

건축전기설비를 분류하고 상술하시오.

1. 개요

1) 최근 빌딩·아파트, 공장 등의 건축물이 대규모화, 고층화·인텔리전트화 됨에 따라 건물에 대한 쾌적성과 기능성이 추구하고 있다.

2) 건축설비는 크게 기계설비와 전기설비로 나눈다.

① 기계설비 : 향온향습설비, 공기조화설비, 급·배수 및 위생설비

② 전기설비 : 전력설비, 정보설비, 방재설비로 구분된다.

3) 건축물 전기설비의 분류

① 기능에 의한 분류 : 전력부하설비, 전원설비, 전력공급설비, 감시제어설비, 반송설비, 정보설비, 방재설비

(a) 전력부하설비 : 전기에너지를 소비하는 설비

(b) 전원설비 : 전기에너지 공급원 설비

(c) 전력공급설비 : 전력을 부하에 공급하는 설비

(d) 감시제어설비 : 전력공급 상태와 가동상태 등을 감시제어 하는 설비

(e) 반송설비 : 사람이나 물품을 운반하는 설비

(f) 정보설비 : 정보전달 설비

(g) 방재설비 : 재해예방, 통보역할을 담당하는 설비

② 전류에 의한 분류 : 강전류설비, 약전류설비

(a) 강전류설비 : 전등, 전동기, 간선, 구내배전선, 축전지, 자가발전, 피뢰침설비와 접지공사 등

(b) 약전류설비 : 전기시계, 방송설비, 자동화재탐지설비, 배연, 비상통보, 신호표시기, 인터폰, 전화배관, 구내전화, 라디오, TV 공청설비 등

이들 중 기능에 의한 분류 항목으로 설명하면 다음과 같다.

2. 건축전기설비

1) 전력부하설비

① 조명설비 : 일반조명용 전등, 외등, 비상조명

② 동력설비 : 공기조화, 급배수, 위생, 엘리베이터설비

③ 전열설비 : 일반콘센트, 비상콘센트

④ 비상동력 : 비상엘리베이터, 배연 팬, 소화펌프 등등

2) 전원설비

수전설비, 변전설비, 예비발전설비, UPS등으로 구성

3) 전력공급설비

전원설비로부터의 전력을 부하설비로 공급하는 설비로서 주로 간선 및 분기 설비가 이에 해당 (플로어덕트, 버스덕트, 케이블랙 설비 등)

4) 감시제어설비

전원설비, 전력부하설비, 전력공급설비 전반을 감시하고 제어하는 설비로써, 중앙집중감시, 분산제어감시 System이 있으며, 최근에는 Computer를 이용한 감시제어 System이 적용되고 있다.

5) 반송설비

엘리베이터, 에스컬레이터, 덤웨이터, 컨베이어 및 Air Chute, 곤도라 등의 설비를 말한다.

6) 정보설비

① 확성설비 ② 전화설비 ③ 표시설비 ④ 전기시계 ⑤ TV 공청안테나 설비 ⑥ New Media 정보설비 등으로 구성

7) 방재설비

건축물에서 발생하는 화재, 재난을 예방 또는 방지하는 설비로써

① 자동화재탐지설비 ② 피뢰침설비 ③ 방범설비 ④ 항공장애등설비 등으로 구성되어 있다.

## 전원설비

### 수변전 설비

변압기(Y-Y, 델- 델 등등 단권변압기 변압기 선정방법, 용량, 효율, 병렬운전 등등)

개폐기 (LS, IS, DS, LDS, PF, LBS, ASS, COS)

차단기 종류 특징 분류

개폐서어지, 피뢰기, 전력용콘덴서

전류의 종류 (단락전류, 지락전류, 과전류, 부하전류, 등등)

보호계전기(OCR, OVR, GR, SGR, RDR(비율차동계전기) 등

접지(공용접지, 단독접지, 병원 접지, 접지선 굵기, 국제화(IT, TT 등)

보폭전압과 접촉전압

중성점접지

### 예비전원설비

축전지 종류

충전방식

축전지 용량 산정

## 배전설비

간선 및 분기회로

누전차단기

배선용차단기

배선설계

케이블 Size 선정요건

## 전력부하설비

### 조명설비

용어정의

조도계산 광속계산

광원의 종류(할로겐, HID, 형광등, 크세논 등등)

건축화조명

조명율, 감광보상율

도로조명 설계

터널조명, 상점조명, 투광조명, 오피스 빌딩조명, 학교조명, 병원조명, 호텔조명, 레스토랑, 공항조명

## 콘센트설비

### 동력설비

농형, 권선형, 동기전동기 특성 비교

3상 유도전동기 기동방식

### 반송설비

엘리베이터 구조 및 관리 방식

에어 슈터, 에스컬레이터

## 정보설비 cctv, 주차장설비

### 방재설비

사람설비, 방폭번기설비, 항공장애등, 낙뢰 뇌서지 보호대책

# 수 전 설 비 표 준 결 선 도

그림 1 고압수전설비 표준결선도

- [주1] 고압전동기의 조작용배전반에는 과부족 전압계전기 및 결상계전기(퓨즈를 사용한 것)를 설치하는 것이 바람직하다.
- [주2] 2회선으로부터 절체수전하는 경우는 전기사업자와 수전방식을 협의할 것
- [주3] 계기용 변성기의 1차측에는 퓨즈를 넣지 아니한 것을 원칙으로 한다.  
다만, 보호장치를 필요로 하는 경우에는 전력퓨즈를 사용하는 것이 바람직하다.
- [주4] 계기용 변성기는 몰드형의 것이 바람직하다.
- [주5] 계전기용 변류기는 보호범위를 넓히기 위하여 차단기의 전원측에 장치하는 것이 바람직하다.
- [주6] 차단기의 트립방식은 DC 또는 CTD방식도 가능하다.
- [주7] 계기용 변압기는 주차단기의 부하측에 시설함을 표준으로 하나 705-7(계기용 변성기)의 규정에 따르는 경우에는 전원측에 시설할 수 있다.
- [주8] LA 용 DS는 생략할 수 있다.

★ 변전 설비의 수전방식 비교 설명

1. 수전방식 선정시 검토사항

- 1) 건물의 용도 및 부하의 중요도
- 2) 예비전원설비(자가 발전설비, 무정전 전원장치)의 유무
- 3) 전원의 공급신뢰도(정전실적 : 회수, 시간)
- 4) 경제성

2. 수전방식

1) 수전 방식의 종류

1회선수전방식, 평행2회선수전방식, Loop 수전방식, 본선 + 예비회선 수전방식, Spot Network 수전방식

2) 수전 방식의 비교

구 분	1회선 수전방식	평행 2회선 수전 방식	Loop 수전방식
결 선 도			
경 제 성	투자비가 가장 적다	많다	중간
신뢰성	가장 나쁘다	높다	높다
정 전 시 간	장시간	단시간	순시
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소규모, 중규모 빌딩에 주로 적용</li> <li>• 간단하고 경제적</li> <li>• 배전선 사고시 정전을 면하기 어렵다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한쪽 배전선사고에 대비할 수 있음</li> <li>• 신뢰성이 높으나 투자비가 많다.</li> <li>• 보호계전기 방식이 복잡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경제적이지만 인근에 Loop 수용가가 없는 경우 채택 곤란</li> </ul>

구 분	본선 + 예비회선 수전방식	Spot Network 수전방식
결 선 도		
경 제 성	투자비가 많다	투자비가 가장 많다
신뢰성	높다	가장 높다
정 전 시 간	단시간	거의 없다
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정전시 예비선으로 전원공급 가능</li> <li>• 신뢰성이 높으나 건설비, 경상비가 많이 든다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신뢰성이 가장 높고 설비비도 가장 많다.</li> <li>• 정전시간이 거의 없다.</li> </ul>

★ 건축물의 수전방식과 Spot Network 수전방식.

1. 개요

1) 수전전압별 수전방식

- ① 저압수전 : 1회선수전 (T분기수전, 전용수전)
- ② 고압수전 : 1회선수전, Loop 수전  
2회선수전 (평행2회선, 본선+예비회선,  $\pi$  인입)
- ③ 특별고압수전 : 1회선, 2회선, Spot Network 수전

2) 수전방식의 분류

- ① 1회선수전 ② 평행2회선수전 ③ 본선+예비회선수전 ④ Loop 수전 ⑤ Spot Network 수전

2. 건축물의 수전방식 비교

1) 1회선 수전 (T분기수전, 전용수전)

- ① 가장 간단하며 경제적, 주로 소규모 용량에 많이 채택.
- ② 선로 및 수전용 차단기 사고에 대비책이 없고 정전 시간이 길어진다.

2) 평행2회선 수전

- ① 어느 한쪽의 선로 사고에도 무정전 수전이 된다. 단독수전가능
- ② 보호계전방식이 복잡하고 1회선수전에 비해 시설비 고가

3) 본선+예비회선 수전

- ① 선로사고에 대비할 수 있고 정전 시간이 짧다.
- ② 실질적으로 1회선 수전이며 시설비 고가

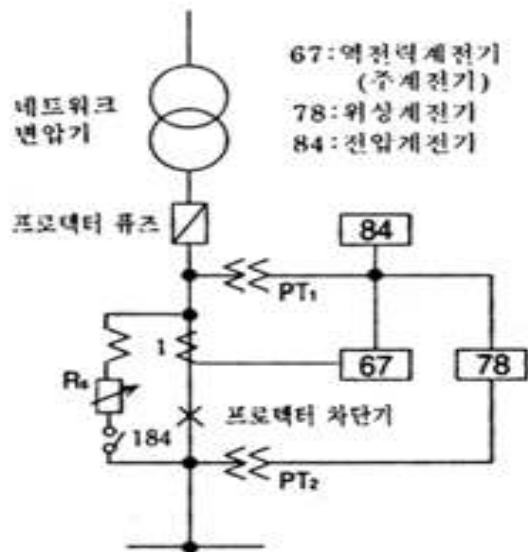
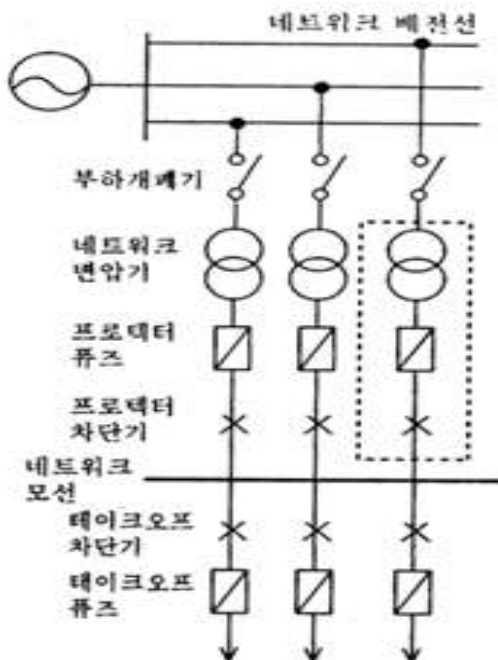
4) Loop 수전

- ① 선로 사고시 Loop만 개로 되며 무정전 수전이 된다.
- ② 전압변동률이 적다.
- ③ 수전방식, 보호계전 방식이 복잡, 시설비 고가

3. Spot Network 수전방식

- 1) Spot Network 수전은 3회선 이상으로, 정전이 발생하지 않는다는 가정하에 수전 하는 방식으로 가장 신뢰성이 높다. (중요 시설물에 채용)

2) Spot Network 구성 및 운전



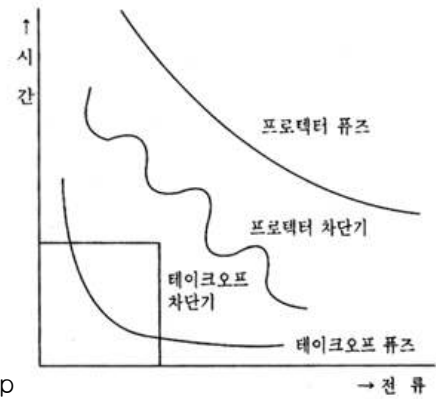
- ① Network Protector에 의해 전원, 배전선, 변압기 등의 고장시 자동Trip 및 고장 회복시 재투입이 자동으로 이루어진다.
- ② 변압기1대를 제외해도 나머지 변압기로 부하를 처리하도록 허용 과부하율을 선정하므로 신뢰도가 높은 전원 공급이 가능.

3) Network Protector 특성

- ① Protector Fuse, Protector 차단기, Protector Relay로 구성
- ② 역전력 차단 : 배전 선로측 고장시 67 Relay에 의해 차단기 Trip
- ③ 차(差)전압 투입 : 고장 구간이 정상화 되면 78 Relay에 의해 전압 위상을 검출하여 차단기 자동 투입
- ④ 무전압 투입 : 전회선이 정전상태에서 어느 한 회선이 복전되면 84 Relay에 의해 자동 투입

4) Network Protector 오동작원인

- ① 부하측에 연결된 병렬 운전 발전기 역전력 차단, 완벽한 Interlock.
- ② 진상용 콘덴서의 과보상에 의한 모선전압 상승
- ③ 전동기의 회생전력



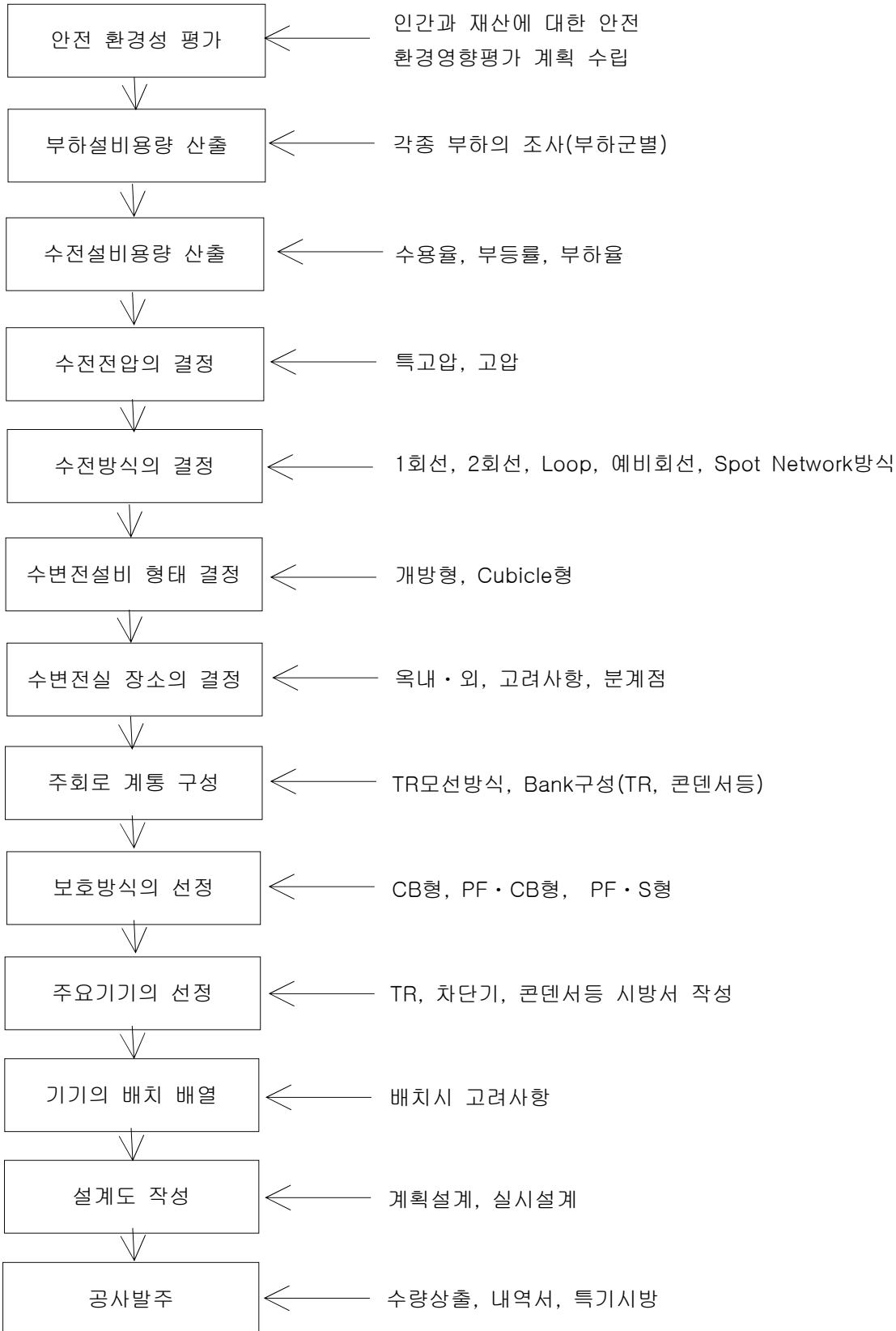
<보호협조관계>

★ 자가용 수변전설비의 계획방법

1. 수변전 설비란 전력회사로부터 특고압 또는 고압으로 수전한 전력을 부하설비의 종류에 알맞은 전압으로 변성하기 위한 변압기, 배전반, 각종 안전개폐 장치, 계측장치 등의 수변전 장치와 이들을 수납하기 위한 수변전실, Cubicle을 말한다.

수변전설비의 계획방법과 검토사항을 설명하면 다음과 같다.

2. 수변전 설비 계획 방법 Flow Chart



3. 계획 설계시 검토 및 착안사항

1) 안전 및 환경성 평가

① 안전성

- ㉠ 인간에 대한 안전 : 실현가능한 최상의 안전장치 채용
- ㉡ 재산에 대한 안전 : 경제성을 감안한 안전장치를 채용하되 간접적으로 인간에 미치는 영향 감안하여 채택.

② 환경성

- ㉠ 직접적으로 인간에 영향을 주지 않아도 제2차, 제3차 파급이 장·단기에 걸쳐 생활환경을 해치지 않는 세심한 배려
- ㉡ 인간존중을 위한 환경 영향 평가 계획수립(소음, 진동, 공해 등)

2) 부하설비용량 산출

조명부하, 전열부하, 일반 동력 부하, 공조부하, 비상동력부하, 전산부하군별 부하설비 조사 및 용량 합산

3) 수전설비 용량산출

① 부하군마다수용률부하율을감안하여수전설비용량산출

㉠ 최대 수용 전력 =  $\Sigma(\text{부하설비용량} \times \text{수용율})$

㉡ 수전설비용량 =  $\frac{\text{최대수용전력}}{\text{역률} \times \text{효율}}$

② 장래증설을 감안하여 용량 확보

③ 부등을 적용

Two - Step 방식을 채택하는 경우 Main TR에만 부등을 적용

4) 수전전압 결정

수전설비용량 및 인근 배전계통 등을 감안하여 전력회사와 협의를 거쳐 특고압 또는 고압수전 여부 결정

5) 수전방식 결정

① 수전방식 선정시 고려사항

- ㉠ 부하의 중요도
- ㉡ 예비전원설비(자가발전설비, 무정전 전원장치 등)의 유무
- ㉢ 경제성
- ㉣ 전원의 공급신뢰도(정전실적 ; 회수, 시간 등)

② 수전방식 종류 및 특징

수전방식	경제성	신뢰성	특징(장, 단점)
1회선방식	가장 경제적	나쁘다	소규모, 중규모 빌딩에서 주로 적용
평행2회선방식	비싸다	좋다	한쪽 배전선 고장시 대비가능 보호계전방식 복잡
Loop 방식	비싸다	좋다	경제적이거나 인근에 Loop 수용가가 있어야 함
본선 + 예비선 수전	비싸다	좋다	정전시 예비선에 의한 전원공급 신뢰성이 높으나 설비비 비싸다.
Spot Network 수전	가장 비싸다	가장 좋다	중요한 시설에 설치 정전시간이 아주 짧다.(거의 없음)

6) 수변전 형태 결정

개방형, Cubicle형이 있으나 설비의 중요도, 안전성 등을 감안하여 주로 Cubicle형을 채택



7) 수변전실 장소의 결정

- ① 수변전실 장소 결정시 고려사항
  - ㉠ 인입·인출 배선에 지장이 없는 장소
  - ㉡ 가능한 한 부하의 중심점에 가까울 것
  - ㉢ 기기의 반출입이 용이한 곳
  - ㉣ 분진, 습기, 부식성 가스의 체류가 없는 장소
- ② 전력회사와의 책임 분계점, 재산 분계점의 결정

8) 주회로 계통구성 및 단선 결선도 작성

- ① 변압기 2차 모선 방식
  - 부하의 중요도를 감안하여 단일모선, 예비모선, 이중모선 방식의 선정
- ② 변압기 배선 구성 및 대수
  - Bank수와 용량 결정(장래 부하증설 및 부하군별 사용전압 감안)
- ③ 전력용 콘덴서 배선 구성
  - ㉠ 역률개선 목적에 부합한 Bank 구성
  - ㉡ 자동 역률 제어 방식 채택 여부 판단
- ④ 자가 발전 설비와의 계통 연계 방법 결정

9) 보호방식의 결정

- ① 전력회사 배전선로의 파급사고 방지를 위한 보호방식 결정
  - ㉠ CB형(차단기형)
  - ㉡ PF-CB형(한류퓨즈-차단기형)
  - ㉢ PF-S형(한류퓨즈-교류부하 개폐기형)
- ② 계통의 단락강도, 전력회사 계전기(과전류, 지락 등)와의 협조 확인

10) 주요기기의 선정

- ① 기기선정을 위한 시방 작성
  - ㉠ 정격(용량, 전압, 전류, 주파수 등)
  - ㉡ 사용조건(온도, 습도, 표고)
  - ㉢ 사용방법(상용·예비, 자동·수동)
  - ㉣ 사용 장소(옥내·외)
  - ㉤ 치수, 중량 및 일반사항
- ② 주요기기 : 변압기, 차단기, 계기용변성기, 피뢰기, 전력용 콘덴서 등

11) 기기배치 및 배열

<기기 배치시 고려사항>

- ① 보수 점검 필요공간 및 방화상 유효공간 확보
- ② 부하 증설에 대비한 공간 확보
- ③ 기기 반, 출입 통로 확보
- ④ 보수 점검에 필요한 통로 확보

12) 설계도 작성

- ① 단선·복선 결선도(주회로 결선도)
- ② 기기 배치도
- ③ 접지 계통도
- ④ 제어 회로 배선도

- ⑤ 전력 인입 배선도
- ⑥ 기타 각종 상세도

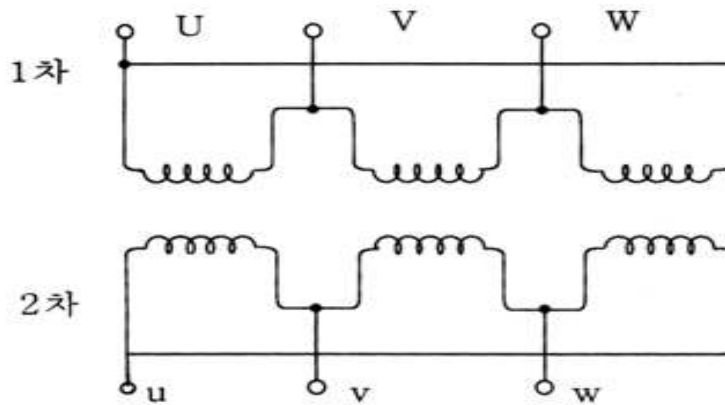
13) 공사발주

- ① 수량산출, 내역서 작성
- ② 자재의 관급·사급 여부 판단
- ③ 특기시방서 및 설계개요서 작성

★ 변압기 결선의 종류

1. △-△ 결선

1) 결선법



2) 특징

- ① 제 3 고조파가 △ 결선내에서 순환하므로 등가 임피던스가 같아야 하며 정현파 교류전압을 유지하여 기전력의 왜곡을 일으키지 않는다.
- ② 1상분이 고장 나면 V 결선하여 공급할 수 있다.
- ③ 상전류가 선전류의  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  배가 되어 대전류 부하에 적당.
- ④ 중성점을 접지 할 수 없어 지락사고 고장 전류를 검출할 수 없다.
- ⑤ 변압비가 다른 것을 결선하면 순환전류가 흐른다.
- ⑥ 각 상의 임피던스가 다르면 3상 부하가 평형이 되어도 부하전류는 불평형이 된다.

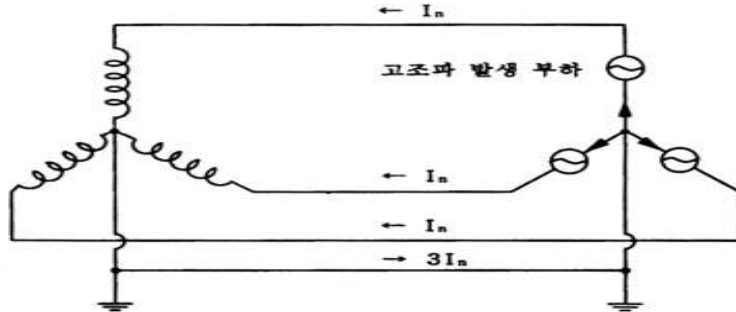
3) 적용

75[kVA] 이상으로 저전압 대전류가 필요한 중성점이 필요 없는 곳에 주로 적용

## 2. Y - Y 결선

제 3고조파의 통로가 없어 유기기전력이 3 고조파를 함유한 경우, 중성점을 접지하면 통신선에 장애를 주고 부하가 평형이 되어도 중성선은 고조파 전류분이 흘러 과열된다.

이러한 이유로 고조파를 많이 발생하는 인버터나 컨버터, 대용량의 전등변압기 부하에는 이 결선 방법을 피하여야 한다.

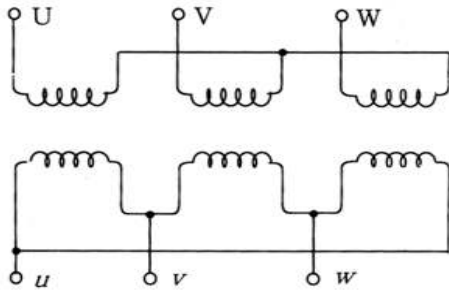


- ① 중성점을 접지할 수 있으므로 단절연 방식을 채택할 수 있다.
- ② 상전압이 선전압의  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  배가 되어 고전압 결선에 적합.
- ③ 변압비, 전선 임피던스가 틀려도 순환전류가 흐르지 않는다.
- ④ 제 3 고조파 통로가 없으므로 유기기전력이 3 고조파를 함유한 경우, 중성점을 접지하면 통신선에 유도 장애를 준다.
- ⑤ 기전력파형은 제 3 고조파를 포함한 왜형파가 된다.
- ⑥ 고조파 발생 부하에는 이 방식을 피해야 한다.

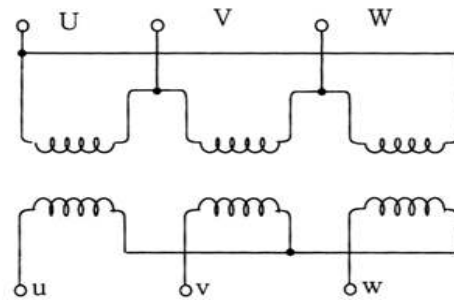
## 3. Y - Δ 결선, Δ - Y 결선

### 1) 결선법

#### ① Y-Δ



#### ② Δ-Y



### 2) 특징

- ① Δ - Y 결선 : 승압용 변압기에 적당
- ② Y - Δ 결선 : 강압용 변압기에 적당
- ③ 결선이 30°의 위상차가 있어 1대 고장시 V 결선으로 송전 불가능함

### 3) 적용

- ① Δ - Y 결선 : 75[kVA]이상으로 중성점이 필요한 곳
- ② Y - Δ 결선 : 75[kVA]이상으로 중성점이 필요 없는 곳

## 4. V - V 결선

- ① Δ-Δ결선에서 변압기 1대 고장시 2대의 변압기로 3상 변성을 할 수 있는 장점이 있으나 이용률이 86.6%로 떨어져 3상 부하의  $\sqrt{3}$  배의 변압기 설비용량을 필요로 한다.

- ② 변압기 이용률은 86.6[%], 출력은 57.7[%]

## ★ 변압기 냉각방식

변압기 냉각방식으로는 건식자냉식, 건식풍냉식, 유입자냉식, 유입풍냉식, 유입수냉식, 송유자냉식, 송유풍냉식, 송유수냉식 등이 있으며 이들을 간단히 설명하면 아래와 같다.

### 1. 건식자냉식

소용량의 변압기에 많이 적용

### 2. 건식풍냉식

권선 하부에 風道를 설치하여 송풍기로 바람을 불어 넣어 방열 효과를 향상시킨 것으로 500[kVA]이상에 채용하면 경제적이다.

### 3. 유입자냉식

① 보수가 간단하여 널리 사용됨

② 권선 철심의 발생열은 對流에 의하여 기름에 전해지고 다시 탱크벽에 전달되어 탱크벽 외부표면에 방사와 공기의 對流에 의하여 방열

### 4. 유입풍냉식

① 유입자냉식의 방열기에 송풍기로 바람을 보내어 방열효과를 증가시킨 것

② 기설 자냉식 변압기에 송풍기를 부착하여 풍냉식으로 개조하면 약 20~30[%] 정도의 용량 증가 가능

### 5. 유입수냉식

① 냉각관을 탱크 상부의 내벽을 따라 배치하고 펌프로 물을 순환시켜 기름을 냉각하는 방식

② 냉각수 질이 좋지 못하면 물때가 끼거나 관의 부식으로 보수가 어렵다.

### 6. 송유자냉식

① 방열기 탱크를 별도로 설치하여 탱크 본체와 방열기 탱크사이의 접속관로에 송유펌프를 설치하여 기름을 강제적으로 순환시키는 방식

### 7. 송유풍냉식

① 송유자냉식의 방열기에 송풍기를 설치한 것

② 30[MVA]이상 대용량은 거의 송유풍냉식 채택

③ 펌프 및 송풍기의 입력은 전손실의 약 50[%] 정도

### 8. 송유수냉식

송유풍냉식과 냉각기가 다르며 Unit Cooler를 탱크주위에 설치하는 방식

## ★ 변압기 절연방식에 따른 분류 및 몰드변압기 특징에 대하여 설명

### 1. 개요

수변전설비의 사용기기가 건식화 제품이 늘어감에 따라 변압기도 그동안에 옥.내외를 막론하고 주로 유입 변압기를 사용하였으나 가연소성 환경오염 유지보수 등의 문제와 에너지 절약에 대한 정부시책에 부응하여 몰드 변압기를 채택하는 경우가 많아지고 있다.

변압기의 종류를 분류하면

- 1) 상수에 의한 분류 : 단상, 삼상
- 2) 권선수에 의한 분류 : 단권, 2권선, 다권선
- 3) 탭절환 방식에 의한 분류 : 무전압 탭 절체기, 부하시 탭 절체기
- 4) 절연 방식에 의한 분류 : 유입, 건식, 가스절연, 몰드변압기 등으로 나눌 수 있으며 절연 방식에 의하여 변압기를 분류하고 설명하면 다음과 같다.

### 2. 절연 방식에 의한 분류

#### 1) 유입변압기

100[kVA]이하의 주상변압기에서 1,500[MVA]의 대용량까지 제작되며, 신뢰성이 높고 가격이 싸며 용량과 전압의 제한이 적어 가장 많이 사용되고 있다.

#### 2) H중 건식변압기

절연유를 전혀 사용하지 않아 난연성, 비폭발성의 특징이 있어 화재 예방을 중요하게 요구하는 건물, 지하철구내, 병원 등에서 적용 되고 있다.

단점으로는 오일변압기에 비해 절연강도가 낮고, 소음이 크며, 옥외에서의 사용은 적당치 않은 점이다.

#### 3) 가스절연변압기

SF6 가스를 사용한 변압기로서 불연성이고 안정성이 높으며 건식변압기 보다 높은 절연 계급까지 실용화 되고 있어 5,000[kVA] 이상의 22[kV]급의 변압기로의 적용이 늘어나고 있다.

장점으로는 유입변압기와 전기적 특성이 같고, 오일 리스화, 보수의 간편, 방재화 등을 들수 있다.

#### 4) Mold TR

고압 및 저압권선을 모두 에폭시로 몰드한 고절연 방식을 채택하여 난연성, 절연의 신뢰성, 보수점검 용이, 에너지 절약 등의 특징이 있어 채택이 많이 되고 있으나 가격이 비싼 결점이 있다.

Mold TR을 채택하여 VCB와 연결하여 사용할 때에는 VCB 개폐시 발생하는 Surge에 대한 대책을 강구 하기 위하여 서지흡수기를 설치하여야 한다.

### 3. Mold TR의 특징(유입변압기와의 비교시)

#### 1) 난연성

에폭시수지에 무기물의 충전제가 혼입되어 있어 자기소화성이 있으며 외부의 불꽃에 의하여 착화하지 않음

#### 2) 절연의 신뢰성 향상

내(耐) Corona 특성, 임펄스 특성이 좋아 신뢰도 향상

#### 3) 소형, 경량

철심이 Compact화 되어 면적이 축소 되고 가볍다

#### 4) 무부하 손실이 적어 에너지 절약 효과가 있으며 운전 경비가 절감된다.

#### 5) 유지보수 및 점검 용이

- ① 절연유 여과 및 교체가 없다.
- ② 장기간 운전 정지 후 재 사용시 건조 작업 간단
- ③ 먼지, 습기에 의한 절연내력 영향을 받지 않음

#### 6) 단시간 과부하 내량이 크다.

#### 7) 소음이 적고 무공해 운전

8) Surge에 대한 대책을 수립하여야 한다.

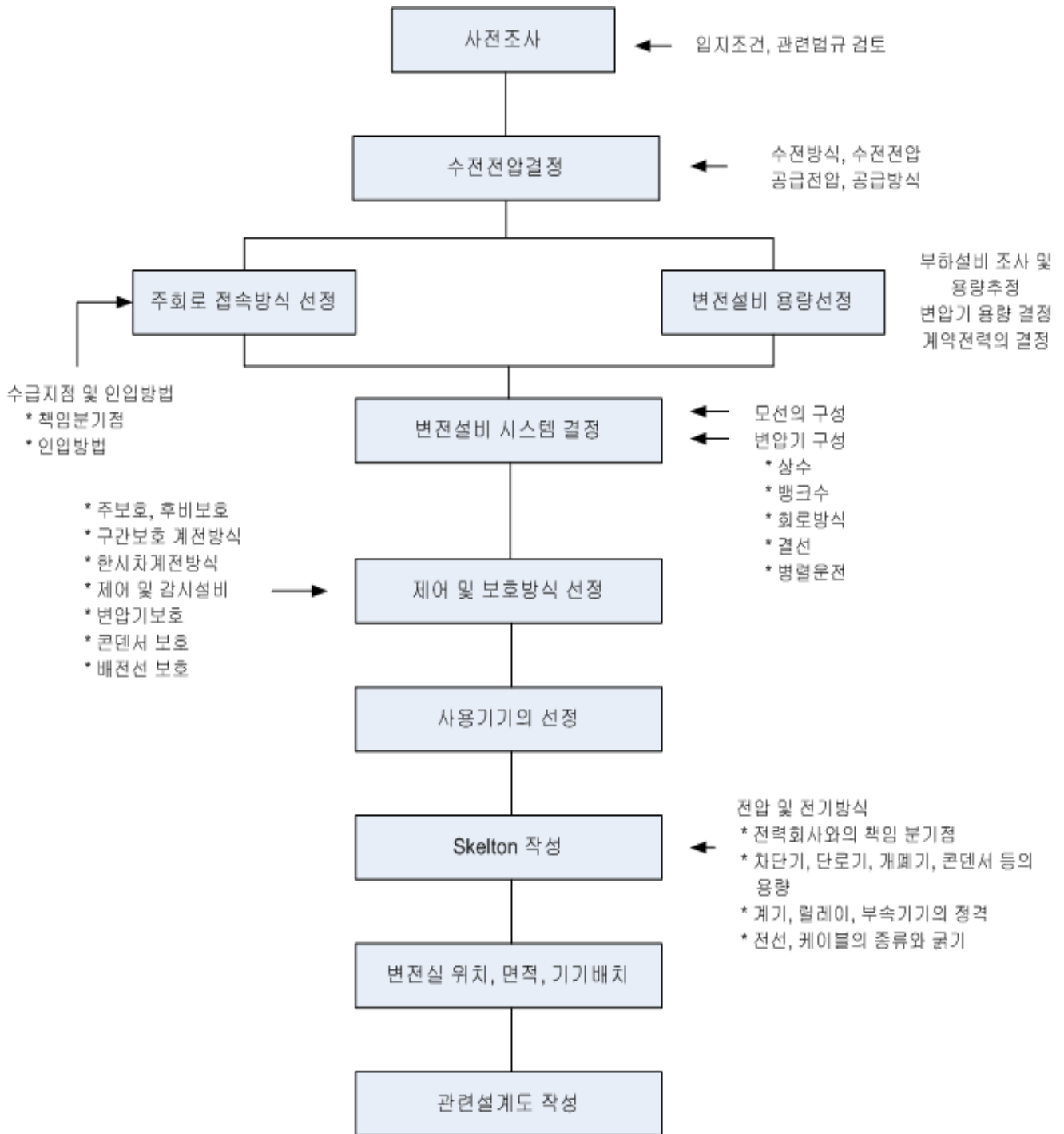
- ① VCB와 연결하여 사용할 때 VCB 개폐시에 발생하는 개폐Surge에 대한 방지 대책 수립
- ② 변압기 1차측에 Surge Absorber 설치

4. 유입, 건식, 몰드변압기 특성의 차이점

비교항목	유입	건식	몰드
절연계급	A종	H종	B종, F종
권선의 온도상승 한도	권 선 : 55[℃] 절연유 : 50[℃]	120[℃]	B종 : 75[℃] F종 : 95[℃]
최고사용한도	105[℃]	180[℃]	B종 : 130[℃] F종 : 155[℃]
사용장소	옥내 외	옥내	옥내
연소성	가연성	난연성	난연성
폭발성	폭발	비 폭발	비 폭발
내습성	개방형 흡습가능	흡습가능	흡습가능
내진성	강함	강함	매우 강함
소음	小	大	中
전력손실	大	小	小
단락강도	강함	강함	매우 강함
단시간 과부하 내량	150[%]부하 : 15분	좌동	200[%]부하 : 15분
상용주파 내전압	16[kV]	10[kV]	10[kV]
충격파 내전압	150[kV]	95[kV]	95[kV]
외형치수	大	大	小
중량	大	中	小
절연내력	大(강함)	小(절연불안정, 대기의 영향받음)	中

★ 변압기 구성시 고려사항

1. 수변전 설비 기본계획 Flow Chart



변압기 시스템 결정에 있어서 변압기 구성시 고려 사항을 보면 다음과 같다.

2. 변압기 구성시 고려사항


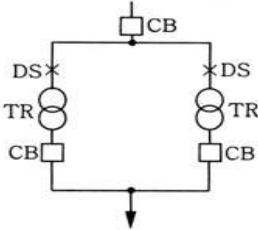
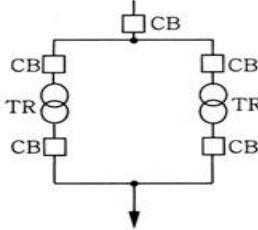
1) 변압기 상수

- ① 과거에는 단상 변압기 3대로 △결선하여 사용(V결선 가능)
- ② 현재 변압기 절연설계 기술향상, 절연유 열화방지 및 방식의 진보, 소유면적과 설비절감, 설비구성의 간략화 등으로 대부분 3상 변압기를 채용

2) 변압기 뱅크수

- ① 뱅크수가 많으면 설비구성 복잡, 설치면적 확대, 보수유지 어려움, 경제적 이유등으로 뱅크수를 줄이고 용량을 크게 한다.
- ② 용량이 커지면 정격전류와 단락전류가 증대하여 기기선정에 제약이 따른다.
- ③ 빌딩내 일반적 Bank수 선정기준
  - ㉠ 1500[KVA] 미만 : 1 Bank
  - ㉡ 1500 - 3000[KVA] : 1 - 2 Bank
  - ㉢ 3000[KVA]초과 : 2 Bank

3) 변압기 회로방식

<p>① 1 Bank 방식</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>㉠ 가장 경제적이고 간단</li> <li>㉡ 변압기 사고로 정전이 되면 수리시간만큼 길어진다.</li> </ul>	
<p>② 2 Bank 1차 DS, 2차 CB</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>㉠ 변압기 사고 → 일체정전 → 사고뱅크 제거 정전시간이 단시간</li> <li>㉡ 변압기 사고로 정전이 되면 수리시간만큼 길어진다.</li> </ul>	
<p>③ 2 Bank 1차 CB, 2차 DS</p> <p>전 ②항과 동일</p>	
<p>④ 2 Bank 1차 CB, 2차 CB</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>㉠ 변압기 사고시 1차, 2차 CB 개방 → 사고뱅크분리 → 전체정전이 안된다.</li> <li>㉡ 나머지 1 Bank 전부하처리 → 부하제한</li> </ul>	
<p>⑤ 3 Bank</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>㉠ 고장처리는 2 Bank 와 동일</li> <li>㉡ 설비구성 복잡</li> <li>㉢ 초기투자액이 과다하게 된다.</li> </ul>	

4) 변압기 결선

단상 변압기를 사용하여 3상으로 변환 사용하려면

- 용량, 주파수, 전압등의 정격이 같을 것
- 권선의 저항, 누설리액턴스, 여자전류가 같을 것

① Δ - Δ 결선

- ㉠ 제 3 고조파가 Δ 결선내를 순환하므로 정현파 교류전압을 유기하여 기전력의 왜곡을 일으키지 않는다.
- ㉡ 1상분이 고장나면 V 결선하여 공급할 수 있다.
- ㉢ 상전류가 선전류의  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  배가 되어 대전류부하에 적당.
- ㉣ 중성점을 접지할 수 없어 지락사고 검출이 곤란.
- ㉤ 변압비가 다른 것을 결선하면 순환전류가 흐른다.
- ㉥ 각 상의 임피던스가 다르면 3상 부하가 평형이 되어도 부하전류는 불평형이 된다.



② Y - Y 결선

- ㉠ 중성점을 접지할 수 있으므로 단절연 방식을 채택할 수 있다.
- ㉡ 상전압이 선전압의  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  배가 되어 고전압 결선에 적합.
- ㉢ 변압비, 전선 임피던스가 틀려도 순환전류가 흐르지 않는다.
- ㉣ 제 3 고조파 통로가 없으므로 유도기전력이 3 고조파를 함유한 경우, 중성점을 접지하면 통신선에 유도 장애를 준다.
- ㉤ 기전력파형은 제 3 고조파를 포함한 왜형파가 된다.
- ㉥ 고조파 발생 부하에는 이 방식을 피해야 한다.

③ Δ - Y 결선

- ㉠ 승압용에 적당, 30° 위상차 → 1대 고장시 전원공급불가
- ㉡ Δ-Δ, Y-Y 결선의 장점을 가짐

④ Y - Δ 결선

- ㉠ 강압용에 적당, 30° 위상차 → 1대 고장시 전원공급불가
- ㉡ Δ-Δ, Y-Y 결선의 장점을 가짐

⑤ V - V 결선

- ㉠ Δ-Δ결선에서 2대의 변압기로 3상 변성
- ㉡ 변압기 이용률은 86.6[%], 출력은 57.7[%]

5) 변압기 병렬운전

- ① 1차, 2차 전압이 같아야 한다 : 같지 않으면 변압기간 순환전류가 흘러 출력 감소, 소손가은
- ② 임피던스 전압이 같고 저항과 리액턴스비가 같아야 한다.
  - ㉠ 임피던스 전압이 다르면(± 10%이내 허용) → 변압기 용량에 비례한 분담이 아닌 임피던스 전압이 낮은 쪽이 과부하
  - ㉡ 저항과 리액턴스비가 다르면 → 부하역률에 따라 부하부담이 변화
- ③ 단상 변압기일 때는 극성이, 3상 변압기 일때는 각변위와 상회전이 같아야 한다
  - 극성이 반대 : 증가적으로 단락
  - 각변위가 다르면 : 변압기간 순환전류 발생
  - 예) 병렬운전 불가능 결선 : Δ-Δ ↔ Δ-Y , Y-Δ ↔ Y-Y
- ④ 용량이 다른 변압기의 병렬운전 : 용량비 3 : 1 이내인 것이 바람직하다.

★ 변압기 발주시 검토사항

1. 개요

1) 변압기 발주시 검토사항 : 변압기의 기획설계가 완료된 후, 지방서 작성에 관련된 사항이 검토되는 것이다.

2) 발주시 검토사항으로는

① 관리적 측면에서 검토 사항

- ㉠ 예상 소요 예산                      ㉡ 납기일자                      ㉢ 변압기 지급방법(관급, 사급)
- ㉣ 발주방법(수의계약, 최저입찰, 종합입찰)

② 기술적 측면에서 검토 사항

- 설치조건                      · 적용규격                      · 상수                      · 정격용량
- 전압                      · 결선                      · 주파수                      · 전압절환 방식
- 부하조건                      · 벡터도                      · 수량                      · 전기적특성
- 온도상승                      · 부상의 인출방법                      · 절연유열화방지 방식                      · Base
- 도장                      · 취부부속품                      · 시험                      · 예비품
- 특기사항

등이 있으며 기술적 측면에서 검토사항을 설명하면 다음과 같다.

2. 변압기 발주시 검토사항

- 1) 설치조건 : 주위온도, 습도, 기압, 표고, 옥내외 설치여부, 진동, 주위환경 조건명시
- 2) 적용 규격 : **KS, ESB(한전규격), JEC, IEC, ANSI, BS, DIN** 등의 적용규격을 명시
- 3) 상수 : 삼상, 단상 등을 명기
- 4) 정격용량 : 표준용량으로 선정, 필요시 냉각방식도 명기
- 5) 전압 : 1차, 2차 전압을 명확히 명기, 1차측에는 탭전압을 선정(고압 및 특별고압측 5단계)
- 6) 결선 : 3상의 경우, 1차측, 2차측 결선을 Y 또는 Δ로 구분. 고 저압 혼축방지판 부착여부 명시
- 7) 주파수. : 60[Hz], 50[Hz] (필요주파수명기)
- 8) 전압절환방식 : NLTC. OLTC 중 선정
- 9) 부하조건 : 연속 또는 단시간 정격여부, 부하의 성격 및 내용을 명기 (기동부하의 크기 등)
- 10) 벡터도 : 1차, 2차간에 각 변위가 지정된 경우에 명기
- 11) 수량 : 발주 수량을 명기
- 12) 전기적 특성 : %임피던스 별도 요구 가능, 병렬운전 변압기 명판 첨부.
- 13) 온도상승 : 적용 규격에 따름
- 14) 부상의 인출방법 : 접속Cable, 버스덕트 구조, 접속도 명시, 부상인출방향명시
- 15) 절연유 열화방지 방식 : 밀폐형, 개방형, 질소밀봉식, 다이어프램 컨서베이터식
- 16) Base : 하부Base, Foundation 명기
- 17) 도장 : Munsell NO.로지정
- 18) 취부부속품 : 사용용도, 필요에 따라 명기
- 19) 시험 : 적용 규격에 따라 시행, 공인 기관의 입회시험 요청
  - ① 구조 및 외관 검사                      ② 여자전류 및 무부하 시험
  - ③ 임피던스 전압 및 단락시험                      ④ 상용주파 내전압시험
  - ⑤ 절연유시험                      ⑥ 기타(권선저항, 각변위, 권선비, 충격전압, 온도상승시험)
- 20) 예비품 : 향후 운전에 필요한 부품 및 자재명, 수량표기
- 21) 특기사항
  - ① 승인용 도면, 시험성적서, 운전 지침서 등의 관련서류 및 수량
  - ② 공사 범위의 명확한 설정
  - ③ 하자 보증기간의 명시

발주 입고된 변압기의 사양변경은 불가능하므로 발주전에 가능한 한도까지 모든 사항이 사전에 철저히 검토되어야 한다

★변전 설비 용량 산정 방법

1. 부하용량의 산출

각 부하군별로 건축연면적을 감안하여 용량산출

$$\text{부하용량} = PA + QB + C$$

P : 표준 부하의 건축 바닥면적(Q 부분 제외)

A : 표준부하밀도[VA/㎡]

Q : 별도 계산하는 건축 바닥면적

B : 별도 계산하는 부하밀도[VA/㎡]

C : 가산하여야 할 부하

<표> 표준부하밀도[VA/㎡]

건축물의 종류	부하밀도
공장, 사찰, 교회, 극장	10
기숙사, 호텔, 병원, 학교, 음식점	20
주택, 아파트, 사무실, 은행	30

<표> 별도 계산하여야 할 부하밀도 [VA/㎡]

건축물의 종류	부하밀도
복도, 계단, 창고	5
강당, 관람석	10

가산하여야 할 부하

- 주택, 아파트(세대당) : 500 - 1000[VA]
- 상점의 진열장(폭 1m 당) : 500[VA]
- 옥외의 광고등, 전광사인, 네온사인 : 해당 용량
- 무대조명, 특수조명부하 : 해당용량

2. 부하용량에 수용률을 감안하여 최대수용전력 산출

<표> 전등부하의 수용율

건물의 종류	수용율[%]	
	10[KVA]이하	10[KVA]초과
주택, 아파트, 기숙사, 여관, 호텔	100[%]	50[%]
사무실, 은행, 학교	100[%]	70[%]
기타	100[%]	100[%]

<표> 동력부하의 수용율

부하의 종류	수용율[%]	부하의 종류	수용율[%]
펌프, 콤프레샤, 승강기	40	반연속적 운전의 전동기	60
아아크로	100	연속운전의 전동기	90
유도로	80	아크 용접기	40

3. 산출된 최대수용전력에 부등률을 적용하여 수전설비 용량을 결정하되 장래 부하 증설분을 감안 선정

① 부등률의 관계

- ㉠ 부등률이 클수록 설비 이용도가 크다.
- ㉡ 부하단에서 수전단으로 갈수록 부등률이 커진다.
- ㉢ 동력부하간의 변압기 부등률은 다른 부하의 부등률보다 크다.

② 부등률의 값

공급점	전력 소비점	부등률
주상변압기	전등수용가	1.14
주상변압기	동력수용가	1.58
배전간선	전등수용가	1.35
배전간선	전동기 수용가	1.15
배전간선	전등변압기	1.18
배전간선	동력변압기	1.36

4. 사무실 건축물의 Intelligent화된 등급 분류 및 추정전원용량

등급	분류	추정전원용량
0 등급	기업 대기업의 일반적인 사무자동화된 건물	110[VA/m <sup>2</sup> ]
1 등급	인텔리전트 빌딩이라 부를 수 있는 최소의 건축물	125[VA/m <sup>2</sup> ]
2 등급	I.B 로서의 표준건축물	157[VA/m <sup>2</sup> ]
3 등급	실현가능한 대부분의 설비를 갖춘 고도의 정보화 건물	250[VA/m <sup>2</sup> ]

5. 일반건축물의 용도별 부하밀도 [VA/m<sup>2</sup>]

구분	학교	주택	호텔	병원	백화점	대형전산센터	연구소
전류밀도	60	70	118	159	177	185	221

## ★대형병원(500 Bed 이상)의 전원설비 기획시 고려사항

### 1. 개요

#### 1) 병원의 기능별 구성

- ① 병동부 : 환자가 거주하면서 의사와 간호원으로부터 적절한 진료와 간호를 받는 기능 담당
- ② 외래진료부 : 환자에 대한 1차 진료 기능을 가지며, 의사, 간호원, 환자 각각의 입장이 고려되는 곳.
- ③ 중앙진료부 : 병동과 외래진료부에 대한 진료지원과 전문역할을 하는 부서로 구성(검사부, 수술부 등)
- ④ 관리부 : 경리, 회계, 원부 등 병원 관리 전반 업무 담당.
- ⑤ 공급부 : 환자의 진료와 치료 회복에 필요한 각종 유틸리티, 기자재, 식사 등

#### 2) 병원전원 설비 구성

- ① 전력 인입 설비
- ② 수변전 설비
- ③ 자가발전 설비
- ④ 직류전원 설비
- ⑤ 중앙감시 설비

### 2. 전원설비 기획시 고려사항

일반 건축물의 전원 기획시 고려사항 외에 병원에서의 고려사항

#### 1) 병원설비의 장비특성 조사

- ① 사용예상 장비별 기술시방, 치수, 중량 등이 사전에 면밀히 검토하여 건축설계, 시공에 반영되어야 한다.
- ② 병원 기능별 구성에 따라 장비의 특성이 다르므로, 도입장비의 기계적 연결관계가 검토 되어야 한다.
- ③ 병원 장비의 대부분이 외국산이므로 정격이 다양. 사전에 이를 충분히 파악하여 전기 설계에 반영하여야 한다.
- ④ ME기기 : 의료용 ME기기의 설치가 증가되고 있는 바, 설치될 ME기기의 파악 및 원활한 가동을 위한 전원의 고신뢰도 및 각종 Noise 제거 방안 고려
- ⑤ X선기기 : Peak 전압을 유도하는 X선기기는 정격전압, 사용시간대, 사용횟수 등이 전원용량과 간선 설계에 반영.

#### 2) 부하조사

- ① 준공시 가동장비부하 및 추후 3년, 6년, 9년 단위의 도입 장비 계획에 따른 예상부하 조사.
- ② 부하 밀도는 200[VA/m<sup>2</sup>]로 추정
- ③ 업무의 Computer 화에 따른 증가 예상부하.

#### 3) 수변전 설비

- ① 고신뢰성 : 정전, 순간 정전 등은 인명피해 뿐만 아니라 병원 기능의 마비를 초래하므로 신뢰성에 중점
- ② 설비용량 추정 : 부하 밀도와 부하 조사 뿐만 아니라 타 병원의 설비 용량을 참조하여 적절한 설비 용량이 추정 되어야 한다.
- ③ 수전방식 : 신뢰성, 경제성을 감안하여 Loop 수전 또는 본선 + 예비회선 수전을 고려.
- ④ 간선부설은 신뢰도 측면에서 Loop 방식과 같은 이중화 방안을 고려.
- ⑤ 순간정전 허용부하, 정전불허부하를 구분하여 UPS 전원 공급을 확대토록 한다.

#### 4) 건축적, 기계적 협의 사항

- ① 층고확인 : 바닥 → 천장 : 3.5 - 4[m], 천장 → 슬라브 : 1.5[m]이상, 따라서 최소 층고는 5 - 5.5[m] 이상일 것.
- ② 기능별 칸막이 종류, 바닥의 건축공법, 천장재 시공 방법에 따라 전기배관과 기기부착이 결정되므로 사전 확인
- ③ 건축의 내부구조, 배치에 따라 피난 계획, 방재설비가 확정되므로 전기방재설비 설치에 변동이 없도록 사전 계획이 필요
- ④ 병원내 각종 설비의 Lay Out에 따라 전기설비의 Route 계획이 수립되므로 추후 변동이 없도록 사전 계획

5) Cogeneration System 고려

- ① 병원은 상시열원이 필요하고 일정 수준의 Peak 부하가 존재하므로 Cogeneration System 적용가능.
- ② Diesel 발전기 대신 Gas Turbine 발전기 설치로 양질의 전원 공급이 가능하며, Cogeneration System에도 적합

★ LS, IS, DS, LDS, PF, LBS, ASS, COS 설계 적용시 검토할 사항

1. 선로개폐기(Line Switch : LS)

- 1) 수변전설비 안전 및 보수 점검시 전로개폐를 목적으로 사용 반드시 무부하 상태에서 개폐하여야 한다.
- 2) 24[kV] 400[A], 800[A] 정격이 있으나 고장이 많고 사고가 잦아 현재는 IS와 LBS로 대체되어 거의 사용치 않고 있다.

2. 기중부하개폐기(Interrupter Switch : IS)

- 1) 22.9[kV] 선로에 주로 사용(25.8kV 600A 25KA 정격)
- 2) 한전 재산 분기점 : COS 대신 사용(3,000kVA 이상)  
자가용 수전설비 : 300[kVA]이하 인입구 개폐기로 사용
- 3) 개폐시 아크가 소호통 안에서 발생하도록 되어 있으므로 부하전류 개폐가 가능
- 4) 싱글방식, 더블방식이 있고 수동 원방 조작방식이다.

3. 단로기(Disconnecting Switch : DS)

- 1) 3.3[kV] 이상의 전로에 사용. 기기의 보수, 점검 또는 회로변경을 위해 사용
- 2) 충전전류만 개폐 가능하며 부하전류는 개폐하지 않는다.
  - ① 충전전류  $I_c = 2\pi f c E / \sqrt{3}$  [A]
  - ② 단로기 개폐 능력

정격전압 [kV]	상간중심거리 [mm]	여자전류 [A]	충전전류 [A]
3.6	400이상	10	30
7.2	400이상	4	2
24	750이상	2	2

③ 충전전류 이상의 개폐가 요구될 때 부하 단로기 (LDS) 사용

3) 정격전압 = 공칭전압 × 1.2/1.1

4) 정격전류 : 3.6/7.2[kV] - 200[A], 600[A], 1200[A], 2000[A], 4000[A]  
24[kV] - 600[A], 1200[A], 2000[A], 4000[A]

5) 접속방법 : 표면접속형, 이면접속형(F-F, B-B, F-B, B-F)

6) 조작방법 : 조작봉조작, 원방수동조작, 전동기조작(공기조작, 스프링조작 방식은 현재 사용하지 않음)

7) 설계 시공시 주의사항

- ① 조작이 용이, 위험이 없는 곳에 설치
- ② 가로 방향으로 설치 금지
- ③ 자중, 진동, 전자력으로 개로, 폐로 되지 않도록 안전 클러치 사용
- ④ 충전전류, 정격전류 계산후 선정

4. 부하단로기(Load Disconnecting Switch : LDS)

- 1) 상시 부하전류 개폐 목적으로 사용
- 2) 300[kVA]이하 고압수전설비(PF-S형) 변압기 1차측에 사용
- 3) 현재 PF부 LBS나 IS로 대체되고 있다.

5. Power Fuse(PF)

- 1) PF는 차단기 + 변성기 + 릴레이 역할을 하는 소형 염가의 차단기이며 변압기의 경우 300[kVA] 이상에 적용
- 2) PF의 종류 : 한류형과 비한류형
- 3) 정격전압 = 공칭전압 × 1.2/1.1

4) 정격전류

- ① 전부하전류 × 2 (변압기의 경우 1.5배 추천)
- ② 내선규정에 전압, 용량별 정격전류 명시됨

5) 정격차단전류

정격전압[kV]	정격차단전류[kA]
7.2	12.5, 20, 31.5, 40
25.8	12.5, 20, 25, 40, 50

6) 보호협조

- ① PF의 차단시간 - 전류특성이 전원측 보호기기의 동작 특성보다 빠르고 부하측 보호기기의 동작특성보다 늦도록 선정
- ② 보호기기의 Back Up 용으로 사용할 경우, 보호기기의 차단시간 - 전류특성이 PF의 단시간 허용전류 특성보다 빨라지도록 선정

6. 부하개폐기(Load Break Switch : LBS)

- 1) 정상상태의 부하전류를 개폐하며 수변전설비의 인입구개폐기로 많이 사용된다.
- 2) 3상부하의 경우 트립 장치가 붙은 PF나 조합된 LBS 사용시 결상이 방지된다.
- 3) LBS 종류 : 기중부하개폐기, 유부하개폐기, 진공부하개폐기, 가스부하개폐기, 공기부하개폐기
- 4) 설치장소 : 옥내용, 옥외용
- 5) 정격전류, 정격전압
- 6) 개폐용량 : 부하용량에 따라 개폐용량이 다르므로 적정선정
- 7) 차단성능 : 차단성능 이상의 과전류는 다른 보호 장치로 먼저 차단
- 8) 정격 단시간 전류, 정격투입전류 : 고압차단기나 PF가 단락전류를 차단하기 전까지 부하개폐기가 손상되지 않도록 선정

7. 자동고장구분개폐기(Automatic Section Switch : ASS)

- 1) 22.9[kV] 특고수용가의 인입구개폐기로 사용
- 2) 간이수전설비(22.9 kV, 1000kVA이하 300kVA이상)의 인입구개폐기로 ASS 사용이 의무화됨(내선규정)
- 3) 정격 : 25.8[kV], 200[A]
- 4) 성능
  - ① 부하개폐 : 정격부하 200회, 무부하 1100회
  - ② 고장 구간 자동 분리
  - ③ 과부하 및 지락 보호 : 800[A]이하 과전류 차단

#### 5) Tap 정정

- ① 최소 동작전류정정 : 최대 부하전류의 150[%]
- ② 지락전류정정 : 상 최소 동작전류의 50[%]
- ③ 돌입전류정정 : 0.5초 또는 1초

#### 8. COS(Cut Out Switch)

- 1) 주로 변압기에 서치하여 보호와 개폐기능, COSso에 동선 사용시 DS로 사용하며, 수전용량 3000[kVA]이하 한전 책임 분기점에 설치.
- 2) 고압 COS : 자기제 내면에 Fuse 설치  
특고 COS : 자기제 외면에 Fuse 설치(Off시 충분한 이격거리 필요)
- 3) 변압기에 사용할 때, 6.6(3.3)[kV]는 150[kVA]이하 22.9[kV]에는 300[kVA]이하에 사용
- 4) 차단 용량은 최소 10[kA]이상을 선정



★ 특고압 차단기 종류 및 특성

CB(Circuit Breaker)

차단기는 통상적인 전류를 개폐하고 이상 상태 발생시 신속히 회로를 차단하여 사고점으로부터 계통을 분리하여 전기기기를 보호하고 안전성을 유지하기 위하여 설치

1) 종류

- ① 유입차단기(OCB : Oil Circuit Breaker)
- ② 공기차단기 (ABB : Air Blast Circuit Breaker)
- ③ 자기차단기(MBB : Magnetic Blast Circuit Breaker)
- ④ 진공차단기(VCB : Vacuum Circuit Breaker)
- ⑤ 가스차단기(GCB : Gas Circuit Breaker)

2) 차단기 종류별 특성 비교

구분	OCB	ABB	MBB	VCB	GCB
소호방식	오일분사	압축공기로 불어서 소호	아크의 자계작용 이용	진공중의 아크확산	SF <sub>6</sub> 가스 확산
정격전압[kV]	3.6 - 300	12[kV] 이상	3.6 - 12	3.6 - 36	36[kV]이상
차단시간대[Hz]	8, 5	5, 3	8, 5	5, 3	5, 3
단락전류	대전류 차단	대전류 차단	대전류 차단	소전류 차단	중전류 차단
연소성	가연성	난연성	난연성	불연성	불연성
보수 • 점검	간단	간단	간단	극히 간단	간단
Surge 전압	약간 높다	낮다	낮다	매우 높다	낮다
기계적 수명	10000회	10000회	10000회	10000회	10000회
경제성	엄가	중간	중간	고가	고가

3) 차단기 용량

$$[MVA] = \sqrt{3} \times \text{정격차단전류}[kA] \times \text{정격전압}[kV]$$

4) 차단기 조작 장치 : 투입 → 투입유지 → 트립 → 개로유지 등의 조작을 반복

5) 차단기는 투입보다 트립이 더욱 중요하므로 적정 트립 방식 선정은 대단히 중요하다.

6) 차단기 투입방식

- ① 수동 투입조작 : 인력에 의해 투입하므로 조작 전원 불필요, 단락회로 투입시 인체에 위험하므로 투입전류 16[kA]이하에 적용
- ② 스프링 투입조작 : 스프링의 기계력으로 투입
  - ㉠ 수동스프링 투입조작 : 조작전원 불필요, 원방 조작을 하지 않은 경우 적합.
  - ㉡ 전동스프링 투입조작 : 조작전원 필요, 수동 조작 가능
- ③ 전기 투입조작
  - ㉠ 구동원에 따라 : 전동기 구동, 전자 솔레노이드 구동으로 구분
  - ㉡ 조작 전원에 따라 : 직류조작, 교류조작방식으로 구분
- ④ 공기 투입조작 : 압축공기로 투입조작
- ⑤ 투입방식 선정시 고려사항
  - ㉠ 정격 투입전류 : 차단전류의 2.5배
  - ㉡ 정격 투입조작 전압 : DC 100, 200[V], AC 100[V]

## 7) 차단기 트립방식

- ① 과전류 트립방식 : 변류기의 2차 전류를 이용하여 트립
- ② 직류전압 트립방식 : 가장 신뢰성이 높으나 직류전원장치 필요
- ③ 부족전압 트립방식 : 전압 강하를 감지하여 트립
- ④ 콘덴서 트립방식 : 별도의 콘덴서 트립 장치에 의하여 충전된 콘덴서의 에너지로 트립

## ★ Power Fuse 에 대하여..

### 1. 개요

- 1) Power Fuse는 전로나 기기를 단락전류로부터 보호하기 위하여 사용하며, 소호방식에 따라 한류형과 비한류형으로 나눈다.
- 2) Power Fuse는 차단기+변성기+Relay의 3가지 역할을 수행하는 경제적인 기기이면서 확실하게 동작하는 소형영가의 차단기이다.

### 2. Power Fuse 기능

- 1) 부하전류를 안전하게 통전(과도전류, 과부하전류에는 용단되지 않음)
- 2) 동작대상 일정값 이상에서는 오동작없이 차단

### 3. Power Fuse의 종류

- 1) 한류형 Fuse : 높은 아크저항을 발생하여 사고전류를 강제적으로 한류차단(전압영점에서 차단)
  - ① 소형으로 차단 용량이 크다
  - ② 한류 효과가 크다
  - ③ 과전압을 발생한다.
  - ④ 최소 차단 전류가 있다
- 2) 비한류형 Fuse : 소호가스를 뿜어 전류영점인 극간의 절연 내력을 재기전압 이상으로 높여서 차단 (붕산, 파이버의 발생가스 이용)
  - ① 과전압을 발생하지 않는다.
  - ② 녹으면 반드시 차단(과부하 보호기능)
  - ③ 대형이고 한류 효과가 적다

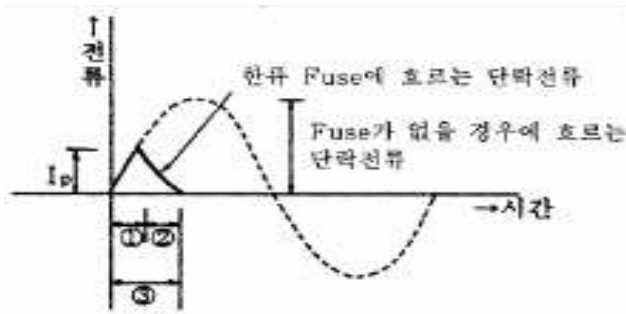
### 4. Power Fuse 정격차단 용량

- 1) Fuse가 차단할 수 있는 단락전류의 최대치 [kA]로 표시한다.
- 2) 단락시 과도현상에서 발생하는 직류분이 포함된 비대칭 실효치로 나타내지 않고 교류분만의 대칭 실효치로 나타낸다.
- 3) 일반적으로 Fuse는 비대칭값/대칭값=1.6 정도이다.

### 5. Power Fuse 5가지 특성

- 1) 허용특성 : 퓨즈에 어느 시간 동안 통전하여도 가용체에 열화를 일으키지 않는 전류의 한계와 시간과의 관계를 나타낸 것.  
이 특성은 적용하는 회로부하에 대한 퓨즈의 정격전류 선정때 필요.
- 2) 용단특성 : 퓨즈에 과전류가 흐르기 시작하여 가용체가 용단, 아크를 발생하기 까지의 시간과 전류와의 관계를 나타낸 것.
- 3) 차단특성 : 퓨즈에 과전류가 흐르기 시작하여 아크가 소멸하기까지의 시간과 전류와의 관계를 나타낸 것(용단특성+아크시간).  
이 특성은 퓨즈를 다른 개폐기나 차단기와 조합해서 사용할 경우 보호 협조를 검토할 때 사용.

- 4) 한류특성 : Fuse에 단락전류가 흐를 때 어느 정도까지 억제하는가를 나타내는 것
- ① 차단기의 경우 : 단락전류가 한류하지 않고 전차단 시간이 10[cycle]
  - ② 한류형 Fuse : 처음 반파에서 차단 전류파고값도 대단히 낮다.



- ① : 용단 시간(0.1 cycle)
  - ② : 아아크 시간(0.4 cycle)
  - ③ : 전차단 시간(0.5cycle)
- $I_p$  : 통과전류파고치

<그림> 전력 Fuse의 한류특성곡선

5)  $I^2 t$  특성

$I^2 t$  특성은 Fuse에 전류가 흐르고 있는 어느 일정기간 중 전류의 순시치의 2승적 분치를 지시하는 것으로 작동  $I^2 t$ 는 Condenser 보호 또는 개폐기, 차단기 후비보호에 Fuse 사용할 때 열적응력을 검토할 때 사용

6. 최소차단전류

- 1) 한류형 퓨즈는 큰 전류는 바로 차단하나 용단 시간이 긴 소전류 차단은 쉽지 않다.
- 2) 최소 용단 전류 근방에서는 어느 정도 전류값이 커야 차단하게 되는데 이와 같이 차단할 수 있는 최소 한도의 전류를 말한다.

7. 정격전압

공칭전압×1.2/1.1(계통선간 최대 전압 적용)

8. 정격전류

내선규정에 명시됨. 보통 전부하 전류×2(자가용 설비에서는 1.5배 추천)

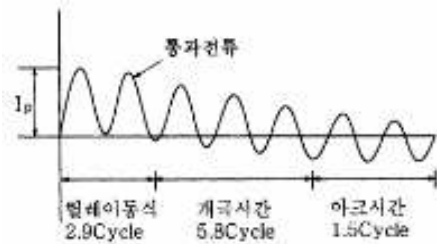
9. Power Fuse 장단점

1) 장점

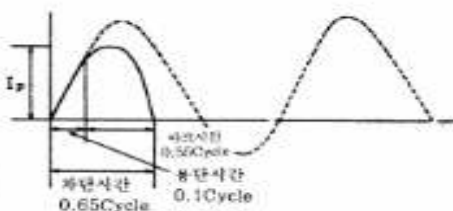
- ① 가격이 저렴
- ② 소형경량
- ③ 소형으로 큰 차단 용량
- ④ 보수 간단
- ⑤ 고속 차단
- ⑥ 현저한 한류 특성
- ⑦ 한류형은 차단시 무소음, 무방출
- ⑧ 후비 보호 완벽
- ⑨ 릴레이나 변성기가 불필요

2) 단점

- ① 재투입 불가
- ② 과도전류 용단 가능
- ③ 동작시간-전류특성 조정 불가
- ④ 비보호영역, 결상 가능
- ⑤ 한류형은 차단시 과전압 발생
- ⑥ 고임피던스 접지계통 보호 불가 특성곡선



<그림> 고압차단기(8사이클) 특성곡선



<그림> 전력 Fuse의 비한류형

★ 개폐서지의 종류를 들고 설명

1. 개요

개폐 Surge는 뇌 Surge에 비해 그 파고값은 높지 않으나 지속시간이 수 [ms]로 비교적 길기 때문에 기기의 절연에 주는 영향을 무시할 수 없다.

개폐 Surge의 종류로는

- 1) 무부하선로의 개폐 Surge
- 2) 유도성 소전류개폐 Surge
- 3) 고장전류개폐 Surge

4) 3상의 비동기투입 Surge 등이 있으며

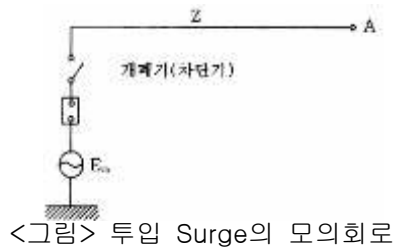
1), 2)는 개폐 Surge의 대표적인 것으로 계통에서 자주 관측되며 Surge Absorber 의 보호 대상이 되는 Surge이나 3), 4)는 파고값도 작고 절연 협조상 문제가 적다.

2. 개폐 Surge의 종류

1) 무부하 선로의 개폐 Surge

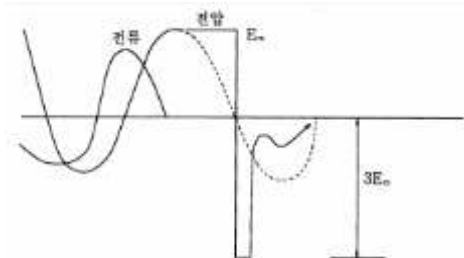
투입 Surge와 차단시 재점호 Surge로 구분됨

① 투입 Surge



차단기 투입시 발생하는 투입 Surge는 교류전압의 최대값( $E_m$ )의 2배값

② 재점호 Surge



교류전압 최대값( $E_m$ )의 3배에 이르는 Surge가 발생하고 충전전류는 전압보다 90° 정도 위상이 앞선다. 계속 Surge 전압배수가 증가하여 재점호하며 Surge가 발생한다.

2) 유도성 소전류 차단 Surge

유도성 소전류 차단시 발생하는 Surge는 전류절단 Surge, 반복재점호 Surge, 유도절단 Surge로 구분되며 차단성능이 좋은 공기차단기, 진공차단기, 소용량차단기를 사용해서 변압기의 무부하 여자전류, 소용량 전동기의 지연 소전류를 차단할 때 발생

① 전류절단 Surge

$$v = \sqrt{\frac{L}{C}} i_0 \quad \text{여기서, } v : \text{Surge} \quad i_0 : \text{전류 절단 값}$$

$$\sqrt{\frac{L}{C}} : \text{Surge Impedance}$$

전동기나 변압기가 소용량인 경우 대용량보다 Surge Impedance가 커서 Surge 가 더 가혹해짐

② 반복 재점호 Surge

전류절단으로 Surge 발생시 차단기의 극간절연이 충분히 회복되지 않으면 재발호하고 조건에 따라서 다시 소호된다. 발호와 소호가 짧은 시간에 여러번 반복 될 때 이를 반복 재발호라고 하며, 반복 재발호 Surge는 최대 상전압의 5~6배나 됨.



<그림> 반복 재발호에 의한 전압증폭(Voltage Build Up) 파형

③ 유도절단 Surge

한상이 전류 “0”점에서 차단되면 거의 동시에 나머지 2상도 차단되어 큰 전류를 절단하는 현상으로 최대 상전압의 6~7배나 되나 실제 회로에서는 거의 발생하지 않음

3. Surge Absorber의 설치

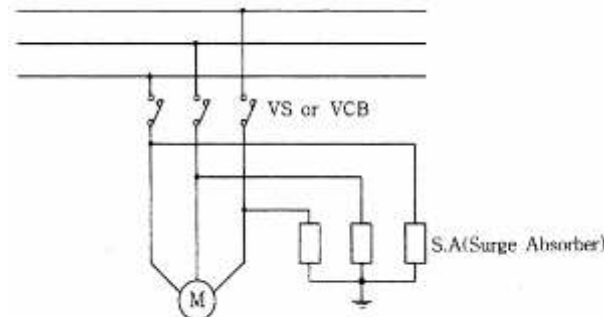
선로에서 발생할 수 있는 개폐 Surge와 순시과도 현상으로 인한 2차 기기의 악영향을 막기 위해 설치

1) 설치위치

보호하고자 하는 기기의 전단에 설치하며 대부분 개폐 Surge를 발생하는 차단기 후단에 설치

2) 설치대상

건식용기기(VCB, ACB, Mold TR, 발전기등)의 후단에 설치



<그림> SA 설치위치 예

★ 피뢰기

1. 개요

1) 피뢰기는 전력설비의 기기를 이상전압으로부터 보호하는 장치이다.

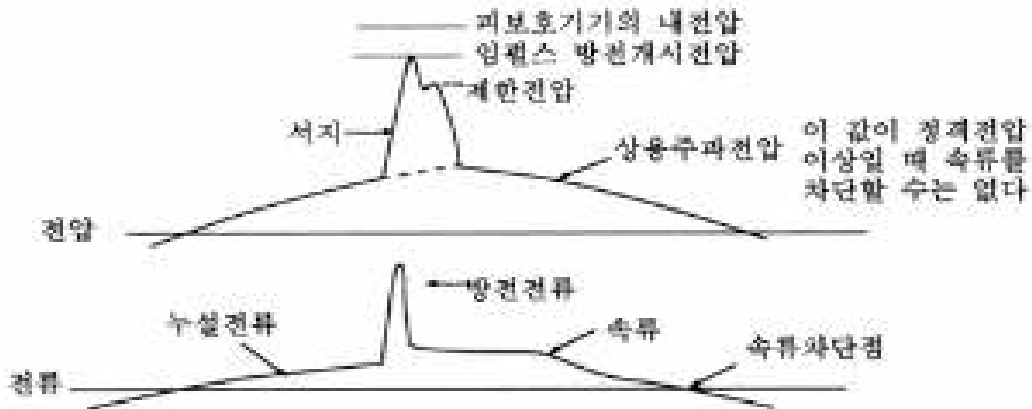
2) 피뢰기의 기능으로는

- ① 이상전압 침입에 대하여 신속한 방전 특성을 가질 것
- ② 이상전류 통전시의 단자전압을 일정 전압 이하로 억제할 것
- ③ 이상전압 처리 후 속류를 차단하여 자동 회복하는 능력을 가질 것
- ④ 반복 동작에 대하여 특성이 변화하지 않을 것 등이 있다.

3) 피뢰기는 내부구조에 따라 크게 갭형과 갭레스형으로 구분된다.

2. 피뢰기의 동작 특성

- 1) 상용주파 전압에 뇌전압이 겹쳐 파고값이 뇌임펄스 방전전압에 도달→피뢰기 방전
- 2) 동시에 방전전류가 흐르며→제한전압 발생
- 3) Surge 전압 소멸→피뢰기 도통 상태→속류→전류영점 속류 차단
- 4) 이러한 제반 동작이 반 Cycle 내의 짧은 시간에 이루어진다.



<그림> 피뢰기의 전압-전류동작특성

### 3. 피뢰기 설치 위치

피뢰기가 기기와 같은 곳에 설치되어 있으면 기기에 걸리는 전압은 피뢰기 단자전압과 같지만 거리가 멀리 떨어져 있으면 침입파형이나 기기의 배치에 따라 피뢰기의 억제전압보다 크게 된다.

$$V_t = V_p + \frac{2US}{V}$$

여기서,  $V_t$  : 기기에 걸리는 전압

$V_p$  : 피뢰기 억제전압

$S$  : 피뢰기와의 거리

$U$  : 침입파의 파두준도(차폐선로 : 500kV/μs, 일반선로 200kV/μs)

$V$  : 서지의 전파속도(가공선로 : 300m/μs, 케이블 150m/μs)

1) 내선규정 : 22.9[kV]에는 20[m]이내, 154[kV]에는 65[m]이내 설치

2) 가공선로와 케이블 접속점(가공선로말단), PFL나 COS 전단에 설치가 바람직

### 4. 피뢰기 구성

#### 1) 특성요소

① SiC(탄화규소입자)를 각종 결합체와 혼합→고온 소성→비저항 특성

② 큰 방전 전류는 저 저항값, 낮은 전압은 고저항 값으로 속류 차단

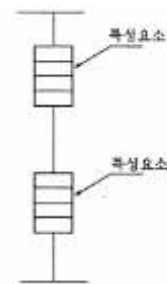
#### 2) 직렬갭(주갭)

① 정상전압→절연 상태 유지, 이상과전압→대지로 방전

② 이상과전압 흡수 및 속류 차단



<그림> 갭형



<그림> 갭레스형

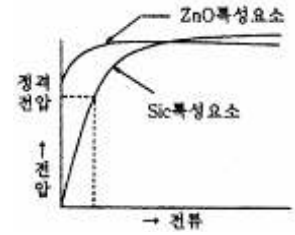
5. 피뢰기 종류

갭저항형, 벨브형, 벨브저항형, 갭레스형이 있으며 갭레스형이 많이 사용됨.

1) 갭레스형 피뢰기 : 금속산화물(ZnO)특성 요소의 뛰어난 비직선 저항 곡선을 이용하여 특성 요소만으로 제작한 피뢰기

2) 갭레스 피뢰기의 특징

- ① 방전갭(직렬갭)이 없으므로 구조간단.
- ② 소형경량이며 가격이 가장 싸다.
- ③ 소손위험이 적고 뛰어난 성능기대
- ④ 속류가 없어 빈번한 작동에 잘 견디며 특성요소 변화가 적다.
- ⑤ 특성 요소만으로 절연→특성요소 사고시 단락사고 유발가능.



<그림> 특성 요소별 V-I곡선

6. 피뢰기의 정격전압

① 비유효 접지계통 : 피뢰기 정격전압=공칭전압×1.4/1.1

② 유효 접지계통 : 피뢰기 정격전압  $E R = \alpha\beta \times V m / \sqrt{3} = k Vm$

여기서,  $\alpha$  : 접지계수

$\beta$  : 여유도

$k$  :  $\alpha \times \beta$  (보통 115%)

$V m$  : 최고허용전압 [kV]

③ 공칭전압을 V라 할 때 : (직접접지계) 정격전압 = 0.8V ~ 1.0V

(소호리액터, 저항접지계) 정격전압 = 1.4V ~ 1.6V

④ 내선규정에 의한 방법 : 22.9[kV]→18[kV], 21[kV], 3.3/6.6[kV]→7.5[kV]

7. 공칭방전전류 : 10[kA], 5[kA], 2.5[kA]

1) 10[kA] : 발전소, 154[kV] 이상 전력계통, 66[kV] 이하 계통에서 bank 용량이 3,000kVA 초과 변전소, 장거리 송전선 케이블 및 정전 축전기 bank를 개폐하는 곳

2) 5[kA] : 변전소(66kV 이하 계통, 3,000kVA 이하 बैं크)

3) 2.5[kA] : 배전선로, 일반 수용가

8. 단로장치 : 피뢰기 열화시 지락전류가 단로장치 파괴→대지로부터 분리

22.9[kV]용 피뢰기는 반드시 취부되어야 함

9. 접지선 굵기 :  $S = \frac{\sqrt{t}}{282} \times I_s [\text{mm}^2]$

여기서, S : 접지선 굵기 [mm<sup>2</sup>]

t : 고장계속 시간(22kV, 1.1적용)

I<sub>s</sub> : 고장전류 [A]

★ 무효전력 보상 방법에 대한 종류와 장, 단점 설명

1. 개요

무효전력은 전압변동에 영향을 주는 요소로 무효전력 보상 방법으로는

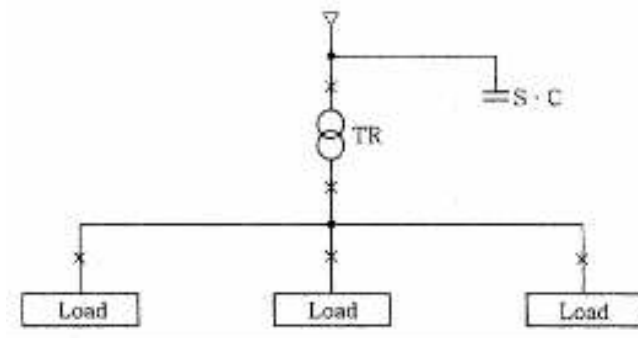
- 1) Static Condenser
- 2) 동기조상기
- 3) 정지형 무효전력 보상장치 등이 있다.

2. 무효전력 보상 방법

(1) Static Condenser의 설치

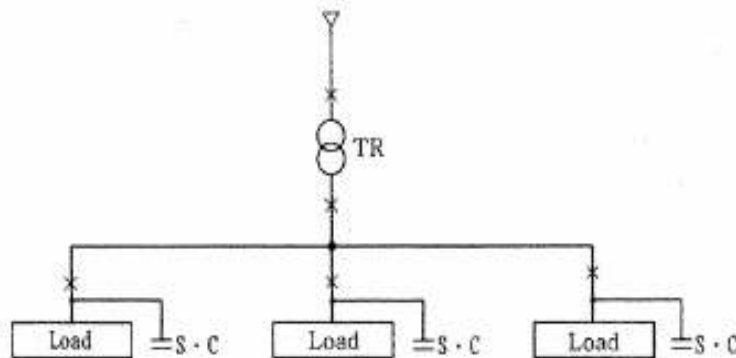
설치 방법에 따라 특징이 다르며 수전단 모선에 집합 설치하는 방법, 부하측에 분산설치, 수전단 및 부하측에 분산 설치하는 방식이 있다.

1) 수전단 모선에 집합 설치하는 방법



- ① 경제적이며 유지관리 용이
- ② 무효전력에 신속하게 대처할 수 있어 전력요금 경감 가능
- ③ 역률개선 효과는 떨어짐

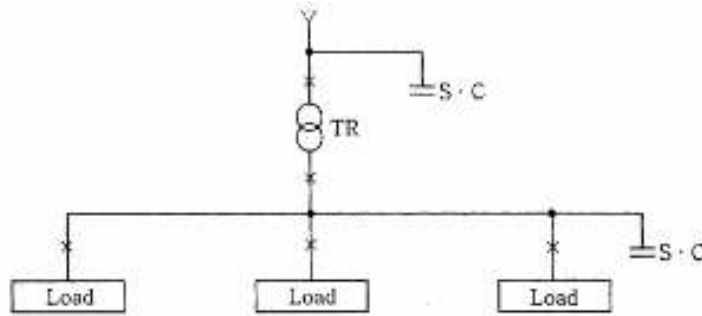
2) 부하측에 분산 설치하는 방법



- ① 가장 이상적이고 효과적인 역률개선 방법
- ② 설치 면적과 설치 비용이 많이 든다.



3) 수전단 모선과 부하측에 분산 설치하는 방식



1), 2)의 단점을 보완한 방법

(2) 동기조상기

- 1) 발전기를 동기 조상기와 같이 생각하여 운전역률을 부하에 따라 변화시켜 발전기에서 무효전력 공급
- 2) 동기전동기가 여러 대 있을 때 전동기를 진상운전시켜 무효전력 보상

(3) 정지형 무효전력 보상장치

- 1) SCR을 이용한 콘덴서 투입 (SCR을 이용하여 콘덴서를 투입하면) 충격 전압 없이 무효전력을 공급할 수 있다.
- 2) 리액터 위상제어 방식  
진상용 부하가 많은 경우 리액터로 위상제어하여 진상용을 제어 무효전력을 저감

## ★ 보호계전기

### 1. 보호계전기 설치목적

- 1) 계통의 사고에 대하여 보호 대상물을 완전하게 보호하고 각 기기에 주는 손상을 최소화
- 2) 사고 구간을 고속도로 선택 차단하여 파급을 최소화
- 3) 불필요한 정전 사고를 방지하여 전력계통의 안정도 향상

### 2. 보호계전기의 기본기능과 구성

#### (1) 기본기능

##### 1) 확실성(신뢰성)

신뢰도 높고 정확한 동작으로 오동작을 야기시키지 않는 기능

##### 2) 선택성

선택차단과 복구로 정전 구간을 최소화하는 기능

##### 3) 신속성

주어진 조건에 부합하는 경우 신속하게 동작하는 기능

##### 4) 기 타

- ① 취급이 간단하고 보수가 용이한 기능
- ② 정정변경 및 계통 변경에 신속하게 대처하는 기능
- ③ 주위 환경에 동작의 영향을 적게 받는 기능

#### (2) 기본 구성

##### 1) 검출부

보호 구간의 고장전류 및 전압을 검출하는 구성부로 CT, PT, GPT등이 이에 해당

##### 2) 판정부

검출된 고장값으로 동작여부를 결정하는 요소로 반발스프링, 억제코일, 전류, 전압 Tap 등이 이에 해당

##### 3) 동작부

검출과 판정을 거쳐 작동의 지시체에 도달한 경우 접점을 여닫는 구동을 하는 부분으로 가동철심, 가동코일, 유도원판 등이 이에 해당

### 3. 보호계전기의 분류

#### (1) 동작구조별 분류

##### 1) 가동철심형

플렌저형, 힌지형, Balance Beam형이 있다.

##### ① 플렌저형

가장 먼저 개발된 보호계전기

##### ㉠ 특 징

- 전력소비가 크다(3~20VA)
- 오차가 크다
- 동작 속도가 빠르다(10~50ms)
- 구조가 튼튼하고 가격이 저렴하다.

##### ㉡ 용 도

고속도형 과전류계전기에 사용

##### ② 힌지형

플렌저형과 비슷하나 소형으로 할 수 있는 특징이 있으며 용도로는 순시요소부 과전류계전기나 보조계전기 등에 사용

##### ③ Balance Beam형

방향성을 갖지 못하므로 방향계전기와 조합하여 사용

2) 유도형

유도원판형, 유도원통형, 유도원환형 등이 있으며, 유도원환형은 Torque 발생 효율이 높아 방향계전기에 많이 사용

3) 가동코일형

① 특 징

- ㉠ 직류에만 응동하는 계전기
- ㉡ 동작값과 복귀값의 차이가 적다
- ㉢ 동작 시간 정정변경이 용이하다
- ㉣ Torque 발생효율이 낮아 점점 압력 변경이 적다

4) 정지형

① 종 류

트랜지스터형, 전자빔형, 자기증폭기형, 홀효과형이 있으며 트랜지스터형이 많이 사용되고 있다.

② 특 징

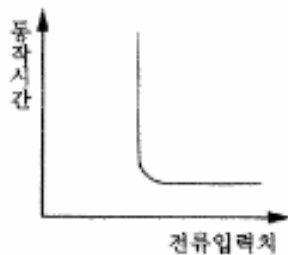
- ㉠ Switching이 고속이다.
- ㉡ 고장 전류에 의한 고조파의 영향, Surge에 대한 별도의 대책 필요
- ㉢ 온도의 영향을 받기 쉽다.
- ㉣ 반한시성을 가진 계전기로는 사용불가(조합하여 사용)

5) Digital형

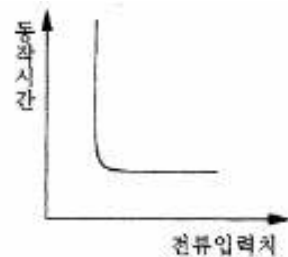
최근에 고급 수변전설비에 적용되는 계전기로 동작속도가 빠르고 오동작이 없으나 가격이 비싼 결점이 있다.

(2) 동작시한별 분류

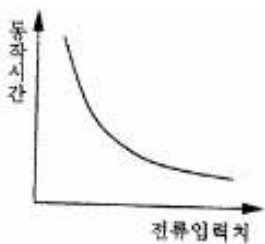
1) 한시(고속도)



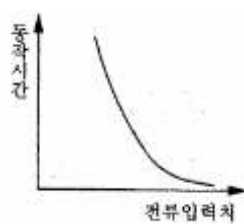
2) 정한시



3) 반한시



4) 반정한시



5) 단한시



#### 4. 보호계전기의 종류

##### 1) 과전류 계전기(OCR)

수전단에 가장 많이 채용하는 계전기로 CT에서 검출된 과전류에 의하여 동작

##### 2) 과전압 계전기(OVR)

배전선로에서 이상전압이나 과전압 내습시 PT에서 검출된 과전압에 의하여 동작

##### 3) 부족전압 계전기(UVR)

배전선로에서 순간정전이나 단락사고 등에 의하여 전압강하시 PT에서 이상 저전압을 검출하여 동작

##### 4) 전력계전기(PR)

전력 무효전력, 역전력을 검출하여 동작

##### 5) 접지계전기(GR)

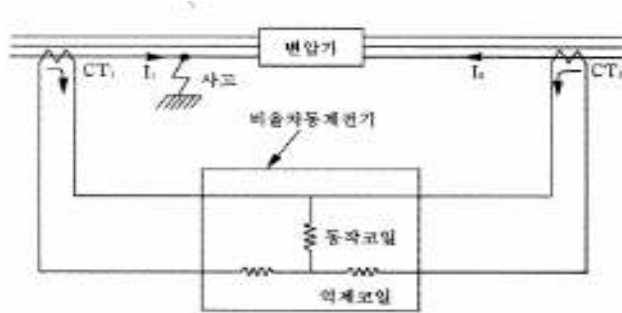
배전선로에서 접지고장에 대하여 보호동작을 하는 것으로 영상전압과 대지충전 전류에 의하여 동작

##### 6) 방향성 선택접지 계전기(SGR)

비접지 선로에서 OCR과 조합하여 지락에 의한 고장 전류를 GPT와 ZCT 등을 이용, 검출하여 한 방향으로만(선로 → 대지) 동작하도록 한 접지계전기

##### 7) 비율차동계전기(Differential Relay : Diff. R)

변압기나 조상기의 내부고장시 1차와 2차의 전류비 차이로 동작하는 계전기로 7,000[kVA] 이상의 대용량 변압기에 채용



#### 5. 보호계전기의 적용

##### 1) 적용시 고려사항

- ① 대상설비의 위치
- ② 대상설비의 종류
- ③ 대상설비의 계통에서 중요도
- ④ 대상설비의 계통적 상호 협조

##### 2) 적용의 원칙

- ① 사고 범위의 국한과 공급의 확보(선택성)
- ② 보호의 중첩과 협조(신뢰성)
- ③ 후비보호 기능의 구비(후비성)
- ④ 재폐로에 의한 계통 및 공급의 안정화(안전성)

3) 수변전설비 보호계전기 사용 기준

설비명 \ 사고별	수전단	주변압기	배전선	전력콘덴서
과 전 류	OCR	OCR	OCR	OCR
과 전 압			OVR	OVR
저 전 압			UVR	UVR
접 지			GR(SGR,DGR)	
변압기내부		Diff. R		

6. 보호계전기의 보호 협조

보호계전기의 선정·정정·운용은 국부적인 원인 해결만을 고려하여서는 안되며 자기선로의 영향을 최대한으로 줄여 선택차단하고 다른 선로에 영향을 주지 않도록 협조 설치하는 것이 보호계전기 선정시 가장 중요한 사항이다.

