지 아니한다.
 (2) 공급단위별, 소유권별로 합산 75kW 이상이면 자가용 전기설비임

4) 제 4형

→	70kW	4층 김씨소유(일반용)
→	80kW	3층 이씨소유(자가용)
→	60kW	2층 김씨소유(일반용)
→	60kW	1층 이씨소유(일반용)

- (1) 동일건물, 동일구내에 설치되어 있으나 동일 소유자가 연접되어 있지 아니한 전기설비를 가지고 있는 경우
 → 각각 별개로 구분함

- (2) 예) 4층 건물을 김씨와 이씨가 소유하고 있는 경우 (공급단위 4개)

5) 심야전력 및 제조업 적용구분

[제1형태] 상시전력 75kW 미만, 심야전력(제조업) 100kW 미만인 경우

75kW 미만 (저압)	100kW 미만 (저압)
상 시 전 력	심 야(제조업) 전 력

[제2형태] 상시전력 75kW 이상, 심야전력(제조업) 100kW 미만인 경우
 75kW 이상 (저압) 100kW 미만 (저압)

상 시 전 력	심 야(제조업) 전 력
---------	--------------

[제3형태] 상시전력 75kW 미만, 심야전력(제조업) 100kW 이상인 경우

75kW 미만 (저압)	100kW 이상 (저압)
상 시 전 력	심 야(제조업) 전 력

- (1) 한전과 수급 계약된 상시전력과 심야전력(제조업) 전기설비가 있는 경우 적용한다.

→ 개개 설비별 계약용량 구분 적용

- (2) [제1형태] 공급단위별 합산용량은 자가용이나 심야전력(제조업) 100kW 미만은 적용대상에서 제외되므로 일반용 전기설비이다.

[제2형태] 상시전력이 자가용설비이므로 용량을 합산하여 자가용설비이다.

[제3형태] 상시전력은 일반용설비이나 심야전력(제조업)이 자가용설비이므로 용량을 합산하여 자가용설비이다.

1-3. ESCO(Energy Service Company)의 주요 역할과 계약제도의 종류를 설명하시오.

답)

출처 '모아건축전기설비기술사 2권 416p, 한국에너지관리공단 자료

1. 에너지절약전문기업(ESCO) 추진목적

1) 기술과 자금조달 능력이 부족한 에너지사용자를 대신하여 에너지사용시설을 교체하고, 여기서 발생하는 에너지절약 효과를 보증하는 사업에 대하여 자금 융자지원 및 ESCO등록업체 운영·관리함

2) 에너지절약전문기업(ESCO: Energy Service Company)이란?

에너지이용합리화법 제25조 및 동법 시행령 제30조 규정에 의거 장비, 자산 및 기술 인력을 갖추어 산업통상자원부장관(한국에너지공단 이사장)에게 등록한 업체

2. ESCO의 주요 역할

- 1) 기존 에너지사용 시설의 고효율 에너지사용 시설로의 개체 또는 보완을 위한 현장조사
- 2) 에너지 사용에 대한 사업제안, 기본·상세설계
- 3) 설치·시공, 시운전, 유지관리 및 사후관리 등 전 과정에 대한 설치·시공·용역 제공

3. ESCO 계약제도

1) 성과확정방식

- (1) 시설설치에 투자되는 자금은 ESCO기업이 조달(자체자금, 정책자금 등)한다.
- (2) 시설투자에 의한 절감액은 약정에 의하여 배분한다.
- (3) ESCO기업의 투자비 회수가 종료되면 에너지절감 비용은 에너지사용자의 이익으로 돌아간다.



- (4) 에너지절약효과가 충분히 검증된 시설에 대해 예상 에너지절감량(액)을 바탕으로 투자비상환 계획을 미리 확정하는 방식으로 설치 후 에너지절감량(액)을 ESCO가 보증하지 않는다.

2) 사용자 파이낸싱 성과보증방식

- (1) 시설투자의 소요자금은 에너지사용자(고객)가 조달(자체자금, 정책자금 등)한다.
- (2) 시설투자에 의한 절감액을 에너지절약전문기업이 에너지사용자에게 보증하고 투자시설에 대하여 사후관리를 실시
- (3) 사업계획 수립 시 에너지절약전문기업과 에너지사용자가 상호 합의하여 목표절감량 및 보증 절감량(목표절감량의 80%를 초과해야 함)을 설정하고, 사업완료 후 측정결과에 따라 차액보전 또는 초과절감분에 대한 성과배분 등 계약 이행

3) 사업자파이낸싱 성과보증방식

- (1) 시설설치에 투자되는 자금은 ESCO기업이 조달(자체자금, 정책자금 등)한다.
- (2) 시설투자에 의한 절감액은 약정에 의하여 배분하고, ESCO기업의 투자비 회수가 종료되면 에너지절감 비용은 에너지사용자의 이익으로 돌아간다.
- (3) 시설투자에 의한 절감액을 ESCO기업이 에너지사용자에게 보증하고 투자시설에 대하여 사후관리 실시
- (4) 사업계획 수립 시 에너지절약전문기업과 에너지사용자가 상호 합의하여 목표절감량 및 보증 절감량(목표절감량의 80%를 초과해야 함)을 설정하고, 사업완료 후 측정결과에 따라 차액보전 또는 초과절감분에 대한 성과배분 등 계약 이행



1-4. 피뢰기(Lightning Arrester)가 가져야 할 특성을 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 2권 145p

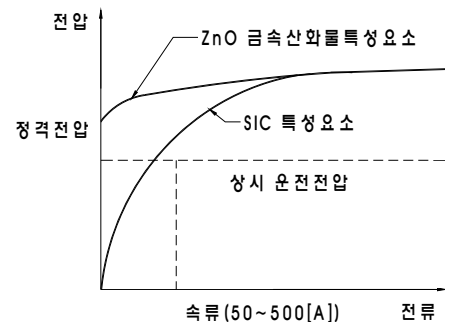
1. 피뢰기의 일반적 특성

- 1) 이상전압 침입 시 신속히 방전한다.
- 2) 이상전압 방전 시 전력계통의 단자전압을 일정 이하로 유지 할 것.
- 3) 이상전압 방전 후에는 신속히 속류를 차단하고 절연상태로 회복한다.
- 4) 지속적인 반복동작에도 특성이 변하지 않을 것.

2. 피뢰기 주요 특성

1) 비직선 특성

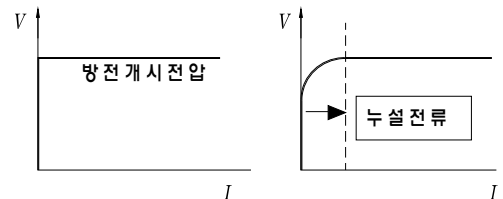
- ① 이론적으로는 전류값이 증대할수록 방전개시전압이 직선적으로 증대하지만, 실제적으로는 방전개시전압 근처에서 약간의 누설전류가 흐른다는 의미이다.
- ② 산화아연소자가 탄화규소형보다 비직선 특성이 우수하다.



2) 동작개시 전압

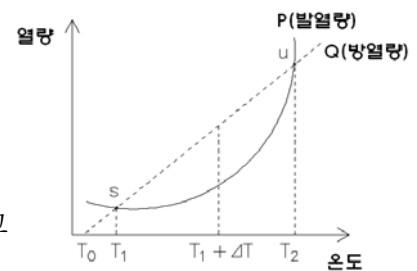
- ① 피뢰기에 저항분에 의한 누설전류성분의 전류가 1~3mA 흐를 때의 전압

$$\textcircled{2} \quad \text{과전율}(S) = \frac{\text{상시인가전압의 과고치}}{\text{동작개시 전압}} \times 100$$



3) 열폭주특성

- ① 근래에는 대부분 갭레스형(ZnO소자) 피뢰기를 사용하지만 열폭주라는 단점이 있다.
- ② 갭레스형은 직렬갭이 없어 수 μ A 정도의 누설전류가 흐르고 서지로 인하여 누설전류는 더욱 증가한다.
- ③ 저항성분에 의해 발열이 되고 온도가 상승하며, 저항은 커지고 발열은 더욱 심해지는 악순환을 반복 하다가 피뢰기가 폭발(열폭주)하거나 Disconnecter(소량화약봉입)가 동작하여 대지로부터 분리한다.

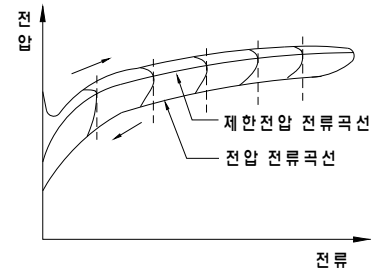


4) 속류차단 특성

- ① 속류(Follow Current)는 방전 후에 절연을 회복하지 못하고 흐르는 전류로서, 속류가 지속된다면 1선 지락과 같은 문제가 발생하게 된다.
- ② 방전현상이 실질적으로 끝난 후에는 신속히 속류를 차단해야 한다.
- ③ 갭레스형(ZnO소자)가 갭저항형(SiC)보다 속류차단에 성능이 우수하다.

5) 제한전압특성

- ① 피뢰기에 의해 과전압 억제 능력을 보호레벨이라 하고 방전특성과 제한전압으로 결정된다.
- ② 제한전압이란 방전 중 과전압이 제한되어 양단자 사이에 잔류하는 충격(Impulse)전압으로 방전전류 및 파고값 및 파형에 따라 결정된다.



[그림] 제한전압 전류곡선

1-5. 한국전력의 전력품질 3대 지표에 대해서 설명하시오.**1) 전압 2) 주파수 3) 정전시간**

답)

출처' 전기사업법 시행규칙 제18조(전기의 품질기준)

전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준 [시행 2015.6.10.] [산업통상자원부고시 제2015-112호]

1. 전력품질

- 1) 전력품질이란, 전력회사의 측면에서 보면 공급신뢰도로, 수용가측면에서 보면 수용가의 전기설비에 공급되는 전력의 상태(또는 특성)으로서 정의될 수 있다.
- 2) 전력품질모니터링(PQM; (Power Quality Meter) 시스템이란, 전력품질에 대해 민원을 제기할 경우 이에 대한 원인분석과 진단을 통해 책임소재를 규명하고 대책을 강구하는 것으로, 본격적인 품질 관리의 개념을 도입했다.
- 3) 특히 최근에는 전압, 주파수, 정전시간 등 기존 3대 전력품질 요소 외에 순간전압, 고조파 등 변화하는 환경에 부합하는 품질요소를 추가하는 추세다.
- 4) 한전은 전력품질을 계측하고 관리하기 위해, 스마트미터기를 수용가에 부설해 전력품질을 계측 관리하고 있다.

2. 전력품질 3대지표**1) 전압유지율**

표준전압[V]	허용오차
110	$\pm 6 \text{ V}$
220	$\pm 12 \text{ V}$
380	$\pm 38 \text{ V}$

※ 765kV: $765 \pm 5\%$ (726kV ~ 800kV)
 345kV: $345 \pm 5\%$ (328kV ~ 362kV)
 154kV: $154 \pm 10\%$ (139kV ~ 169kV)

2) 주파수 유지율

- (1) 전기사업자는 전력거래소의 급전지시에 따라 발전력 및 전기저장장치의 유효전력 조정 등의 방법으로 계통주파수를 평상시 $60 \pm 0.2\text{Hz}$ 의 범위 이내로 유지하여야 한다.
- (2) 다만, 비상상황의 경우에는 $62\text{Hz} \sim 57.5\text{Hz}$ 범위 내에서 유지할 수 있다.

3) 정전시간(횟수)

- (1) 현재 호당 연평균 30분의 정전시간이 발생하고 있다. 구체적인 정전시간 규정은 없다.
- (2) 즉, 배전사업자의 연간 정전시간에 대한 자체목표를 수립하여 관리하고 있다.
- (3) 근래에는 배전지능화 시스템을 통하여 정전시간을 4분까지 감소시키려 노력하고 있다.

최근 정보·통신·제어기술의 발달에 따라 정보통신기기, 정밀제어기기, 사무자동화기기, 전산기기, 자동생산라인 등에 마이크로프로세서 및 전력용반도체소자의 대거 도입, 고효율 속도 제어용모터와 역률보상용 콘덴서의 사용, 그리고 경제발전과 산업활성화 등으로 인한 고정밀 단일대형부하의 증가, 도시중심으로의 변화에 따른 대규모아파트단지의 등장, 단상 220V 가전제품의 대형화 등으로 인해 기존에는 그다지 문제가 되지 않았던 전압·전류의 고조파성분, 서지 발생빈도, 순간전압변동, 전압불평형, 순간정전, 플리커 등과 같은 순시적 미소외란이 전력품질을 크게 위협하고 있다.

이와 같은 **순시적 미소외란**은 그 외란의 크기가 작고, 순시적 국지적인 현상으로 나타나기 때문에 그 정확한 측정과 평가진단이 어려워, 이에 따른 전력품질 유지대책이 핫 이슈로 등장하고 있다. 이러한 순시성향의 전력품질 저하현상은 본격적인 정보화사회가 실현되는 21세기에 돌입함에 따라 더욱 가속화되리라 것을 생각할 때, 한전의 입장에서는 이에 대한 근본적인 대책을 사전에 검토하지 않으면 안된다.

1-6. 사물인터넷(Internet of Things)을 설명하고 전력설비에서의 적용 현황을 설명하시오.

답)

출처: 두산백과, KEMRI 전력경제 Review 제14호

1. 사물 인터넷(IoT) 정의

- 1) 사물인터넷은 기존의 유선통신을 기반으로 한 인터넷이나 모바일 인터넷보다 진화된 단계로 인터넷에 연결된 기기가 사람의 개입 없이 상호간에 알아서 정보를 주고받아 처리한다.
- 2) 사물은 물론이고 현실과 가상세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념으로 진화한 단계라고 할 수 있다.
- 3) 필요 기술 요소
 - (1) 센싱 기술: 유형의 사물과 주위 환경으로부터 정보를 얻음
 - (2) 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술: 사물이 인터넷에 연결되도록 지원함
 - (3) 서비스 인터페이스 기술: 각종 서비스 분야와 형태에 적합하게 정보를 가공하고 처리하거나 각종 기술을 융합한다.
 - (4) 보안 기술: 대량의 데이터 등 사물 인터넷 구성 요소에 대한 해킹이나 정보 유출을 방지한다.

2. 전력산업 환경 변화

1) 시 장(타 산업과의 융복합으로 새로운 플레이어가 전력 산업에 진입)

- (1) 데이터 수집, 저장, 분석 비용 감소로 IoT, Big Data를 활용한 서비스 개발 용이
- (2) 에너지, 통신, 제조 및 서비스 업체 간의 경계가 무너지고, 전력사업 진출 확대

※ IT, 통신, 제조 분야 기업의 전력산업 진출 사례

기 업	Google(IT)	Apple(IT)	Verizon(통신)	Tesla(제조)
제품/상품	Nest	iHome	Grid Wide	PowerWall
진출 분야	주택에너지관리	스마트홈	전력망 IoT	주택용 ESS

2) 전력산업 전 분야에 적용 가능하여, 고객 서비스 분야의 비즈니스 개발이 확대

(1) 발전자산 관리

IoT 데이터 증가, 분석기술 발달 및 저전력 장거리 통신 기술을 통해 발전설비 실시간 원격 모니터링, 고장 및 성능 효율 진단

* 저전력 장거리 통신: 소량 데이터를 저전력으로 멀리 전송하기 위한 기술

(2) 전력망 현대화

시스템 간 연계방식인 스마트그리드에서 단말 간 연계방식인 사물인터넷으로 진화함으로써 실시간 설비·분산자원 통합관리 가능

3. 전력설비 적용현황

- 1) 발전자산 통합관리: IoT 플랫폼 기반 발전 자산 통합 관리 (美 Exelon)
- 2) 전력망 예지 정비: 전력설비 상태 분석 기반 전력망 예지 정비 (Engie, Enel)
- 3) 배전망 운영 최적화: 美 AEP社, 배전망 운영 플랫폼을 활용한 배전망 운영 최적화
- 4) 스마트홈: IoT 기반 스마트홈 구현 (Enel, Innogy)

- 5) 신재생 발전 예측: 기상 빅데이터 활용 신재생 발전량 예측 (중국 국가전력망공사(SGCC))
- 6) 클라우드 기반 가상 계정: 가정용 태양광+ESS 발전 계정 서비스 (E.ON SolarCloud)
- 7) 가상발전소(VPP): IoT로 분산자원이 연결된 가상발전소 (獨 Next Kraftwerke, VPP)
- 8) 전력 데이터 공유: 전력 데이터를 교환하는 중앙IT 시스템 운영 (덴마크 ENERGINET.DK)
- 9) 전력 데이터 공유: 전력 사용량 데이터 표준화·공유 서비스(Green Button)

1-7. 승강기의 효율 향상에 사용되는 회생제동장치의 원리와 설치 제한 사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 승강기 기타자료

1. 승강기 회생제동장치의 작동원리

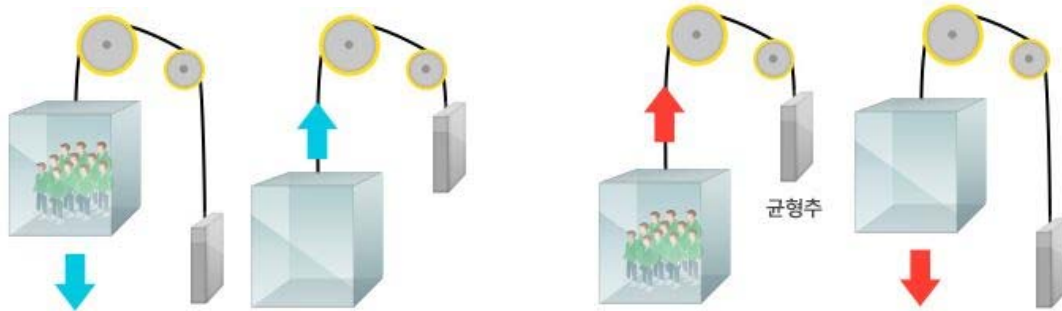
1) 회생제동의 원리

- (1) 토크력으로 움직이고 있는 전동기가 폐회로 상태가 됐을 때의 관성력을 이용해 바퀴 등에 달려 있는 회전자를 돌려 전동기를 발전기 기능으로 작동하게 함으로써 운동 에너지를 전기 에너지로 변환해 회수하여 제동력을 발휘하는 전기 제동 방법을 통칭하는 말이다.
- (2) 발전시의 회전저항을 제동력으로서 이용할 수도 있다.

2) 승강기의 구성

승강기는 탑승카와 균형추로 구성되어 있고, 균형추는 승강기보다 더 무겁게 설계되어 있다,

3) 승강기가 전기를 생산하는 경우



[전기를 생산하는 경우]

[전기를 소모하는 경우]

- 1) 탑승카에 사람이 타서 균형추보다 무거워진 상태에서 아래로 내려갈 경우 탑승카는 모터의 힘이 아닌 탑승카 자체의 무게로 내려가는 것이지 모터가 끌어내리는 것이 아니기 때문에 승강기는 전기를 소모하지 않는다. 오히려 모터가 공회전을 하면서 전기를 생산하게 된다.
- 2) 탑승카에 사람이 타지 않거나 탔더라도 균형추보다 가벼운 상태에서 위로 올라갈 경우 탑승카는 모터의 힘으로 끌어올리는 것이 아니라 균형추가 내려가면서 탑승카를 끌어올리는 것이기 때문에 승강기는 전기를 소모하지 않는다. 오히려 모터가 공회전을 하면서 전기를 생산하게 된다.

4) 승강기가 전기를 소모하는 경우

- 1) 탑승카에 승객이 타서 균형추보다 무거워진 상태에서 위로 올라갈 경우 탑승카는 모터의 힘으로 끌어 올려야 하기 때문에 승강기는 전기를 소모하게 된다.
- 2) 탑승카가 비어 있거나 사람이 탔더라도 균형추보다 가벼운 상태에서 아래로 내려가야 할 경우 탑승카는 모터의 힘으로 끌어내려야 하기 때문에 승강기는 전기를 소모하게 된다.

2. 설치 제한사항

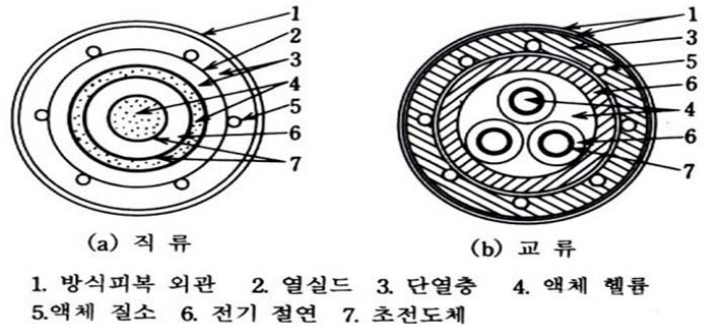
- 1) 회생제동장치가 설치가능한지 확인하기 위해서는 제어판넬 위에 저항장치(방열판)이 있는지 확인해야 한다.
- 2) 저항장치가 있다는 것은 모터가 만들어낸 전기를 열로 버리고 있는 것이기 때문에 회생제동장치 설치가 가능하다.
- 3) 반대로 제어판넬 위에 저항장치가 없는 경우라면 제어판넬 내부에 회생제동장치가 내장되어 있다고 볼 수 있다.
- 4) 회생제동장치는 모터의 용량보다 최소한 같거나 큰 제품을 사용해야 한다.

1-8. 초전도케이블에 사용되는 제1종 초전도체와 제2종 초전도체의 특성을 비교 설명하시오.

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 317p, 첨단산업기술사전

1. 초전도케이블 정의



- 1) 초전도케이블은 기존의 구리전선 대체물질로 교류용과 직류용이 있다.
- 2) 구조는 가운데 구리심이 위치하고, 세라믹성분의 초전도체가 여러 겹으로 구리심을 감싸고 있다.
- 3) 3가닥이 모여서 하나의 관을 구성하는데 그 관속엔 극저온의 액체질소가 채워지고 마지막엔 극저온 유지를 위해 진공 주름관으로 감싸져있다.

2. 제1종 초전도체와 제2종 초전도체 특성비교

구 분	제1종 초전도체	제2종 초전도체
임계자계 특성곡선		
임계자계 (Hc)	<ul style="list-style-type: none"> · 항상 작다. · Hc1 이하일 경우: 완전 반자성 	<ul style="list-style-type: none"> · 하부, 상부값의 임계자계를 갖는다. · Hc1 이하일 경우: 완전 반자성 · Hc1과 Hc2 사이의 경우: 혼합상태 · Hc2 이상일 경우: 상전도 상태로 상전
재료특성	재질적으로 연하기 때문에 연(軟) 초전도체라고 한다.	일반적으로 경질이기 때문에 경(硬) 초전도체라 한다.
사용장소 및 용도	초전도 송전용재료, 고주파용 (통신용 동축케이블, 마이크로파)	초전도 자석, 초전도 송전, 고주파용

1-9. 최근 제정 공고된 한국전기설비규정(KEC)의 주요 사항을 설명하시오.

답)

출처 ‘2018 한국전기설비규정 제정 공고

1. 주요사항

- 1) 교류 1000V 이하, 직류 1500V 이하로 저압전기설비 범위 규정
- 2) 시설안전 및 유지관리를 위한 전선 색상 식별 규정
- 3) 기존 종별 접지시설 규정을 폐지하고 국제표준에 부합한 접지시설로 규정
- 4) 과전류에 대한 보호 방법 및 케이블트렁킹시스템 등 배선공사 방법을 국제기준으로 규정
- 5) 기존 발전설비의 용접 분야를 보일러 및 부속설비 등 각 시설별로 통합하여 규정

2. 시행일

본 공고는 2021년 1월 1일부터 시행한다.

3. 세부사항

1) KEC-111.1-2(전압의 구분)

이 규정에서 적용하는 전압의 구분은 다음과 같다.

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

2) KEC-121.2-1(전선의 식별 및 색상)

전선의 색상은 표 121.2-1에 따른다.

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

3) KEC-141(접지시스템의 구분 및 종류)

- (1) 접지시스템은 계통접지, 보호접지, 피뢰시스템 접지 등으로 구분한다.
- (2) 접지시스템의 시설 종류에는 단독접지, 공통접지, 통합접지가 있다.

4) KEC-141.1(접지시스템의 구성요소 및 요구사항)

- (1) 접지시스템 구성요소
 - 접지시스템은 접지극, 접지도체, 보호도체 및 기타 설비로 구성한다.
 - KEC-140(접지시스템)에 의하는 것 이외에는 KS C IEC 60364-5-54 (저압전기설비-제-5-54부: 전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체)에 의한다.

(2) 접지시스템 요구사항

- ① 접지시스템은 다음에 적합하여야 한다.
 - 전기설비의 보호 요구사항을 충족하여야 한다.
 - 지락전류와 보호도체 전류를 대지에 전달할 것. 다만, 열적, 열·기계적, 전기·기계적 응력 및 이러한 전류로 인한 감전 위험이 없어야 한다.
 - 전기설비의 기능적 요구사항을 충족하여야 한다.
- ② 접지저항 값은 다음에 의한다.
 - 부식, 건조, 및 동결 등 대지환경 변화에 충족하여야 한다.
 - 인체감전보호를 위한 값과 전기설비의 기계적 요구에 의한 값을 만족하여야 한다.

5) KEC-212.1(과전류에 대한 보호-일반사항)

(1) 적용범위

- ① 과전류의 영향으로부터 회로도체를 보호하기 위한 요구사항으로서 과부하 및 단락고장이 발생할 때 전원을 자동으로 차단하는 하나 이상의 장치에 의해서 회로도체를 보호하기 위한 방법을 규정한다.
- ② 다만, 플러그 및 소켓으로 고정 설비에 기기르 연결하는 가요성 케이블(또는 가요성 전선)은 이 기준의 적용 범위가 아니므로, 과전류에 대한 보호가 반드시 이뤄지지 않는다.

(2) 일반 요구사항

- ① 과전류로 인하여 회로의 도체, 절연체, 접속부, 단자부 또는 도체를 감싸는 물체 등에 유해한 열적 및 기계적인 위험이 발생되지 않도록, 그 회로의 과전류를 차단하는 보호 장치를 설치해야 한다.

6) KEC-232.2-3(배선설비 공사의 종류와 배선방법)

설치방법에 해당하는 배선방법의 종류는 표 232.2-3과 같다.

설치방법	배선방법
전선관시스템	합성수지관배선, 금속관배선, 가요전선관배선
케이블트렁킹시스템	합성수지몰드배선, 금속몰드배선, 금속덕트배선 ^a
케이블덕트시스템	플로어덕트배선, 셀룰러덕트배선, 금속덕트배선 ^b
애자사용방법	애자사용배선
케이블트레이시스템 (래더, 브래킷 포함)	케이블트레이배선
고정하지 않는 방법, 직접 고정하는 방법, 지지선 방법 ^c	케이블배선

a 금속본체와 커버가 별도로 구성되어 커버를 개폐할 수 있는 금속덕트를 사용한 배선방법을 말한다.

b 본체와 커버 구분없이 하나로 구성된 금속덕트를 사용한 배선방법을 말한다.

c 비고정, 직접고정, 지지선의 경우 케이블의 시설방법에 따라 분류한 사항이다.

1-10. 루미네센스(Luminescence) 개념과 종류를 설명하시오.

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 1권 141p

1. 루미네센스(Luminescence)의 개념

- 1) 온도방사 이외의 발광을 의미하며, 루미네센스 발광에는 어떠한 자극이 필요하며 자극의 종류에 따라서 여러 가지 루미네센스가 있다.
- 2) 발광의 계속시간에 따라 인광과 형광으로 구별된다.
- 3) 인광은 자극을 제거한 후에도 어느 정도 발광을 계속하는 것이고, 형광은 자극이 작용하고 있는 사이에만 발광하는 것이다.

2. 루미네센스 종류

[M] 전방열음초, 화생기

- 1) 전기 루미네센스: 기체 또는 금속 증기내의 방전에 따른 발광현상(네온관, 수은 등)
- 2) 방사 루미네센스: 화합물이 자외선 등을 받아 긴 파장 발광(형광등, 야광도료 등)
- 3) 열 루미네센스: 물체 가열 때 같은 온도의 흑체보다 강한 방사(가스맨틀 등)
- 4) 음극선 루미네센스: 음극선이 물체를 충격할 때 생기는 발광(음극선, 브라운관 등)
- 5) 초 루미네센스: 휘발하기 쉬운 원소(알칼리금속 등)의 불꽃 중에 금속증기 발광(발염아크 등)
- 6) 화학 루미네센스: 황, 인이 산화할 때 발광(화학반응)
- 7) 생물 루미네센스: 개뿔벌레, 발광어류, 야광충 등의 발광
- 8) 기타 루미네센스: 마찰 루미네센스, 결정 루미네센스.

1-11. 변압기용 보호계전기 정정시 사용하는 통과고장 보호 곡선(Through Fault Protection Curve)을 설명하시오.

답)

출처 '모아건축전기설비기술사 2권 119p, 기타자료

1. 수전용 변압기 2차측 메인 보호계전기 정정기준

1) 단락 보호 정정

- (1) 한시 Tap: 변압기 2차는 정격전류의 150%, 혹은 케이블 허용전류의 150% 중 적은 값에 정정
- (2) 한시 Lever: 변압기 2차 모선 3상 단락전류의 0.4~0.6sec에 선정
- (3) 순시 Tap: 분기 피더 사고에 불필요한 오동작을 하지 않도록 순시 제거

2) 지락 보호 정정

- (1) 직접 접지 계통의 경우

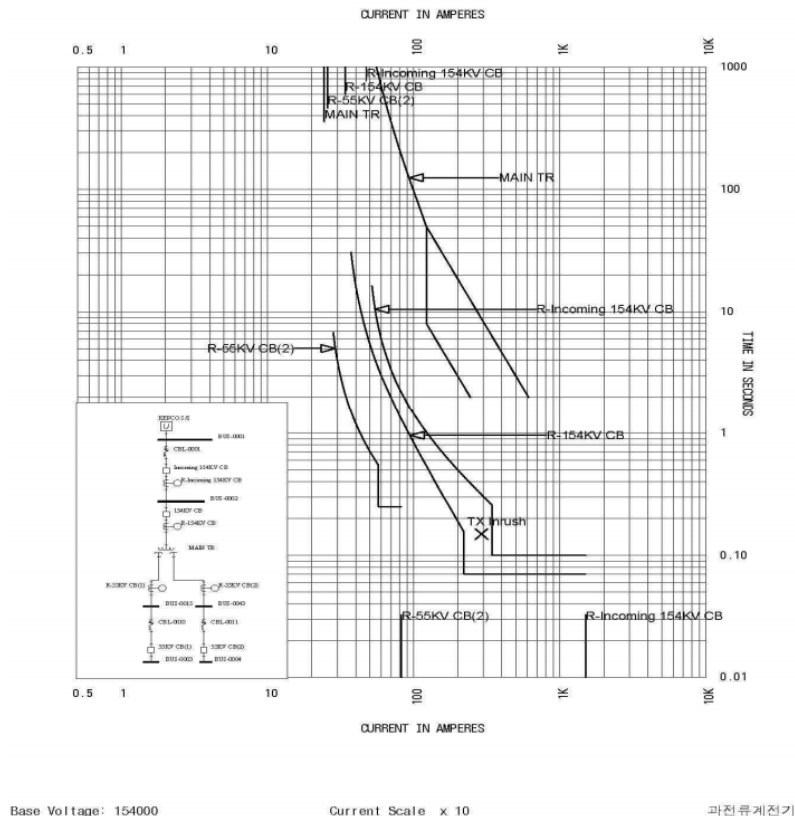
- ① 한시 Tap: 변압기 2차 정격전류의 30% 이하에 정정
- ② 한시 Lever: 수전 보호구간 최대 1선 지락고장 전류에서 0.2sec 이하에 선정
- ③ 순시 Tap: 분기 피더 사고에 불필요한 오동작을 하지 않도록 순시제거

- (2) 저항 접지 계통의 경우

- ① 한시 Tap: 동일계통에서 단계별로 최대 지락전류의 30%, 20%, 10%, 5%까지 선정

2. 통과고장 보호곡선

시간전류 그래프에서 변압기의 단락특성곡선보다 안쪽으로 계전기의 특성곡선이 그려져야 한다. 따라서 아래와 같은 방식으로 특성곡선을 표현할 수 있다.



1-12. 분산형 전원을 한국전력공사 계통에 연계 할 때, 고려하여야 할 사항을 설명하시오.

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 2권 249p

1. 분산형 전원 배전계통 연계기술기준

1) 연계의 구분

(1) 저압계통의 연계

- ① 연계기술기준의 기본사항을 만족하고, 배전용변압기의 누적연계용량이 해당 배전용변압기의 정격용량 이하인 경우
- ② 연계용량 100 kW 미만이고, 배전용변압기 누적연계용량이 해당 변압기 용량 50%이하인 경우

(2) 특고압계통 연계

- ① 연계기술기준의 기본사항을 만족하고, 한전 변전소 주변압기의 용량이 분산형전원 연계에 여유가 있을 것
- ② 연계용량이 100 kW 이상 10,000 kW 이하 이고, 특고압 일반선로 누적연계용량이 해당 선로의 상시운전용량 이하인 경우

2) 전기방식

- ① 저압 한전계통 연계: 교류단상 220V, 교류삼상 380V 중 기술적으로 타당하다고 한전이 정한 방식
- ② 특고압 한전계통 연계: 교류삼상 22,900 V

3) 한전계통접지와와의 협조

- ① 분산형전원 연계 시 그 접지방식은 한전계통에 연결되어 있는 타 설비의 과전압 유발하면 안 된다.
- ② 한전계통의 지락고장 보호협조를 방해해서는 안 된다.

4) 동기화

- ① 분산형 전원의 계통의 병렬연계 장치 투입순간에 동기화 변수들이 제시된 제한범위 이하일 것.
- ② 계통연계를 위한 동기화 변수 제한범위

분산형 전원 정격용량합계	주파수 차(Δf , Hz)	전압 차(ΔV , %)	위상각 차($\Delta \Phi$, °)
0 ~ 500 kW	0.3	10	20
500 ~ 1,500 kW	0.2	5	15
1,500 ~ 20,000 kW	0.1	3	10

5) 감시설비

- ① 분산형 전원용량 250 kW 이상 시, 연결점 연결상태, 유·무효전력, 역율, 전압 등 전력품질 감시 설비 설치
- ② 한전은 분산형 전원 설치자에게 한전계통 운영시스템과 실시간 연계를 요구할 수 있다.

6) 분리장치

- ① 접속점에는 접근용이 하고 잠금이 가능하며 개방상태 육안 확인할 수 있는 분리장치 설치
- ② 특고압 계통에 연계 시 전압·전류감시기능, 고장표시기능을 구비한 자동개폐기를 설치

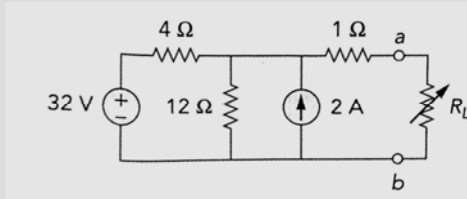
7) 연계시스템의 연계성

- ① 전자기 장애의 영향으로 연계시스템이 오동작 하면 안 되다.
- ② 연계 시스템은 내 서지를 견딜 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

8) 한전계통 분산형 전원 분리 및 재병입

-이하 생략-

1-13. 다음 회로에서 단자(a, b) 왼쪽의 테브난(Thevenin) 등가회로를 그리고, 부하전류를 구하시오. (단, 부하저항 $R_L = 8\Omega$)

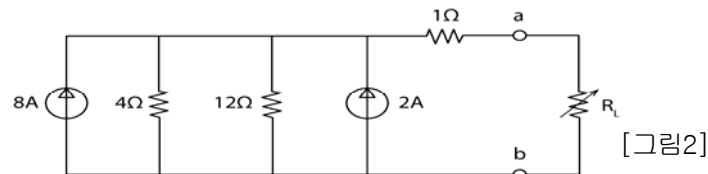


답)

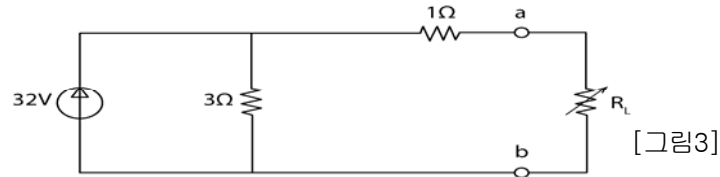
출처' 모아건축전기설비기술사 1권 95p

1. 테브난 등가회로 작성

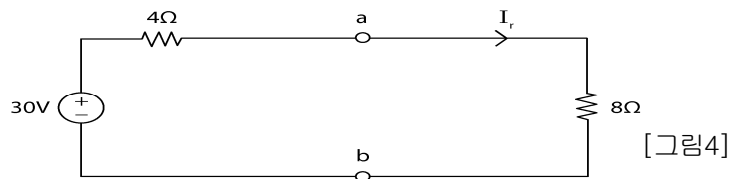
- 1) 위 회로의 32[V] 전압원을 테브난정리에 의해 전류원으로 변환하면 $\frac{32}{4} = 8[A]$ 이므로 그림2의 회로로 변환할 수 있다.



- 2) 그림 2의 회로의 전류원과 저항을 합성하면 그림 3의 회로로 나타낼 수 있다.



- 3) 그림 3의 회로의 단자 a, b 사이의 전압은 a, b 단자를 open했을 때 3[Ω]에 걸리는 전압과 같으므로 테브난 전압은 $3 \times 10 = 30[V]$, a, b 단자 사이의 테브난 저항은 $1 + 3 = 4[\Omega]$ 이므로 최종적인 테브난 등가회로를 그리면 그림 4와 같이 나타낼 수 있다.



2. 부하전류 계산

부하저항 $R_L = 8[\Omega]$ 이므로 부하전류 I_L 은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$I_L = \frac{30}{4+8} = 2.5[A]$$



제 2교시 문제풀이

2-1. 3상 유도전동기 공급 선로에서 CT(100/5A)의 2차측 50/51 계전기가 연결되어 있다. 50/51 계전기의 정정치와 시간탭 설정 방법을 그림으로 설명하시오. (단, 3상 유도전동기의 정격은 500kW, 6.6kV이고 역률과 효율은 각각 92%와 93%이다. 구속전류는 정격전류의 6배이고, 가속시간 5초, safe stall time 9초이다.)

답)

출처: 실무적내용 및 과년도문제

1. 용어의 정의

1) 구속전류(stall current)

- (1) 전동기가 과중한 부하로 인해 회전하지 못하고 정지된 상태를 말하며 계속적으로 전원이 투입되어 있을 경우에 흐르는 전류이다.
- (2) 일반적으로 전동기 시험 시 동작하지 못하게 고정 상태에서 정격전압인가하면 발생하는 전류이며, 정격전류의 약 6배 정도이며, 지속상태가 계속되면 열에 의해 전동기 소손된다.

2) 가속시간(Locked rotor time)

- (1) 전동기 회전수를 0에서 정격속도까지 가속시키는데 필요한 기동시간을 의미한다.
- (2) 전동기의 열적한계의 시간이며, 이 시간을 넘기는 경우 전동기가 소손될 수 있다.

3) safe stall time(안전한 실속시간)

- (1) stall(실속) 운전 중인 전동기가 가속되지 않고 정지된 상태를 의미한다.
- (2) stall 상태가 되면 Slip이 과대하게 되어, 과전류가 발생하여 차단된다.
- (3) 즉, safe stall time 실속상태에서 차단되지 않고 운전할 수 있는 시간을 의미한다.

2. 실무적 전동기 정정방법

1) 전동기 기동특성

: 용량에 따라 다르지만 초기에 정격전류의 7~8배(직입기동) 전류가 5~6초간 흐른다.

2) 보호계전기 정정

(1) 순시 Tap

- ① 시간 탭: 1~2초 세팅
 - ② 전류 탭: 정격의 78배 세팅
- = ①, ② 모두 기동시간동안 트립되지 않도록 보호

(2) 한시 Tqp

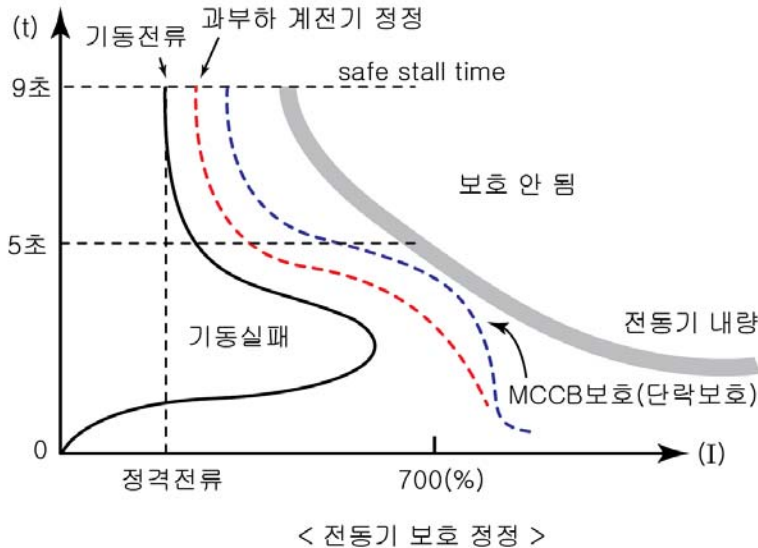
- ① 정격전류 외: 1.5배 세팅
- ② 시간 탭: 부하특성고려 5초 정도

(3) 단락보호: MCCB가 보호한다. (EOCR 보호불가)

3) 주의사항

- ① 기동전류곡선 “내”에 세팅 시 Trip되어 기동 실패
- ② 전동기내량 곡선 “외” 세팅 시 보호 안 되고 절연 손상
- ③ 실제 세팅 시 부하 크기 특성에 따라 기동하면서 조정한다.

2) 시간탭(Time Dial) 설정



3. 50/51 계전기의 정정치 산출

1) 유도전동기의 기동전류

- (1) 유도전동기 정격전류

$$\cdot I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V \cdot \cos\theta \cdot \eta} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 0.92 \times 0.93} \approx 51.12 \text{ [A]}$$

- (2) 유도전동기 구속전류(최대전류)

$$\cdot I_s = K \cdot I_n = 6 \times 51.12 \approx 306.7 \text{ [A]}$$

(K: 전동기의 기동계수)

2) 순시(50) Tap

$$(1) \text{ 2차측 순시전류 } i = I_s \times \frac{I_2}{I_1} = 306.7 \times \frac{5}{100} \approx 15.3 \text{ [A]}$$

$$(2) \text{ 순시 Tap을 200 [%]로 정정하면, } i_r = 15.3 \times 2 = 30.6 \text{ [A]}$$

따라서, 순시 Tap은 30 [A] 정정한다.

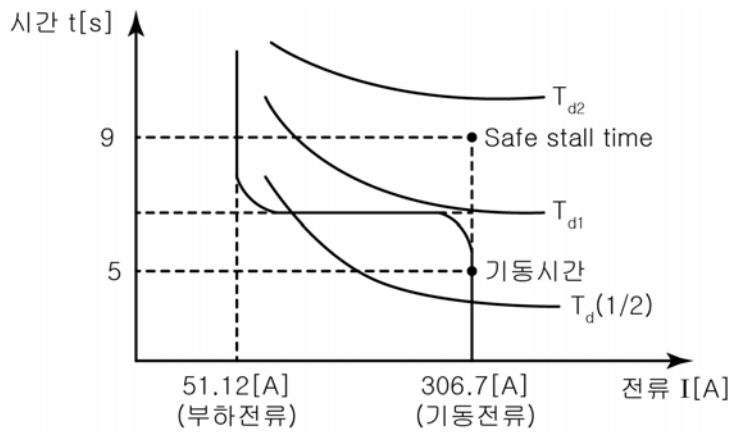
3) 한시(51) Tap

- (1) 정격 전류의 150 [%]로 정정하면,

$$i_r = I_n \times \frac{I_2}{I_1} \times K = 51.12 \times \frac{5}{100} \times 1.5 = 3.83 \text{ [A]}$$

- (2) 따라서, 한시 Tap은 4.0 [A] 정정한다.

4) 시간탭(Time Dial) 설정



(1) Tap 설정 시 주의사항

기동 시는 문제없으나, safe stall time을 벗어나서 전동기 보호가 불가능하다.

(2) $T_d(1/2)$ 설정 시

전동기 기동시간에 부족하므로 기동 실패한다.

(3) T_{d1} 설정 시

$\text{Time Dial} = \frac{5+9}{2} = 7 [\text{sec}]$, 따라서 7~8초에 정정한다.

(4) T_{d2} 설정 시

보호하지 못 하는 영역이다.

[참고-1] 보호계전기 정정

1. 보호계전기 정정 목적

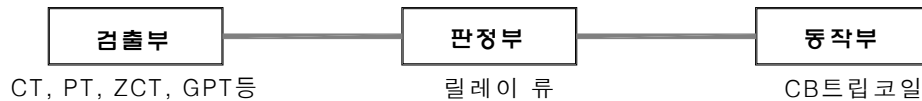
- 1) 전력설비는 전기적, 기계적 강도 및 절연계급 등이 일정 한도로 제한되어 있어 사용 시간이 누적되면서 열화 되어 사고를 일으키게 된다.
- 2) 보호계전기는 전력계통에 이상이 발생했을 때 이를 검출하여 고장 부분을 최단 시간 내에 계통으로부터 분리함으로써 전력공급 지장을 최소화하고 아울러 전력설비의 손상을 억제하기위한 것이다.
- 3) 일반적으로 보호계전기가 고장을 감지하여 작동을 시작하는 값과 고장 구간을 구별하기 위해 동작시간 등을 결정하는 것을 보호계전기 정정이라 하고, 여기서 결정된 값을 정정치라고 한다.

2. 보호계전 정정의 기본기능

- 1) 정확성: 고장발생시 정확히 검출하여 제거하며 오동작을 일으키지 않는다.
- 2) 신속성: 고장발생시 신속히 동작하여 고장 구간을 제거한다.
- 3) 선택성: 고장발생 회선을 선택하여 제거하는 것 등을 기본 기능으로 한다.

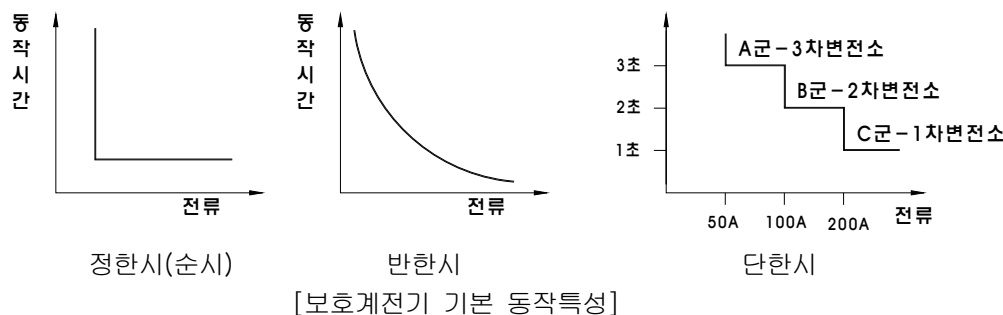
3. 보호계전 설비 구성

보호구간의 고장전류 및 전압을 검출하는 구성부로 CT, PT, ZCT, GPT등의 변성기류 등이 있다.



4. 보호계전의 기본동작

- 1) 정한시: 입력이 있으면 항상 정해진 시간에 동작
- 2) 반한시: 입력량이 클수록 빨리 동작
- 3) 순시: 설정된 입력량에서 즉시 고속동작(40ms 이내)



5. 보호계전기 종류별 적용

수전측	
1) 저전압 보호(27)	수전측 저전압 발생 시 기기보호
2) 과전류 보호(50/51)	수전반 과부하, 고장으로부터 계통 보호
3) 지락과전류보호(50/51N)	수전반 지락 고장전류로부터 계통 보호
변압기측	
1) 과전류 보호(50/51)	변압기 1차측 또는 2차 측의 과부하로부터 계통보호
2) 저전압 보호(27)	급전 측 저전압 발생 시 기기 보호
3) 과전압 보호(59)	회생과전압의 변전소 인입 검출
4) 지락전압보호(64)	급전 측 비접지계통의 지락검출용으로 사용
5) 비율차동보호계전기(87)	변압기 1,2차의 전류차를 이용한 변압기 보호
6) 지락과전류보호(50/51N)	변압기 1차 측의 지락 고장전류로부터 계통 보호

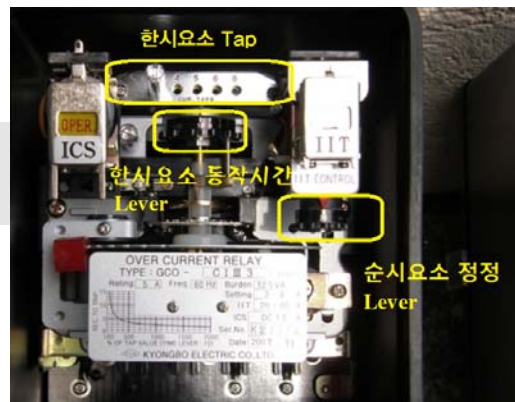
6. 자가용 수전설비(22.9kV-y 다중접지계통)정정기준(한국전력공사 기준)

계전기명	동작치설정	한시조정
과전류 계전기 (OCR)	1) 한시요소 <ul style="list-style-type: none"> 최대 계약전력 150~170% 변동부하일 경우 200~250% 	<ul style="list-style-type: none"> 수전변압기 2차 3상단락 시 0.6초 이하
[과전류·단락보호]	2) 순시요소 <ul style="list-style-type: none"> 변압기 2차 3상단락 고장전류 150% 보호협조 필요할 경우 150~250% 	<ul style="list-style-type: none"> 순시동작
지락 과전류 계전기 (OCGR)	1) 한시요소 <ul style="list-style-type: none"> 최대 계약전력 부하전류 30% 이하 3상수전 불평형 전류 1.5배 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 1선 지락 고장전류에서 0.2초 이하
[지락보호]	2) 순시요소 <ul style="list-style-type: none"> 최대부하전류 3배 이상 설정 	<ul style="list-style-type: none"> 순시동작
과전압(OVR)	· 정격전압 120%	· 직접차단용: 2초 이상
저전압(UVR)	· 정격전압 80%	· 직접차단용: 2초 이상

7. OCR 동작치 설정

50: 순시형, 단락전류계전기, 51 Tap 정정

51: 한시형, 과전류계전기, 50 Tap 정정



1) 한시요소(과전류에 동작)

- (1) 한시동작으로 최대계약전력의 150~170% 이상의 과전류에 동작한다.
- (2) 한시요소 정정 TAP조정을 통하여 계전기 동작전류를 값을 정정한다.
- (3) 51 Tap 정정하며 최대 정격전류값에 150% 값을 계산하여 정정한다.
- (4) 한시요소 Tap 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9A

2) 순시요소(단락전류에 동작)

- (1) 순시동작으로 단락전류 150%에서 순식간에 동작한다.
- (2) 시간적인 동작개념으로 순시요소 정정레버를 통하여 동작시간을 정정한다.
- (3) 50 Tap 정정하며, 3상 단락전류의 150% 값을 계산하여 정정한다.
- (4) 순시요소 Tap 20, 40, 60, 80

3) 한시조정(시간조정)

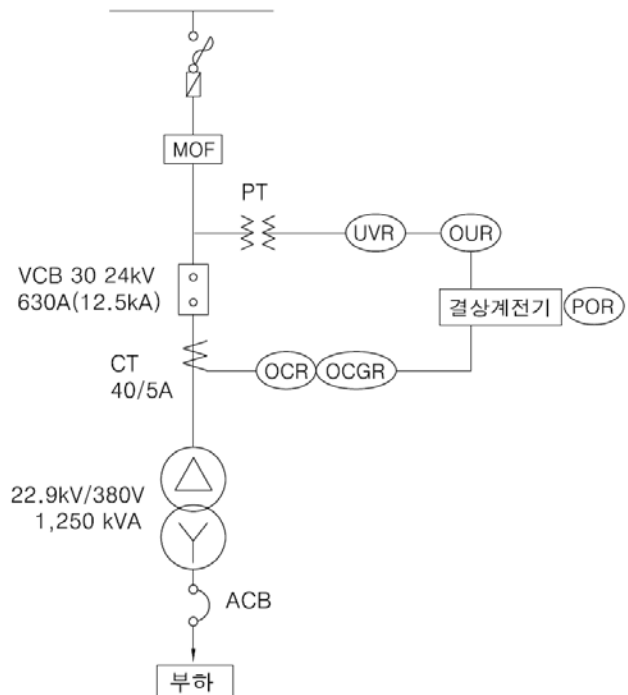
- (1) 한시요소(과전류동작)의 경우에는 3상 단락 시 0.6초 이하에 동작하도록 정정한다.
- (2) 순시요소(단락전류동작)의 단락전류에 150%에서는 순시동작한다.
- (3) 51 LEVER 정정하며, 제작사에서 제공하는 Curve에서 X축과 Y축의 교점을 선택한다.
- (4) 동작시간 Tap 0, 1, 2, 3

8. OCR(유도원판형) 정정 실무**1) 수변전설비 정정조건**

- (1) TR(22,9/380): 1,250 kVA(계약용량)
- (2) 1차측 정격전류: 31.5 A
 $(1250 = \sqrt{3} \times 22.9 \times I)$
- (3) 고장전류 계산(단락전류 P/G사용),
 $22.9\text{kV} \rightarrow 5.05\text{kA}$
 $380\text{V} \rightarrow 26.71\text{kA}$

2) OCR 계전기 정정

- (1) 한시요소 51 TAP
 - 계약용량 150% Pick up
 - $31.5\text{A} \times 150\% \times 5/40 = 5.90\text{A} \therefore 6.0\text{A}$ 설정



(2) 한시조정 51 LEVER

- 수전 최대용량 변압기 2차(380V)측 3상단락 고장에서 0.6sec 동작

$$(26.71 \times 1000 \times 0.38/22.9 \times 5/40)/6.0 = 55.4/6.0 = 923\%$$

- 제작사 CATALOGE OCR VI Curve에서

X축 923%에서

Y축 0.6sec 교점 선택

∴ 2.7 설정

(3) 순시요소 50 TAP

- 최대용량 변압기 2차(380V)측 3상단락 고장 용량 150% Pick up 순시동작

$$26.71 \times 1000 \times 0.38/22.9 \times 150\% \times 5/40 = 83.1A$$

∴ 80A 설정 (최대값)

3) OCGR 계전기 설정

(1) 51N TAP

계약(설비)용량 30% Pickup

$$31.5A \times 30\% \times 5/40 = 1.18A$$

∴ 1.5A 설정

(2) 51N LEVER

1선지락 고장전류 또는 51N 설정값

20배에서 0.2sec 이하 동작

제작사 CATALOGE GOCR VI Curve에서

X축 2000%에서, Y축 0.2sec 교점 선택

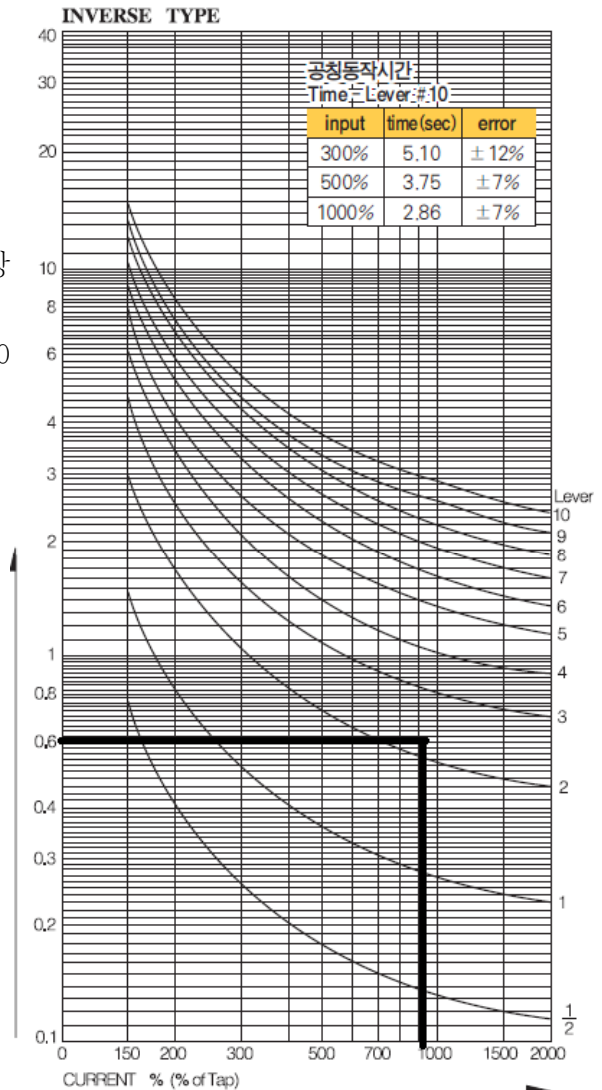
∴ 1.5 설정

(3) 50N TAP

계약(설비)용량 300% 이상에서 Pickup 순시동작

$$31.5A \times 300\% \times 5/40 = 11.8A$$

∴ 10A 설정



[참고-2] 전동기 보호계전기 정정

1. 전동기 고장종류 및 보호방식

전동기 고장의 종류	보호계전 방식
권선 및 회로의 단락	과전류보호계전기(50/51)
권선 및 회로의 지락	지락과전류 보호계전기(50N/51N)
지속적인 과부하	열동과부하 보호계전기(49)
부하상실로 인한 Over speed	부하상실/저전류 보호(37)
부하전류 불평형	상불평형전류 보호(46)
전원 역상 결선	결상 및 역상 보호(46)
빈번한 기동으로 인한 열적 스트레스	다 기동감시 및 방지(66)
동기전동기 탈조 및 계자상실	계자상실보호(40)
전압상실 및 저하	저전압 보호계전기(27)

2. 전동기용 계전기 정정 시 고려요소

1) 한시요소

- (1) 한시요소는 1HP 이상 Motor의 Overload에 대한 보호는 Service Factor 1.15이상이거나,
- (2) Motor 정격온도 상승이 40℃를 넘지 않는 경우에는 전부하 정격전류의 125%로 기타의 경우에는 115%에서 동작하도록 정정하되 Lever를 조정하여 기동전류에 Pick up 되지 않도록 한다.
- (3) 부득이 위의 값으로 정정이 어려운 경우는 그 값이 각각 140%와 130%로 할 수 있다.

2) 순시요소

- (1) 순시요소는 비대칭 전류가 발생하는 경우에 Trip되지 않도록 충분히 높게 정정하여야 한다.
- (2) 고려 할 비대칭 전류는 Motor 기동 시의 기동전류 및 외부회로 고장시의 Motor Contribution

3) 고압 전동기 보호시 고려사항

- (1) 과전류 보호 열동형 한시 요소(49)의 정정은 전부하 전류의 105%에 정정한다.
- (2) 상 불평형 전류보호 한시 요소(46)는 전부하 전류의 20~50%에 정정한다.
- (3) 기동 전류이상 지속보호 한시 요소는 전동기의 정상적인 기동시간과 열적 내력시간의 차이를 고려하여 판정하며 동작 지연시간은 최대 1초로 한다. (VCB: 0.2초, VCS: 1초)
- (4) 단락전류보호 순시 요소(50)는 VCS를 사용하는 회로에는 사용하지 않는다.
- (5) 과다 기동보호 요소(66)는 전동기의 능력이 확인되지 않은 상태이므로 우선 30분 동안에 1회 기동으로 정정한다.
- (6) 전동기 기동시간 및 기동전류는 제작사 데이터를 적용하고 데이터가 불비한 경우는 기동시간을 6초, 기동전류는 전부하 전류의 6~6.5배를 적용한다.
- (7) 전동기의 열적내력(Thermal Capability)은 제작사 데이터를 적용하고 데이터가 불비한 경우는 기동전류하에서 10초로 적용한다.

3. 과부하 및 단락보호

- 1) 한시 Tap: 전동기 정격전류의 115%에 정정(150%)
- 2) 한시 Lever: 기동방식에 따라 기동전류 및 기동시간을 고려하고 기동전류에 계전기는 구동하지만 차단기는 동작하지 않도록 선정
- 3) 순시 Tab: (모터근처 2상 단락에 동작) 기동전류의 150%(250%)에 정정(돌입전류 < 기동전류)

4. 지락보호

계통 접지방식에 따라 다르며 배전선 지락보호 계전기 정정과 같으며 말단부하이므로 오동작하지 않는 최소치에 정정

2-2. 축전기 에너지저장장치(ESS: Energy Storage System)를 전기 계통에 도입하고자 할 때, ESS를 가장 효율적으로 활용하기 위한 3가지 용도를 설명하고, 각각의 경제성을 B/C(Benefit/Cost) 측면에서 비교하여 설명하시오.

답) 출처' 기술이슈 [에너지저장시스템(ESS)현황], 전력산업의 새로운 패러다임을 여는 ESS
에너지 저장 시스템(ESS)의 경제성 분석 기법에 관한 연구

1. 개념

- 1) 에너지저장시스템(이하 ESS, Energy Storage System)은 생산된 전력을 발전소, 변전소 및 송전선 등을 포함한 각각의 연계 시스템에 저장 후, 전력이 필요한 시기에 선택적·효율적 사용을 통해 에너지 효율을 극대화 시키는 시스템이다.
- 2) 야간에 유휴전력을 저장하고 전력소모가 심한 주간에 저장된 전력을 사용함으로써, 전력의 효율적 사용이 가능하다.

2. ESS의 효율적 활용

- 1) 전력부하이동(Peak Shifting) 및 최대부하 감소(Peak Cut)
- 2) 신재생에너지 발전원 출력 안정화(Renewable Integration)
- 3) 전력수급 위기대응 및 예비전력(Reserved Service)
- 4) 기타 용도
 - (1) 주파수 관리(Frequency Regulation)
 - (2) 전압관리(Voltage Management)
 - (3) 자체기동 보조서비스(Black Start)

3. 경제성 비교

ESS의 경제성을 효과적으로 분석하기 위해 ESS는 운영전략에 따라, 사용요금절감모형, 기본요금절감모형, 하이브리드모형으로 정의될 수 있다.

1) 사용요금절감모형

- (1) 다른 요소는 배제하고 오로지 ESS의 모든 용량을 이용하여 경부하 때 충전하고 최대부하 때 방전하여 사용요금을 절감하기 위함이다.
- (2) 이때, 순간 충방전 크기(kW)는 PCS(Power Conditioning System)의 용량을 넘을 수 없고 충전용량(kWh) 또는 방전용량(kWh)은 BMS의 용량(kWh)을 넘을 수 없다.
- (3) 전력부하 이동(Electric Energy Time-shift)을 이용하는 것으로 전기요금이 싼 시간에 배터리를 충전하고 비쌀 때는 충전된 전력을 사용하는 것이다.
- (4) 필요 시 배터리가 전력을 공급할 수 있으므로 다른 발전기의 기동을 상쇄할 수 있다.
- (5) PCS의 용량과 배터리의 용량을 고려해서 충전 시 약 2시간 이상이 소요되고, 약 2시간가량 방전이 가능하다고 가정한다.
- (5) 전력을 구입하고 저장하는데 드는 비용과 배터리를 방전함으로써 얻는 이익 사이의 차이를 기반으로 경제성을 따지게 되므로 배터리의 운영비용과 효율이 중요하다.

2) 기본요금절감

- (1) ESS의 모든 용량을 이용하여 기관 피크를 저감하도록 운영하기 위함이다.
- (2) 이때 순간 충방전 크기(kW)는 PCS의 용량을 넘을 수 없고 충전용량(kWh) 또는 방전용량(kWh)은 BMS의 용량(kWh)을 넘을 수 없다.
- (3) 기본요금은 계약전력 또는 요금적용전력에 단가를 곱해서 계산하는 반면, 계약전력 산정은 설치된 변압기의 용량으로 선정된다.
- (4) 계약전력의 의미는 발전설비, 송배전설비의 사용비용으로 인식할 수 있는데, 우선 계약전력의 30%를 요금적용전력으로 정하고 기본요금은 요금적용전력에 단가를 곱하여 계산된다.
- (5) 요금적용전력은 현재부터 과거 1년 기간 중 12월, 1월, 2월, 7월, 8월, 9월 및 당월 최대수요전력(15분 평균 kW)값이 계약전력의 30% 이상이면 최대수요전력으로, 30% 미만이면 계약전력의 30%로 요금적용전력을 산정한다.
- (6) 겨울과 여름 기간 동안 15분 단위 최대 수요 계약전력의 30%를 초과할 시 향후 1년간 기본요금으로 부과되므로 피크저감 시 기본요금을 절감하는 효과를 볼 수 있다.

3) 하이브리드

- (1) 앞선 위 2가지 방법의 장점을 이용하여 ESS를 운영한다.
먼저 피크를 저감할 수 있도록 ESS를 운영하고, 기관피크를 산정할 때 대상 기간인 하·동절 중 최대부하, 중부하 때만 피크를 낮추기 위한 방전을 실시한다.
- (2) 춘추절기 때는 기본요금 절감을 위해 경부하 때 충전하고 최대부하 때 방전하며, 하동절기에는 먼저 피크저감을 할 수 있도록 ESS를 운영하고 피크와 관계없는 사용형태를 보일 때는 최대부하에서 방전하도록 한다.
- (3) 일일 전기사용량 중 월별 최대 저감 피크선 아래에 있는 경우는 피크 저감이 기본요금절감에 영향을 미치지 못하므로 이런 경우 사용요금절감 방식으로 운영토록 한다.

4. 경제성 비교

1) 사용요금 절감모형 분석

- (1) Benefit: 최소부하 시간대에 충전하고 경부하 시간대에 방전하여 사용요금의 절약을 최대로 했을 때 연간 760만 원 정도의 절감효과가 발생하였다.
- (2) Cost: 설치비용은 410백만 원이 소요된다.
- (3) 투자회수기간은 대략 54년으로 추정된다.

2) 기본요금 절감모형 분석

- (1) Benefit: ESS의 방전 시 일일기관피크를 최대로 하는 시점에 방전할 경우 전기사용요금 기준 연간 590만 원 정도의 절감효과가 발생하였고, 또한 1년 후 기본요금을 매월 1백만 원 정도 추가로 절감할 수 있다. 따라서 연간 18백만 원의 비용을 절감효과가 발생하였다.
- (2) Cost: 설치비용 410백만 원이 소요된다.
- (3) 투자회수기간을 분석하면 대략 22년으로 추정된다.

3) 하이브리드모형 분석

- (1) Benefit: 기본요금에 영향을 미치는 달은 8, 7, 6월과 1, 2, 11, 12월에 ESS를 활용하여 월별 최대 피크 치만큼만 피크 저감시키고 남은 전기는 최대부하 시간대 방전하여 요금을 절감토록 하여 연간 740만 원 정도의 사용요금을 절감하고, 12백만 원의 기본요금을 절감하였다.
- (2) Cost: 설치비용은 410백만 원이 소요된다.
- (3) 투자회수기간을 분석하면 대략 20.58년으로 추정된다.

5. 결 론

- 1) ESS의 효율적인 활용을 위하여 가장 필요한 것은 어느 정도의 용량을 설치해서 어떻게 운영을 해야 하는가에 관한 문제이다.
- 2) 즉, 어떻게 운영해야 전기요금을 가정 많이 절감할 수 있는지와 동일한 명제라 할 수 있다.

2-3. 대단위(대지면적: 약 100만 m^2 , 용도: 종합대학, 자동차공장, 놀이시설, 공항 등) 단지의 구내에 다수의 변전실을 설계하고자 한다. 배전계통에 대하여 설명하고 적합한 계통구성 방식을 설명하시오.

답)

출처' 실무적내용

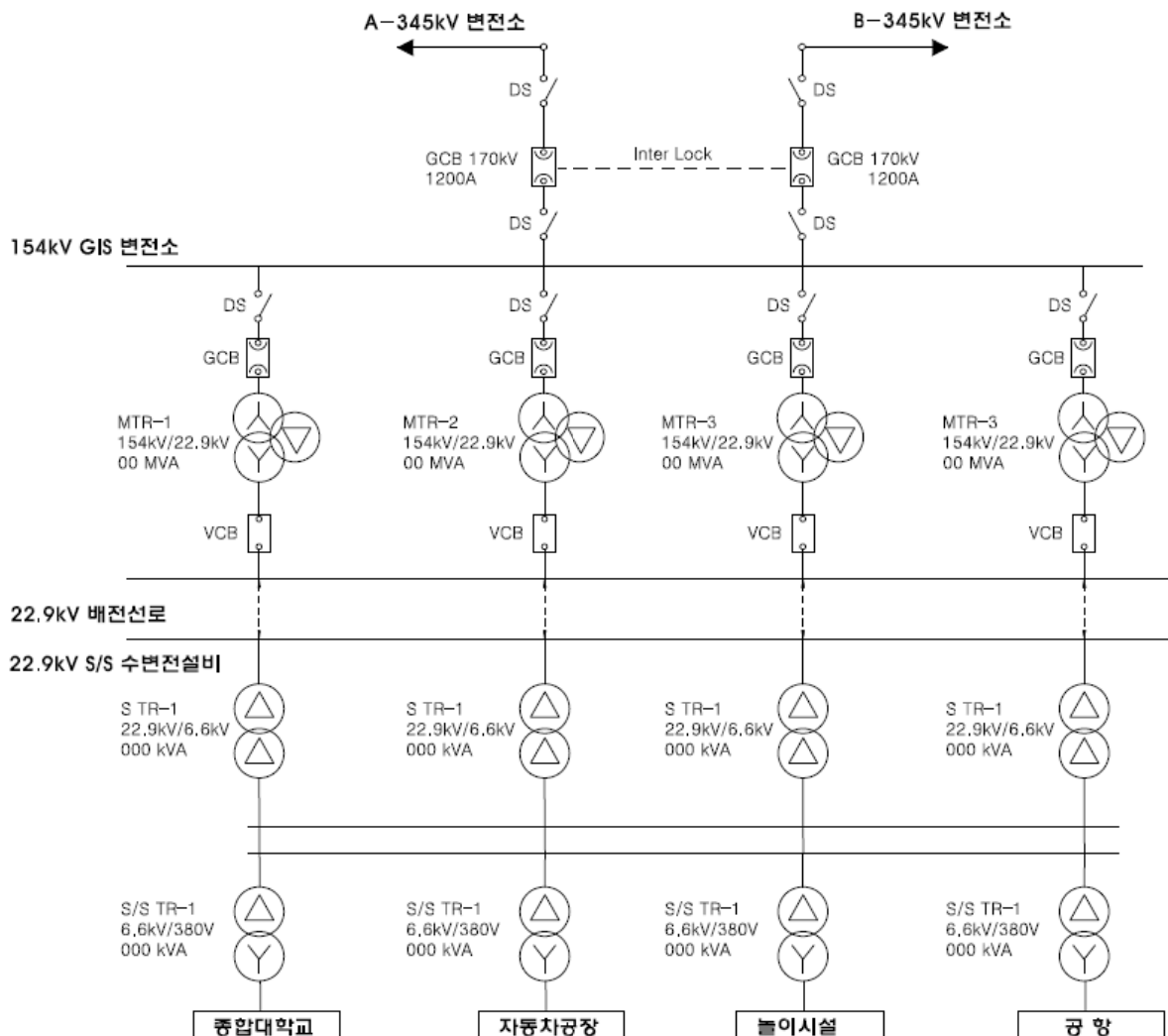
1. 배전계통에 고찰

- 1) 100만 m^2 이란? 대규모 배전계통으로서 다수에 변전실에 전력을 공급할 수 있도록 계획을 해야 한다. (100만 m^2 은 1km \times 1km 정도의 면적이다.)
- 2) 단위면적당 부하 [VA/ m^2]의 추정은 불가능하지만, 1만 kW 이상 40만 kW 미만으로서 154kV 계통으로 구성해야 한다.

2. 배전계통 구성설명

- 1) 154kV의 GIS 메인 변전소 구성
- 2) 22.9kV의 지중배선선로 구성
- 3) 각 용도별 2단 강하방식의 서브변전소(22.9kV/6.6kV)구성

3. 적합한 계통구성



2-4. 표피효과는 케이블에 영향을 준다. 표피효과와 표피두께는 주파수와 재질의 특성에 의하여 어떻게 결정되는지 설명하시오.

답)

출처' 별도자료

1. 표피효과의 정의와 공식

1) 정의

표피효과란 고주파 전류가 도체의 표면으로 집중되는 현상을 말하며, 표피두께(δ)가 작을수록 표피효과가 크게 일어난다고 할 수 있다.

2) 표피두께(δ) 계산

$$\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu\omega}} = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu_0\mu_r 2\pi f}} = \sqrt{\frac{1}{\mu_0\pi}} \times \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}} = 503.3 \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}} [m]$$

이로 인해 표피효과의 표피두께는 저항률, 비투자율, 주파수에 의해 결정됨을 알 수 있다.

2. 주파수와 재질에 따른 표피효과의 상관관계

1) 주파수와의 관계

- (1) 주파수와 표피두께는 서로 반비례하는 관계이다.
- (2) 주파수가 커짐에 따라 표피두께가 작아진다.
- (3) 따라서, 표피효과는 크게 일어나므로 전류가 도체표면으로 더욱 집중되게 된다.
- (4) 표피효과를 줄이기 위해선 주파수를 낮추면 된다.

2) 재질과의 상관관계

- (1) 비투자율은 반자성체, 상자성체, 강자성체 순으로 커져가며, 현재 송전선로에 사용되는 ACSR은 상자성체인 알루미늄재질이다.
- (2) 비투자율도 표피두께와 반비례이기 때문에 반자성체 금속의 대표인 금이나 은을 이용해 전선을 만들면 표피효과를 줄일 수 있겠으나, 비용적인 문제로 인해 재질을 바꾸기엔 타당치 못하다.

3. 표피효과 대책

- 1) 중공전선 사용
- 2) 복도체, 다도체 사용

2-5. 접지전극의 설계에서 설계 목적에 맞는 효과적인 접지를 위한 단계별 고려사항을 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기설비기술사 2권 167p, 실무적내용

1. 접지 및 접지설계의 목적

1) 접지의 목적

- (1) 인축에 대한 감전사고 방지
- (2) 기기의 손상 및 오작동 방지
- (3) 계통접지 (장거리 전송, 송전계통 보호)

2) 접지설계의 목적

- (1) 양질의 접지값을 산출
- (2) 접지목적에 부합되는 적절한 접지전극 및 접지시공방식을 선정

2. 접지극 형태

접지극 형태	접지 시공방법	접지극 재료
봉, 관 모양	접지봉	구리·구리피복 강재, 탄소·흑연재료
	접지관	구리·구리피복 강재, 도금강재
선 모양	접지선, 환상접지선	구리선·도금철선
	접지테이프	구리
판 모양	접지판	구리·구리피복 강재
구조물·설비	건물기초, 콘크리트	철근, 철골
	수도관, 지하구조물	금속재, 금속재료

3. 접지극 선정 시 고려사항

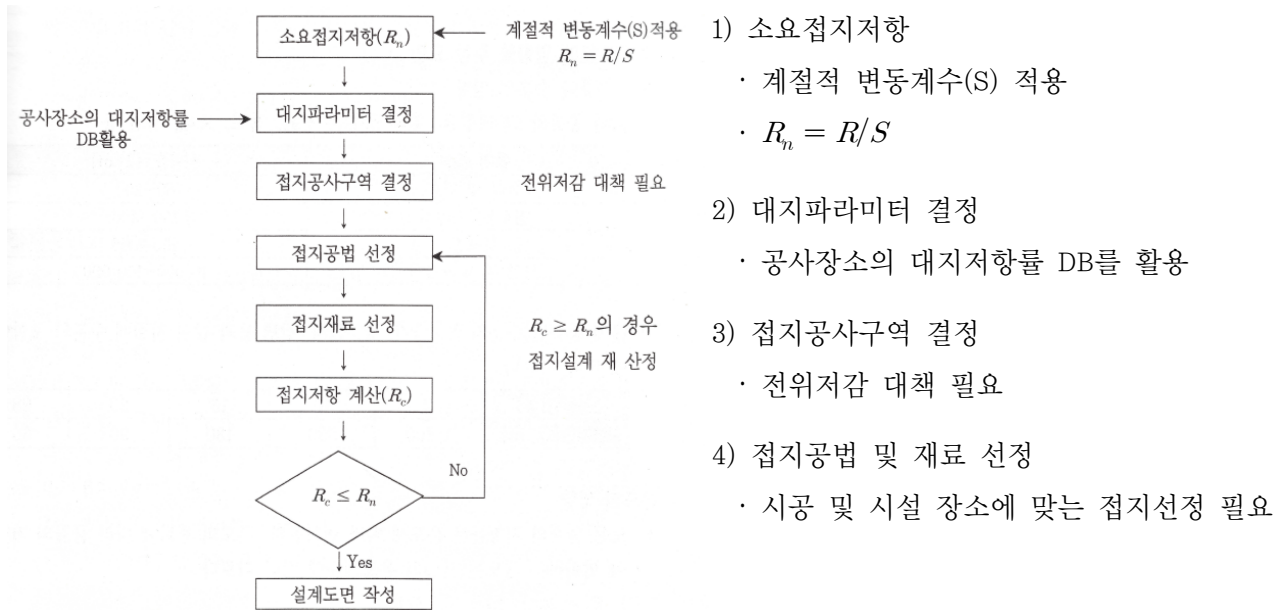
- 1) 접지극 종류와 매설깊이는 토양의 종류, 건조상태, 동결에 의해 접지저항 값이 소요접지 저항값을 초과하지 않도록 한다.
- 2) 접지극은 부식에 의해 기계적으로 견디는 재료로 선정해야 하며, 접지설비는 부식에 의해 접지극의 저항이 증가할 가능설을 고려하여 설계하여야 한다.
- 3) 접지설비는 다른 설비나 구조물의 영향을 받지 않도록 해야 한다.

4. 접지의 종류

- 1) 보안용 접지: 감전 및 화재방지
- 2) 계통접지: 저·고압 혼축에 의한 재해방지
- 3) 기능용 접지: 정보통신 및 전자기기의 안정된 동작확보
- 4) 잡음 대책용 접지
- 5) 뇌해 방지용 접지
- 6) 방식용 접지

5. 접지의 설계 단계별 고려사항

접지저항의 목표값이 결정되면, 이 값을 얻기 위하여 접지목적에 맞는 설계를 해야 한다.



2-6. 지하 2층에 1000kW 디젤발전기를 설치하였다. 준공검사에 필요한 전기와 건축 및 기계적인 점검사항을 설명하시오.

답)

출처' 발전기시방서

1. 준공검사 정의

- 1) 건축물의 건축 또는 공작물의 설치, 토지의 형질 변경, 토석의 채취를 위한 개발행위를 허가받은 사람이 그 개발행위를 마친 후에 받는 검사.
- 2) 완성된 공사의 위치, 치수, 계획, 형상, 품질이 계약서의 규정과 합치하고 있는 지 여부를 검사하는 것.

2. 준공공사의 전기, 건축, 기계적 점검사항

1) 준공공사 전기 점검사항

- (1) 발전기를 정격전압, 정격속도로 운전 중 점차적인 부하 변동(25,50,75,100%)에 따른 주파수 변동을 측정. / $\pm 2.5\%$ 이하
- (2) 단자와 대지 간에 60Hz 전원을 다음의 값으로 서서히 1분간 인가하여 이상 없어야 한다.
- (3) 상온 상습에서 권선과 대지간의 절연저항을 측정한다.
- (4) 발전기의 정격전압 파형을 측정하고 정현파와 비교하여 어느 정도 파형이 정확한가를 확인하며 왜형율계를 사용하여 무부하 상태에서 왜형율을 측정한다. / 현파형의 5% 이하
- (5) 발전기 각 부의 온도상승 한도는 정격부하, 정격 역률로 운전할 시 측정한다.
- (6) 운전 중 이상 현상이 발생하였을 경우 발전기 세트 및 운전반, 사용자의 전기기기를 보호하기 위한 보호 장치 동작 시험을 한다.

2) 준공공사 건축 점검사항

- (1) 발전기 기초의 콘크리트 면의 수평 확인.
- (2) 발전기 방진 스프링은 기초대에 앵커볼트를 사용하여 수평 유지 확인.
- (3) 발전기 방진스프링은 K.S 규격제품 사용 확인.
- (4) 발전기 배기관은 배기가스 누설, 누출 되는가를 확인.
- (5) 발전기 배기관은 소음기 설치 여부 확인.
- (6) 발전기 연료계통의 배관에 흑관 설치 여부 확인.
- (7) 발전기 연료배관에 공기유입 여부 및 기름 누수 확인.
- (8) 발전기 급기구 크기 설계도면에 의한 설치 여부 확인.

3) 준공공사 기계적 점검사항

- (1) 발전기 조작선 및 케이블 정격규격 사용여부 확인.
- (2) 발전기 윤활유 압력저하 여부 확인.
- (3) 발전기 냉각수 온도상승 여부 확인.
- (4) 발전기 과속도 운전 여부 확인.
- (5) 발전기 기동 실패 및 시동 실패 여부 확인.
- (6) 발전기 엔진온도 센서 고장 여부 확인.
- (7) 발전기 오일 압력 센서 고장 여부 확인.

제 3교시 문제풀이

3-1. 전력계통의 지락사고와 관련하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 영상전류와 영상전압을 검출하는 방법을 3선결선도를 그려 설명하시오.
- 2) 영상 과전류계전기의 정정치를 결정하시 위한 방법을 설명하시오.
- 3) 영상전압을 이용하여 지락사고 선로를 구분하기 위한 방법을 설명하시오.

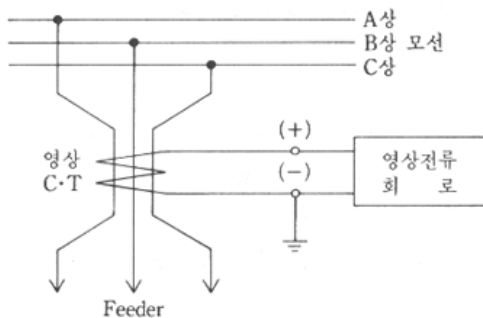
답)

출처 '모아건축전기설비기술사 2권 113p

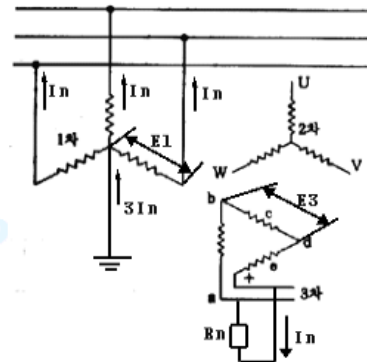
1. 영상전류, 영상전압 검출법

1) 영상전류 검출법

- (1) 영상전류는 영상변류기(ZCT)를 통해서 검출할 수 있으며, 아래 그림과 같이 비접지계통에 주로 사용이 되고, 영상전류를 검출하기 위해선 3선 모두 영상변류기를 관통하게 만들어야 한다.
- (2) 3상이 평형을 이루고 있을 때는 영상전류가 흐르지 않지만, 영상전류가 흐를 때 ZCT의 2차 측에 영상전류가 검출되며 이때 OCGR이 동작하여 차단기를 작동시키게 된다.
- (3) ZCT의 변류비는 200/1.5mA 이다.



[영상전류 검출법]



[영상전압 검출법]

2) 영상전압 검출법

- (1) 영상전압은 접지형 계기용변압기(GPT)를 통해서 검출이 가능하다.
- (2) 비 접지계통에서는 단상 계기용변압기 3개를 개방 Δ 결선하여 사용하고 중성점 접지계통에서는 단상 계기용변압기 1대를 사용하여 영상전압을 검출한다.
- (3) GPT의 변압비는 단상기준 110/3V, 3상 기준 190/3V가 되며 지락사고같은 3상 불평형 사고가 발생하면 OCGR이 동작하여 차단기를 작동시키게 된다.

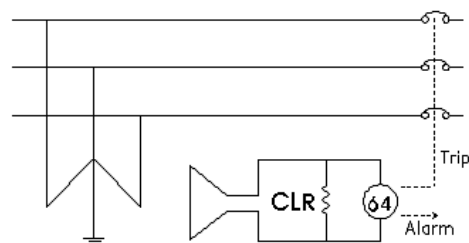
2. 영상 과전류계전기의 정정치 결정방법

※ 자가용 수전설비(22.9kV-y 다중접지계통)정정치준(한국전력공사 기준)

계전기명	동작치설정	한시조정
과전류 계전기 (OCR)	1) 한시요소 · 최대 계약전력 150~170% · 변동부하일 경우 200~250%	· 수전변압기 2차 3상단락 시 0.6초 이하
[과전류·단락보호]	2) 순시요소 · 변압기 2차 3상단락 고장전류 150% · 보호협조 필요할 경우 150~250%	· 순시동작
지락 과전류 계전기 (OCGR)	1) 한시요소 · 최대 계약전력 부하전류 30%이하 · 3상수전 불평형전류 1.5배이상	1선 지락 고장전류에서 0.2초 이하
[지락보호]	2) 순시요소 · 최대부하전류 3배 이상 설정	· 순시동작
과전압(OVR)	· 정격전압 120%	· 직접차단용: 2초 이상
저전압(UVR)	· 정격전압 80%	· 직접차단용: 2초 이상

3. 영상전압을 이용해 지락사고 선로를 구분하기 위한 방법

- 1) 1선 완전지락사고가 발생 시 비접지방식일 경우 계통중성점이 접지점으로 이동하여 건전상전압이 $\sqrt{3}$ 배 상승하게 된다.
- 2) 위상각은 120° 에서 60° 로 변하게 되는데, 이때 합성값이 마찬가지로 $\sqrt{3}$ 배가 증가하므로, 결국 한상전압의 3배에 해당하는 영상전압이 발생하게 된다.
- 3) 이 영상전압을 검출함으로써 지락사고가 났는지 판가름 할 수 있다.
- 4) 영상 전압검출 방식
 - ① GPT+OVGR(64)의 조합으로 지락 시 영상전압을 검출한다.
 - ② 한시계전기와 조합하고, 주로 후비보호용으로 사용된다.



3-2. 명시조명과 분위기 조명의 특징을 구분하고, 우수한 명시조명 설계를 위하여 고려할 사항을 설명하시오.

답)

출처 ‘모아건축전기설비기술사 1권 162p

1. 명시조명과 분위기조명의 특징

1) 명시조명

동작과 작업 등 물체를 보는 동안 눈의 피로를 최소화 하고 정신적, 육체적으로 만족시켜야 한다.

2) 분위기조명

계획된 밝음과 어두움의 배분 장파장광 <따뜻한 느낌>, 단파장광 <시원한 느낌>를 주로 이용.

2. 명시조명 설계 시 고려사항

우수한 조명 구분	명시조명 고려사항	분위기조명 고려사항
1) 조도	밝을수록 좋다<경제상 한계 고려>	경우에 따라 높은 조도 필요.
2) 광속분포	밝음 차이 없을수록 좋다 (3:1)	계획에 따른 광속 배분 필요
3) 눈부심	눈부심 없을수록 좋다.	의도적 눈부심은 눈길을 끌 수 있다.
4) 그림자	입체감, 질감 표시 위해 밝음과 어두운 비가 (3:1) 적당	경우에 따라 극단적 그림자 비가 요구된다. (2:1 이하 7:1 이상)
5) 분광분포	자연 주광색이 좋고 적외선, 자외선 없을수록 좋다.	사용 목적에 따라 파장, 분광, 분포, 색온도 고려
6) 심리적 효과	밝은 날 옥외 환경 느낌	사용 목적에 따라 다른 감각 필요
7) 미적효과	단순한 기구 형태로 간단한 기하학적 배열이 좋다.	가장 중요함 계획된 바의 배치, 조합이 필요함
8) 경제성	광속과 비용 고려	조명효과와 비용 고려

[M] 조광눈, 그분,심미경

3-3. 수변전설비 설계에서 단락전류가 증가 할 때의 문제점과 억제대책을 설명하시오.

답)

출처 ‘모아건축전기설비 기술사 2권 p137

1. 단락전류 증가 시 문제점

- 1) 계통의 안정도 저해
- 2) 전기기계기구의 열적, 기계적 파손 유발
- 3) 전로의 소손
- 4) 통신선의 유도장해

2. 단락전류 계산방법

1) 임피던스 법

- (1) Ω법, P·U법 %Z 법이 있으며, 주로 %Z법을 가장 많이 사용하다.
- (2) 기준전압 통일 후에 환산집계 하는 방법을 주로 사용한다.
- (3) %임피던스법

$$\text{단락전류 } I_g = \frac{100}{\%Z} \times I_n [A]$$

2) 대칭좌표법

3상 회로의 불평형 시 계산방법으로 주로 사용한다.

3. 단락전류 억제대책

- 1) 계통분리
- 2) 한류퓨즈
- 3) 변압기 %임피던스 변경
- 4) 변압기 Bank 구성
- 5) 한류리액터(current limiting reactor)
- 6) 캐스케이드(Cascade) 보호방식
- 7) 계통연계기
- 8) 초전도 한류기(SFCL; Superconducting Fault Current Limiter)

→ 내용 생략

3-4. 개폐서지는 뇌 서지 보다 파괴값이 높지 않으나 지속 시간이 수 ms로 비교적 길어 기기 절연에 영향을 준다. 개폐서지의 종류와 특성을 설명하시오.

답)

출처' 기타 자료

1. 개폐서지의 종류 및 특성

1) 충전전류 개폐서지

- (1) 충전전류는 진상전류로서 차단은 쉽지만 재점호를 여러 번 일으키는 경우가 있는데,
- (2) 그때마다 서지에 의한 이상전압을 발생하게 되는데 이는 투입서지와 재점호 서지로 나뉘게 된다.

2) 충전전류 개폐서지

(1) 투입서지

차단기 투입 시 과도현상에 의해 발생하는 서지로서 교류전압 최대값의 2배까지 나타난다.

(2) 재점호 서지

- ① 차단기 차단과정에서 회복전압에 이르는 과정에서 재기전압(과도전압)이 나타나게 된다.
- ② 재기전압이 크면 차단기 접촉자 사이의 절연이 다시 파괴되며 아크가 또 발생하게 된다.
- ③ 교류전압 최대값의 3배에 이르는 서지가 발생하며 반복해서 재점호 할 경우 최대 상전압의 6배까지 이르는 경우도 생긴다.

2) 여자전류 개폐서지

- (1) 유도성(기연전류) 소전류 차단 시 발생하는 서지로서 전류절단서지, 반복재발호서지, 유도절단서지로 나뉜다.

(2) 여자전류 개폐서지

① 전류절단서지

$I \times \sqrt{\frac{L}{C}}$ 로 표시할 수 있으며, 전동기, 변압기가 소용량일 경우 서지값은 더 크게 나온다.

(여기서 I 는 전류절단값, $\sqrt{\frac{L}{C}}$ 는 서지임피던스)

② 반복재발호서지

- 전류절단서지 발생 시 차단기의 극간 절연이 충분히 회복되지 않을 경우, 재발호하여 조건에 따라서 다시 소호될 수 있다.
- 발호와 소호가 짧은 시간에 여러 번 반복될 때, 이를 반복 재발호라고 한다.

(3) 유도절단서지

한 상이 전류가 0이 되는 지점에서 차단되면 나머지 2상도 차단되어 큰 전류를 절단하는 현상으로 최대 상전압의 6~7배나 되지만 실제 회로에서는 거의 발생하지 않는다.

3) 고장전류 개폐서지

- (1) 전력계통의 전력기기 BIL이내의 파괴값으로써 절연협조상 문제가 되지 않는다.
- (2) 정상대지전압 파괴치의 2배 이하의 값을 가진다.
- (3) 서지전압이 높지는 않으나 만일 높은 값의 서지전압이 걸리는 경우에 대비하여 중성점에 저항 접지를 할 수 있다.

4) 3상 비동기 투입서지

- (1) 전력계통의 전력기기 BIL이내의 파괴값으로써 절연협조상 문제가 되지 않는다.
- (2) 정상대지전압 파괴치의 3배의 서지가 발생한다.

5) 고속도 재폐로서지

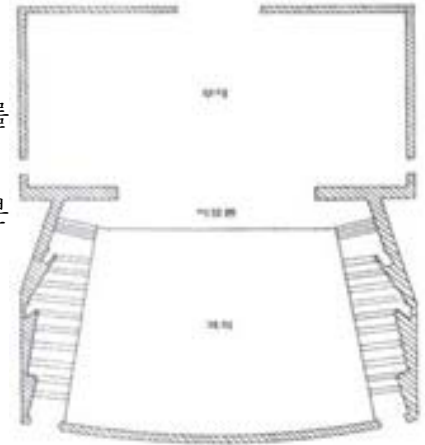
선로측의 잔류전하가 있는 상태에서 재폐로서 재점호가 일어나며 발생하는 서지이다.

3-5. 프로시니엄 무대(액자무대: Proscenium Stage)를 가진 공연장에 설치하는 무대 조명 기구를 배치구역별로 설명하시오.

답) 출처 ‘한국실내디자인학회논문집 제18권 1호 통권72호 2009년 2월, 최신무대조명기술 6장

1. 프로시니엄 무대

- 1) 프로시니엄은 그림과 같은 무대공간을 갖고 있다.
- 2) 관객들은 뚫린 한쪽 면을 통해서 무용공연을 볼 수 있는 무대를 말 한다.
- 3) 무대조명기구의 배치별로 상부, 하부, 무대측면, 객석부로 구분 된다.



2. 무대 상부조명 배치

(1) 업퍼 호리존트 라이트(Upper Horizont Light)

- ① 배경막 앞의 무대 상부에 설치하여 로우 호리존트 라이트(Lower Horizont Light)와 함께 배경 및 효과연출을 하기 위한 조명기 배치구역이다.
- ② 배경막 길이만큼의 조명기구를 3-4개의 조작회로를 구분하여 설치한다.

(2) 보더 라이트(Border Light)

- ① 무대 상부에 설치하여 무대전체를 밝고 부드러운 빛으로 균등하게 비추는 조명기 배치구역이다. 무대 분위기를 부드럽게 하고 그림자가 생기는 것을 방지하는 역할을 담당한다.
- ② 무대 분위기를 부드럽게 하고 그림자가 생기는 것을 방지하는 역할을 담당한다.
- ③ 프로시니엄아치(Proscenium Arch)폭 만큼의 조명기구가 필요하며, 무대깊이에 따라 1.5m ~ 2.5m 간격으로 No.-2, NO.-3 보더 라이트를 배열하고 색깔의 배광이 쉽도록 3-4개의 조작회로로 구분한다.

(3) 서스펜션 스포트 라이트(Suspension Spot Light)

- ① 무대 상부에 설치하여 연출되는 연기면의 포인트에 세부조명을 비추기 위한 조명기 배치구역이다. 부드럽으면서도 밝고 제한된 조명을 이용하기 위하여 퍼넬 렌즈를 사용하며, 초점조명과 투광각도의 좌우조정이 가능하다.
- ② 또한 무대 조명연출 중 어느 위치에서의 조명이 가능하기 위하여 프로시니엄 아치(Proscenium Arch)폭의 길이에 0.5m-1m 간격으로 조명기구를 설치하며,
- ③ 무대 깊이에 따라 1.5m-2.5m 간격으로 No.-2, No.-3 서스펜션 스포트 조명기를 배열하고 3 또는 4의 매수의 조작회로로 구분하여 조작회로당 1-2개의 조명기구를 병렬 연결하여 사용한다.

(4) 음향 반사판다운 라이트 (Sound Reflection Down Light)

- ① 음악회 또는 연주회 등 무대내부에 음향반사판(Sound Reflection)을 설치하는 경우 무대 상부에 설치되어 있는 각종 조명기구를 사용할 수 없으므로,
- ② 천장 음향 반사판에 조명기구를 매입부착하여 부드러운 확산광으로 그림자가 생기지 않도록 무대전체를 비춘다.

3. 무대 하부 배치조명

(1) 로우 호리존트 라이트(Lower Horizont Light)

- ① 배경막에서 1m~1.5m정도 위치의 무대바닥에 설치하여 배경 및 효과연출을 하기 위한 밝고 부드러운 빛을 투사하는 조명기구로써,
- ② 배경막의 크기와 용도에 따라 할로젠램프 또는 백열등을 사용하여, 배경막 길이만큼의 조명기구를 3~4개의 조작회로로 구분하여 설치한다.

(2) 풋 라이트(Foot Light)

- ① 객석쪽 무대 끝부분(Apron Stage)에서 30cm부분에 설치하여 배우의 하부를 조명하여 그림자를 제거하기 위한 조명기구로써, 무대형식과 크기에 따라 객석에서 관객의 시선에 방해되지 않도록 설치한다.
- ② 풋 라이트 종류
 - 노출형: 이동식 기구로서 필요에 따라 무대바닥에 설치하며, 플로어 포켓(Floor Pocket)에서 전원을 공급받는다.
 - 매입형: 고정식 기구로서 무대 바닥 밑에 별도의 저장함을 두어 보관하며, 필요할 시 개폐문을 열어 투사각도를 조절하여 사용한다.

(3) 플로어 포켓(Floor Pocket)

무대바닥에 매입 설치하며, 각종 이동용 조명기구 또는 별도의 전원을 필요로 하는 전열기구의 사용 시 전원 공급용으로 사용하는 무대전용 전원공급(Receptacle)이다.

4. 무대측면 조명 배치

(1) 타워 라이트(Tower Light)

- ① 무대 양측면에 자립형 Tower Frame을 이용하여 무대 중앙부의 배우를 향하여 측광을 비추는 조명기 배치구역이다.
- ② 연출목적에 따라 시간의 표현, 분위기의 표현 및 배경막 등을 비추는데 사용되기도 한다.

(2) 토멘터 라이트(Tormentor Light)

- ① 무대 안쪽 프로시니엄 벽에 프레임(Frame)을 이용하여 무대 중앙부의 무대장치 또는 배우를 향하여 측광을 투사하는 조명기 배치구역이다.
- ② 플라노 컨벡스 조명기(Plano-Convex Spotlight)를 사용하여, 포커스(Focus)조정과 투광각도의 상하좌우 조정이 가능하다.

5. 객석 배치 조명

(1) 에이프론 스테이지 탑 라이트(Apron Stage Top Light)

- ① 객석쪽 프로시니엄(Proscenium)천정에 설치하여 무대 끝 부근에서 연출되는 연기면의 포인트에 세부적인 조명을 투광하기 위한 조명기 배치구역이다.
- ② 부드럽으면서도 밝고 제한된 조명을 이용하기 위하여 퍼넬 조명기(Fresnel Spotlight)를 사용하여 포커스(Focus) 조정과 투광각도의 좌우조정이 가능하다.

(2) **프론트 사이드 스포트 라이트(Front Side Spot Light)**

- ① 객석 좌우 양측면 투광실에 설치되어 무대내의 피사체를 향하여 측면 조명을 하여 입체감을 나타내주는 조명기 배치구역이다.
- ② 플라노 컨벡스 조명기(Plano-Convex Spotlight)를 이용하여 강한 광선을 비춘다. 그리고 무대 내부에 최적의 광량을 공급하기 위하여 수평각도 90° – 116° 이내, 수직각도 15° – 55° 이내에 배치되어야 한다.

(3) **실링 스포트 라이트(Ceiling Spot Light)**

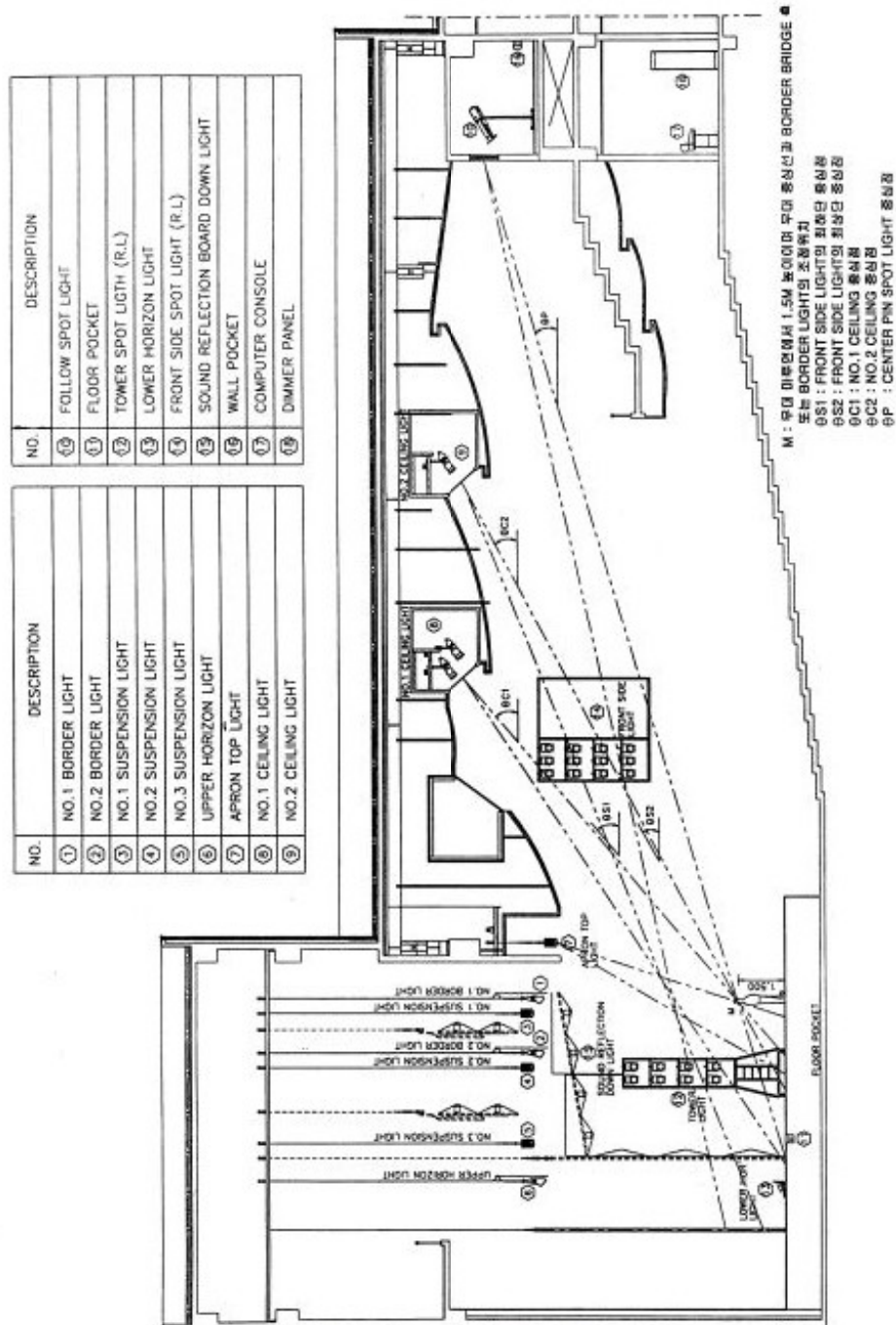
- ① 객석상부의 천장 안에 설치된다. 무대전면을 비추어 배우의 전면 명암을 결정지우는 주광원으로써 높은 조도 및 강한 광선이 필요하다.
- ② 플라노 컨벡스 조명기(Plano-Convex Spotlight)를 이용하여 빛을 집광시켜 비출 수 있어야 하고, 포커스(Focus) 조정 및 좌우 투사각도 조정이 용이해야한다.
- ③ 또한 무대내부의 어느 곳도 비출 수 있어야 하고, 배우의 눈부심을 막기 위한 최적의 조건을 만족하기 위하여 투사각도의 기준을 45° – 50° 의 위치에 프로시니엄 아치(Proscenium Arch)폭의 100%–120%의 길이 만큼에 0.5m–1m간격으로 조명기구를 설치한다.
- ④ 그리고 조명기구의 설치 위치가 객석 천장이므로 관리, 유지보수 및 안전을 위하여 별도의 투광실(Booth)을 건축시공 시 설치해야 한다.

(4) **팔로우 핀 스포트 라이트(Follow-Pin Spotlight)**

- ① 조명실 또는 실링(Ceiling), 프론트 사이드(Front Side) 투광실 및 발코니 등에서 사용하는 이동용 조명기구이다.
- ② 공연연출의 중심이 되는 배우 또는 특정 무대장치, 소품 등을 강조하고 싶은 경우에 자주 사용한다.
- ③ 연극이나 오페라, 발레 등에서 주연배우의 집중조명 및 행동반경에 따라 움직이며 관객의 시선을 집중시켜 공연의 효과를 한층 돋보이게 한다.



[조명등기구의 형태]

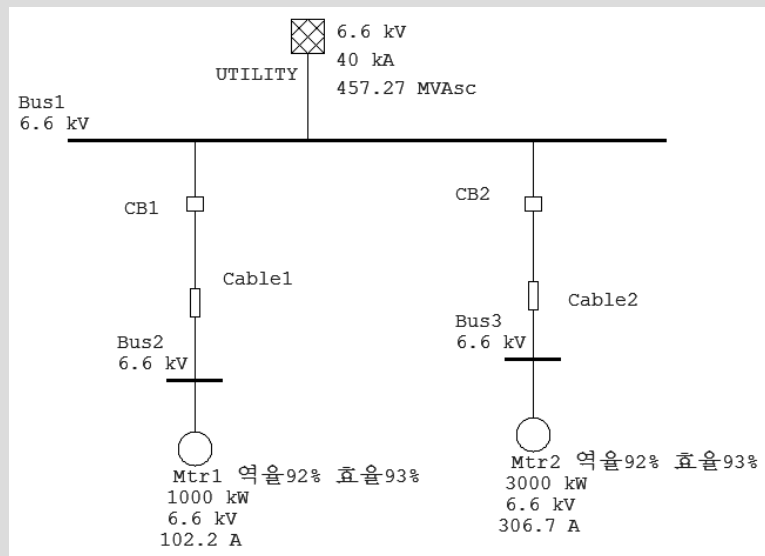


〈그림6-5 - 프로시니엄 무대의 조명설비 명칭 및 무대도면〉

3-6. 다음의 단선도에서 6.6kV 전동기(Mtr1, Mtr2) 공급용 CV케이블의 규격을 허용전류표를 이용하여 선정하시오. 단, 아래의 25℃ 기준 허용 전류표를 35℃ 허용전류표로 변환한 다음 케이블 굵기(mm²)를 선정하시오.

[설계조건]

- ① 단락 시 고장 제거시간은 0.18초
- ② 케이블의 포설은 3심 1조 직접 매설방식, 기저온도 35℃
- ③ 케이블의 도체허용온도 90℃, 단락 허용온도 250℃, 동 도체
- ④ 산출은 아래의 표를 기준으로 한다.



[CV 케이블의 허용전류표]

※직접매설 3심1조 부설

공칭단면적(mm ²)	16	25	35	70	95	120	150	185	240
허용전류(A)(25℃)	96	120	140	240	275	315	360	405	470
허용전류(A)(35℃)									

답)

출처' 전기설비 기준 제195조(저압 옥내간선의 시설), KS C IEC 60364-5-52 부속서, 내선규정

1. 전선의 굵기 선정

- 1) 전선의 전기적 조건 (허용전류 + 전압강하 + 고조파분 + 과전류차단기)과 기계적강도 (케이블자중 + 장력 + 케이블 고정장치의 안전율)를 동시에 만족하여야 한다.
- 2) 또한 장래증설, 접속 부하의 종류에 따른 기술 기준의 고려사항, 제작 및 시공 상의 한계를 고려하여야 한다. 즉, 위의 모든 조건을 고려하여 최악의 조건을 선택한다.

2. 35℃ 허용전류표 변환

공칭단면적 [mm ²]	16	25	35	70	95	120	150	185	240
허용전류 [A] (25℃)	96	120	140	240	275	315	360	405	470
허용전류 [A] (35℃)	85.4	106.8	124.6	213.6	244.8	280.3	320.4	360.5	418.3

[CV 케이블의 허용전류표]

※ 직접매설 3심1조 부설

- 1) 위의 표는 35 [℃]의 허용전류를 모두 변환하여 완성한 표이며, 25 [℃] 에서의 허용전류 값을 기준으로 주고 있다.
- 2) 'KS C IEC 60364-5-52 부속서'에서 주어진 값에 따라 지중덕트 케이블의 허용전류에 적용하는 20 [℃] 이외의 주위 대기온도에 대한 보정계수를 보면 'XLPE 케이블'은 지중온도 35 [℃]에서 보정계수 0.89를 가지며, CV케이블 역시 동일하게 적용이 된다.
- 3) 이것을 기준온도에서의 허용전류 값에 곱해주면 35[℃]에서의 허용전류표를 완성할 수 있다.

3. 전선의 굵기 선정

- 1) 문제의 단선도에는 전동기(Mtr1, Mtr2) 각각의 정격이 주어져있다. 주어진 정격전류를 통해 전선의 굵기를 산정할 수 있으며,
- 2) 이는 기계적 강도와 전기적 조건을 상호 비교하여 계산값보다 큰 값으로 전선의 굵기를 결정한다.
Mtr1: 정격전류 102.2 [A]
Mtr2: 정격전류 306.7 [A]
- 3) 또한 내선규정에 따라 전동기용 간선의 굵기 선정 시 허용전류는 50[A] 이하에서 1.25배, 50[A] 초과에서 1.1배를 적용해야하므로, 각각의 전동기의 허용전류에 1.1배를 해준 값을 기준으로 전선의 굵기를 선정해야 하며,
- 4) 선정된 굵기보다 큰 허용전류에서의 전선의 굵기를 산정해야 한다.
Mtr1: 굵기 산정 정격전류 112.4 [A] → 35 [mm²]
Mtr2: 굵기 산정 정격전류 337.4 [A] → 185 [mm²]



제 4교시 문제풀이

4-1. 변압기 인증을 위한 공장시험의 종류 및 시험방법을 설명하시오.

답)

출처' 모아건축전기설비 1권 289p, (주) 효성기술내용집

1. 변압기의 시험 종류

1) 공장시험

: 변압기가 주문자가 지정한 시방대로 제작되어 있는가의 여부를 시험하는 것.

2) 현지시험

: 변압기의 현지 설치 완료 후, 이상 유무를 확인하기 위해 실시하는 시험.

3) 기기점검

: 변압기 운전 후에 기기의 이상 발견, 사고의 미연 방지를 도모하는 것을 목적.

(1) 순시 점검

기기의 이상 유무를 특수한 측정 시험장치 등을 사용하지 않고 주로 사람의 오감을 바탕으로 조사하는 동시에 기기의 운전에 지장이 없는 범위에서 가볍게 손질을 가하며 운전자의 유지를 도모하는 점검.

(2) 정기 점검

기기의 기능 유지를 주목적으로 성능을 측정, 진단하여 현상기능을 파악하는 동시에 기능 유지, 회복을 위한 조정, 손질 및 소모부품 교환을 하는 점검.

2. 공장시험의 시험방법

1) 구조검사

변압기 제조 시 구조 규격에 적합하도록 만들어졌는가를 확인하기 위한 검사.

2) 변압비 / 극성 / 각 변위 시험

임의의 주위온도에 있어서 권선저항을 각 단자 간에 대하여 저항 측정기를 써서 측정하고, 변압비 시험기를 써서 1차와 2차간에 변압이 오차를 측정하기 위한 시험.

3) 절연저항 측정

근방의 절연강도, 턴간, 코일간의 절연강도 검출하는 것이 목적인 시험.

4) 권선저항 측정

변압기의 주요부분 치수를 스케일로 측정.

5) 무부하손 및 여자전류 측정

U와u를 일괄 접속하고 UVW간에 3상 평형 전원을 인가하고, 각 단자간에 유기전압을 측정하여 전압의 대소관계에 따라 백터관계를 확인. 변압기 탭은 정격으로 한다.

6) 부하손 및 임피던스 전압 측정

동손전압을 측정 및 임피던스 전압변동 및 효율이 설계치 또는 규정치에 적합한가를 판단.

7) 온도상승 시험

모든 조건을 만족하더라도 규정, 냉각 매체, 주위온도, 정격용량에서 변압기의 온도 상승치를 입증하기 위한 시험.

8) 뇌 임펄스 내전압 시험

각 권선과 철심탱크와의 사이에 권선 절연 계급 상당의 교류 시험 전압을 1분간 인가한다.

9) 유도 내전압 시험

권선의 Turn사이 또는 층간 절연물의 양, 불량 충전부와 대지사이에 절연을 조사함과 동시에 절연 내력 시험에 따른 권선의 이상 유무를 같이 시험 하는 것.

10) 상용주파 내전압 시험

권선간 권선과 대지간의 절연이 운전 중에 일어날 수 있는 일시적인 과전압과 S/W 조작에 의한 과전압에 견디는가를 확인 하는 시험.

11) 소음 측정 / 부속품 시험

변압기의 정격주파수 정격전압으로 충전될 때 변압기의 철심과 냉각 FAN으로부터 발생하는 소음의 정도를 측정함에 있다.

4-2. 방법설비의 구성시스템 중 침입 발견설비를 설명하시오.

답)

출처 '전력기술인 2002.7

1. 침입발견설비의 개념

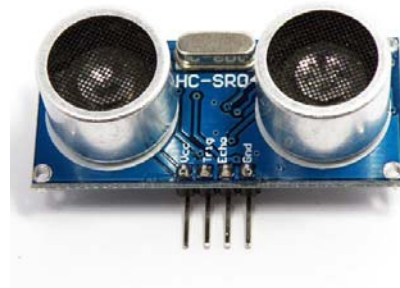
- 1) 침입발견설비는 보안구역 내로 침입이 발생한 경우, 이것을 검출하여 방법설비 제어반이나 모니터 장치(CRT, 확성기)로 전달하는 장치이다.
- 2) 침입발견설비는 검출방식에 따라 사람의 감시에 의한 폐쇄회로 텔레비전(CCTV) 설비, 청음설비와 자동감지설비인 각종 스위치, 센서에 의한 것으로 점방어형, 선방어형 및 공간방어형으로 구분된다.

2. 폐쇄회로 텔레비전(CCTV)설비

- 1) CCTV설비는 감시구역(경계구역)에 설치하는 카메라와 제어실(또는 방재센터)에 설치하는 모니터 및 전원장치를 기본구성으로 텔레비전 배선 및 전원장치를 기본구성으로 설치하여 각종 제어기, 기록(녹화)장치 등을 포함한다.
- 2) CCTV카메라 종류는 일반적으로 컬러형과 흑백형, 고정형과 회전형(수평, 수직) 옥내형과 옥외형, 노출형과 매입형 등으로 구분하고 외부로 드러나지 않게 하는 은폐형이 있으며 장소, 용도에 따라 선정하여야 한다.
- 3) CCTV카메라는 전체경계구역을 효율적인 화각(촬영 범위)이내가 되도록 이중거리, 초점거리 등을 선정하고, 카메라의 특성에 맞는 조도를 확보하여야 하며, 화각내 고휘도 광원, 물체, 햇빛직사 등을 피해야 하며 파괴하기 어려운 위치에 설치한다.



[CCTV]



[초음파 감지기]

3. 청음설비(집음 마이크)

- 1) 경계지역의 소리를 제어실의 모니터 스피커로 청취하고 녹음하는 시스템을 말한다.
- 2) 적용가능 장소로는 금고 내부와 같이 소음이 낮은 장소와 야간경계로 한정된다.

4. 점(Point)방어형 감지설비

- 1) 마그넷 스위치 방식은 한 쌍의 마그넷 스위치로서 문, 창문의 개폐상태를 검출하는데 사용한다.
- 2) 리미트 스위치 방식은 마그넷 스위치와 같은 용도로 문, 창문 셔터의 개폐상태 검출에 사용하나 기계적 수명이 짧다.
- 3) 진동감지기는 유리창이나 금고 등의 표면에 고정하여 진동을 검출한다.
- 4) 파손감지기는 유리창 부분에 사용하여 파손 시 검출한다.

5. 선(Line)방어형 감지설비

- 1) 테이프스위치 방식은 테이프의 접촉압력에 의해 동작하며, 길이에 대한 편리성으로 난간, 담장 등에 사용한다.
- 2) 빔식감지기는 투광기와 수광기 형태로 빛의 직진 성질을 응용하는 것으로 적외선 감지기가 많이 사용되며, 담장, 창문 등에 사용한다. 빔식감지기는 옥외에 설치하는 경우 공해, 습기와 나뭇가지 등에 의한 오동작에 주의한 위치를 선정한다.
- 3) 광케이블 감지기는 외곽 울타리 침입감시에 효과적이며 케이블 진동 또는 절단 시 광파의 변화에 따른 주파수 변화를 감지한다.

6. 공간(Space) 방어형 감지설비

- 1) 초음파감지기는 초음파방사와 반사파의 도플러효과로 동작하며 실내의 공간경계용으로 사용한다. 단, 바람의 영향이 크므로 공조설비 설치장소와 옥외는 피한다.
- 2) 전파감지기는 레이더형 감지기라고도 하며 극초단파를 방사하고 반사파를 검출하는 것으로 빛이나 바람의 영향은 작지만 경량벽 등은 통과하므로 다른 실내 상황에 반응하는 경우가 있으므로 이를 참조한다.
- 3) 열선감지기는 사람이나 물체가 발산하는 적외선(열선)을 감지하는 것으로 온도의 변화가 심하거나 동물의 움직임이 있는 곳, 태양의 직사 등에 오동작 할 수 있으므로 이를 참조한다.

4-3. 단상 유도전동기에서 분상전동기의 기동토크를 최대로 하기 위한 보조회로의 저항을 구하시오. (단, 주권선의 임피던스는 $Z_m = R_m + jX_m$ 이다.)

답)

출처

1. 분상 기동형 유도전동기의 기동방법

- 1) 분상 기동형은 권선을 주권선과 기동권선으로 나누어 기동 시에만 기동권선이 연결되도록 한 것이다.
- 2) 전압이 가해지면 리액턴스가 큰 주권선에 흐르는 전류는 리액턴스가 작은 기동권선에 흐르는 전류보다 위상이 뒤지게 되므로 이동자계가 형성되어 회전자는 이 이동자계에 의해서 회전을 시작한다.
- 3) 회전속도가 정격속도의 약 75% 정도에 달하면 원심력 스위치에 의해서 기동권선은 분리된다.
- 4) 분상기동형 유도전동기는 팬, 송풍기 등에 사용되고 $\frac{1}{2}$ 마력까지도 사용된다.

2. 기동토크를 최대로 하기 위한 보조회로(기동권선) 저항 산출

- 고 민 중 -

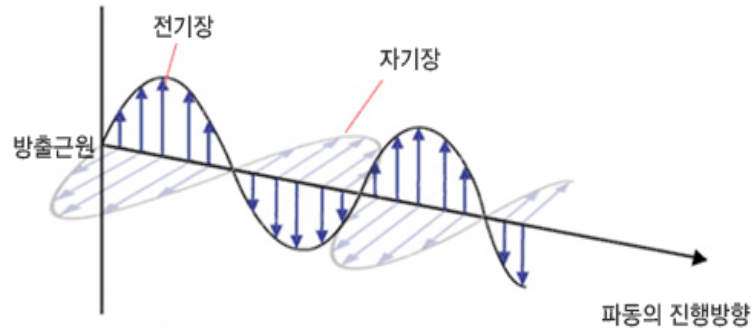
4-4. 파동 방정식은 매질을 이동하며 일어나는 전자파의 특성을 해석할 수 있다. 맥스웰 방정식을 이용하여 파동방정식을 설명하시오.

답)

출처: 전기이론 도서등

1. 전자기장에서의 파동방정식 의미

맥스웰 방정식을 활용하여 유도할 수 있는 파동방정식은 공간상에서의 전자기파의 전파속도가 광속과 같다는 것을 알 수 있게 해준다.



2. 파동방정식의 유도

1) 공간은 진공상태일 것

이로써 $\epsilon = \epsilon_0, \mu = \mu_0, \rho = J = 0$ 이 된다는 것을 알 수 있다.

2) 4개의 맥스웰 방정식은 알고 있는 상태일 것

아래 방정식 4개는 알고 있는 상태여야 한다.

(1) $\text{div} D = \nabla \cdot D = \rho = 0$ (진공중이기 때문)

(2) $\text{div} B = \nabla \cdot B = 0$

(3) $\text{rot} E = \nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$

(4) $\text{rot} H = \nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t} = \frac{\partial D}{\partial t}$ (진공중이기 때문)

3) 식의 양변에 Curl을 취해주게 되면

$\nabla \times \nabla \times E = -\nabla \times \frac{\partial B}{\partial t} = -\mu_0 \frac{\partial}{\partial t}(\nabla \times H)$ 여기서, 벡터 삼중적을 활용하여 좌변의 식을 변형하면

$$\nabla \times \nabla \times E = \nabla(\nabla \cdot E) - \nabla^2 E = -\nabla^2 E \quad (\text{전계의 세기의 발산은 0이 된다.})$$

우변의 식 또한 변형시키면 아래와 같게 된다.

$$-\mu_0 \frac{\partial}{\partial t}(\nabla \times H) = -\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial D}{\partial t} \right) = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}$$

따라서 최종적으로 전계의 세기의 파동방정식은 아래와 같이 표현된다.

$$\therefore \nabla^2 E = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}$$

같은 방식으로 (4) 식의 양변에 Curl을 취해주게 되면

$$\nabla \times \nabla \times H = \nabla \times \frac{\partial D}{\partial t} = \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t}(\nabla \times E) \quad \text{여기서, 벡터 삼중적을 활용하며 좌변의 식을 변형하면}$$

$$\nabla \times \nabla \times H = \nabla(\nabla \cdot H) - \nabla^2 H = -\nabla^2 H \quad (\text{자계의 세기의 발산은 0이 된다.})$$

우변의 식 또한 변형시키면 아래와 같게 된다.

$$\epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t}(\nabla \times E) = \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} \left(-\frac{\partial B}{\partial t} \right) = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}$$

따라서 최종적으로 자계의 세기의 파동방정식은 아래와 같이 표현된다.

$$\therefore \nabla^2 H = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}$$

여기서 $\sqrt{\frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}} = v \approx 3 \times 10^8 [m/s]$, 즉 $\mu_0 \epsilon_0$ 는 광속의 제곱의 역수라는 것을 알 수 있으므로,

$$\nabla^2 E = \frac{1}{v^2} \times \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}, \quad \nabla^2 H = \frac{1}{v^2} \times \frac{\partial^2 H}{\partial t^2} \quad \text{라는 전계와 자계에 관한 파동방정식을 유도해 낼 수 있다.}$$

이 방정식이 진공 중에서 전자기파의 파동 속도는 빛의 속도와 같다는 것을 말해준다.

4-5. 배선용 차단기(MCCB)의 특징을 설명하고 저압계통의 배선용 차단기 단락 보호 협조 방식을 설명하시오.

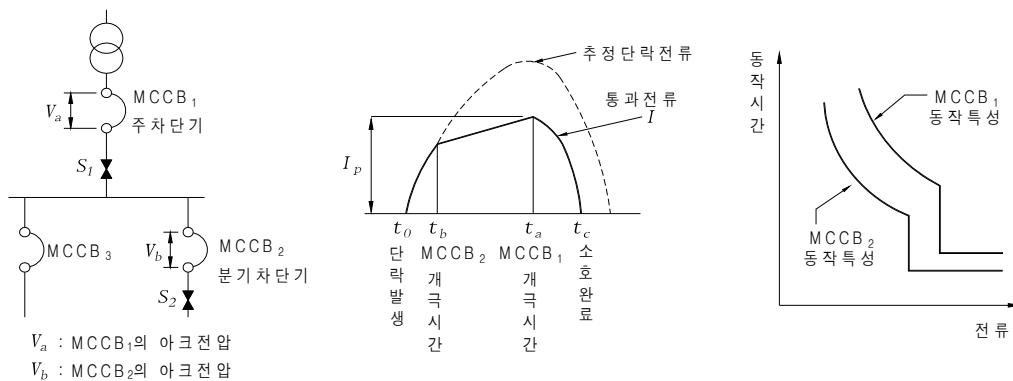
답)

출처 '모아건축전기설비기술사 1권 358p

1. 개요

- 1) 일반적으로 저압계통에서 단락보호 협조방식으로 선택차단방식(selective system)과 캐스케이드 차단방식(cascade system)이 있다.
- 2) 부하의 내용, 성질에 따라 이들을 조합시킴으로써 경제적으로 신뢰성이 높은 저압배전 보호시스템을 구축할 수 있다.

2. 선택차단방식

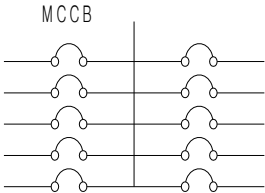
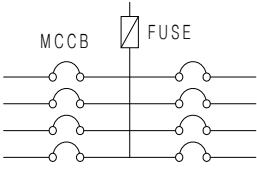


[그림1] 선택차단방식의 보호협조

- 1) 선택차단방식이란? S_2 지점에서 사고가 발생하였을 때 $MCCB_2$ 만 동작하고 $MCCB_3$ 나 상위의 $MCCB_1$ 이 동작되지 않는 방식이다.
- 2) 즉, 사고회로에 직접 관계되는 보호장치만 동작하고 다른 건전한 회로는 급전을 계속하는 방식이다.

3. 캐스케이드 차단방식

- 1) 저압 변압기의 용량이 증가하면 단락전류도 동시에 증가한다.
- 2) 이와 같이 커진 단락전류를 차단할 수 있는 MCCB를 모든 회로에 설치한다는 것은 경제적으로 큰 부담이 되므로 이럴 경우에 캐스케이드 차단방식을 선정한다.
- 3) 전용량 보호방식과 캐스케이드 방식 비교

방 식		전용량 보호방식	캐스케이드 방식
회로 예			
설비 가격		고가	저가
MCCB 차단용량		고	저
전원측 보호기		무	유
보호	과부하	MCCB	MCCB
	단 락	MCCB	FUSE
외 형		대	소

4. 전용량 차단방식

- 1) 모든 보호기기는 이것을 설치하는 점에 흐르는 추정단락전류 이상의 차단 용량을 지닌 보호장치로 구성되는 방식이다.
- 2) 단락전류 차단에 대한 보호는 충분하여 가장 신뢰할 수 있는 방식이지만 경제적으로 값이 비싸지는 수가 많다.

4-6. 건설사업관리(CM: Construction Management)에 대하여 아래 사항을 설명.

1) 필요성

2) 업무범위

3) CM과 감리비교

4) 자문형 CM과 책임형 CM의 비교

답)

출처 ‘국토해양부 및 한국CM협회 자료

1. 필요성

- 1) 전통적인 조달방식으로 관리가 어려운 대형공사 출현
- 2) 공정, 원가, 품질 등에 관한 종합적, 전문적 관리활동 요구
- 3) 건설사업의 고비용, 저효율 구조개선
- 4) 건설사업의 효율화 도모

2. 업무범위

- | | | | |
|-----------|---------|----------|---------|
| 1) 사업관리일반 | 2) 계약관리 | 3) 사업비관리 | 4) 공정관리 |
| 5) 설계관리 | 6) 품질관리 | 7) 안전관리 | 8) 환경관리 |

3. CM과 감리비교

구 분	감 리 제 도	C M 제 도
관련근거	건설기준관리법, 전력기술관리법, 건축법, 소방법 등에 의한 강제조항	발주자와 CM계약에 의거시행 → 임의조항(융통성과 탄력성 확보)
유형구분 (방식)	사업관리의 한 형태 → 설계감리, 검측감리, 시공감리	공사 발주방식의 한 종류 → 사업시행단계의 전부 또는 일부 발주 가능
주요업무	발주자가 모든 발주 및 계약관 계를 완료한 시점에 투입하여 시공부분에 국한하여 건설을 관리감독 및 검사기능 강조	기획, 타당성조사, 시공, 사후관리 등 공사전반에 걸쳐 발주자를 대신 하여 모든 공사단계를 컨설팅
중점사항	품질확보(확인+기술지도)	공기단축, 사업비관리, 품질확보, 계획중심
중심분야	결과중심	계획중심
조 직	건축, 토목, 전기, 설비등의 담당자를 상주, 규모에 따른 배치	각 공정이나 분야별로 전문 Chief를 두고 관련 인력을 배치

4. 자문형 CM과 책임형 CM의 비교

구분	CM for Fee(자문형)	CM at Risk(책임형)
성격	순수 자문형	책임형
분류	ACM	GMPCM
비용	공사비의 1.5~2.5% (CM의 업무에 대한 대가로 총 공사비 대비 수수료를 받음)	공사비의 3~7% (약정공사비와 실제 공사비의 차액에 대한 인센티브를 받음)
책임	없다 (시공 Risk를 발주자가 부담함)	있다 (공사중에 발생하는 Risk 부담)
계약 형태	발주자는 CMr, 설계자 및 시공업자와 직접계약 체결	발주자는 초기에 CM사 선정이후 CMr는 설계 및 시공업자와 계약 ※ 계약당시 약정된 금액(GMP)을 바탕으로 CMr는 발주자를 대신하여 공사를 관리
CM 업무	발주자는 능력을 보완해 주는 차원의 업무수행(사업계획 수립, 타당성분석, 투자의 결정, 설계·시공의 조정 및 통제역할)	발주자로부터 모든 권한을 위임