

진상 콘덴서 (SC : Static Condenser)의 분류

병렬 콘덴서 :

역률개선, 선로전압강하 경감, 설비용량 증가를 위해 설치한다.

직렬 콘덴서 :

전압강하 보장, 전압변동 경감, 송전용량 증대, 선로안정도향상 및 전력조류를 제어

결합 콘덴서 :

전력선 반송전화에 이용(carrier-coupling 콘덴서)한다.

필터용 콘덴서 :

직류변환회로의 필터용이다.

고조파 방지용 콘덴서 :

발전회로, 유도회 등으로 이용한다.

기타 콘덴서 :

ACB 분압용, 방전가공장치용이다.

역률 개선 콘덴서

- 전등회로는 역률이 높으나
- 동력설비 중에는 역률이 60~80[%] 되는 부하가 많으므로 전력의 역률이 낮아진다.
- 기본공급약관에서는 수용가의 역률 개선을 요금계산에 적용

고압 콘덴서

- 고압 콘덴서는 3[kV] 또는 6[kV]의 고압
- 용량은 10[kVA]에서 300[kVA] 정도까지 여러 종류가 있다.

저압 콘덴서

- 저압 콘덴서는 220[V], 380[V], 440[V]의 동력회로에 사용
- 용량은 10[kVA]에서 600[kVA] 정도
- 수 · 변전설비에는 고압 콘덴서(특고압 콘덴서)
저압 콘덴서는 동력제어반 또는 전동기측에 취부.

역률 개선의 필요성

- 역률이 나쁘면, 전력 손실도 많아진다.
- 콘덴서에서는 앞선 전류가 흘러서 역률이 개선용으로 사용
- 역률이 나쁜 부하는 동력이며, 전 전력부하의 약 2/3 정도이므로 역률개선은 동력부하를 대상으로 한다
- 전기설비에서 지연역률의 부하는 무효전류를 여분으로 계통에 흐른다.

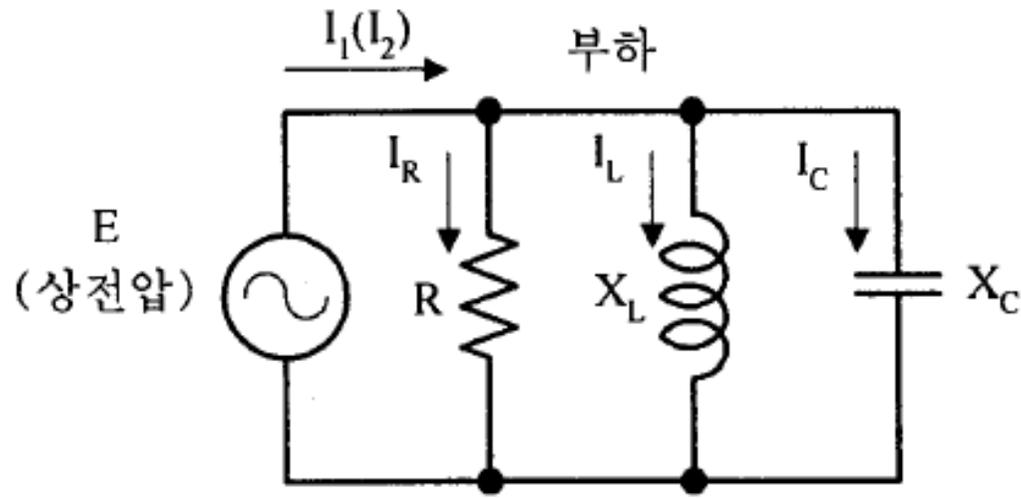
지연역률의 장애

- 전력손실은 크다. - 전압강하가 크다. - 설비용량이 증가한다.

전력요금의 관계

- 전력회사는 수용가에게 기기 역률을 90[%] 이상으로 유지하도록 요구
- 역률이 90[%]를 초과하는 경우 95[%]까지는 매 1[%]에 대하여 기본요금을 감
- 90[%]에 미달할 때는 매 1[%]에 대하여 추가(한전기본공급약관 제 43조, 제 44조).
- 역률이 90[%] 미만일 때는 전기요금이 비싸게 된다.

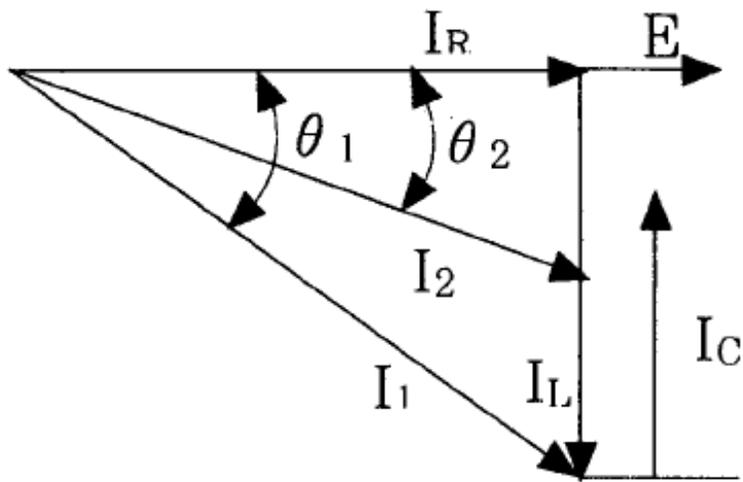
역률 개선의 원리



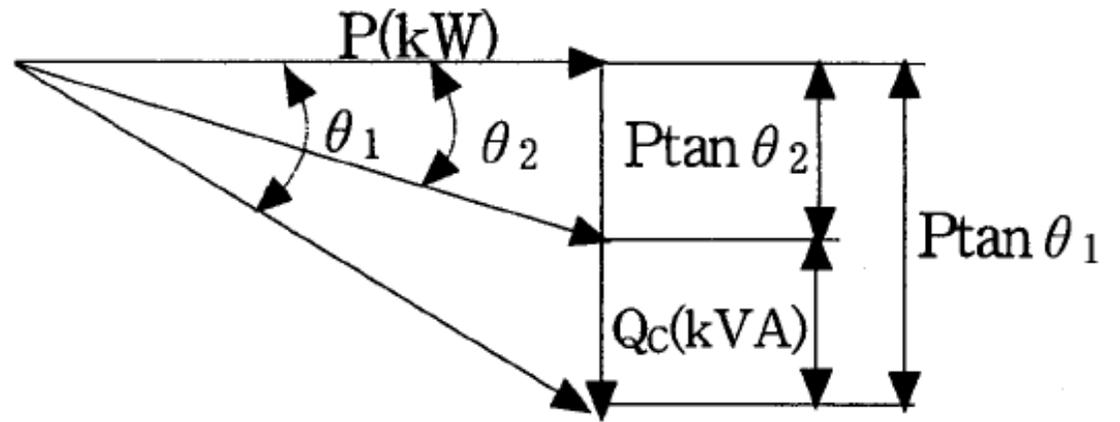
단상등가회로

- 부하는 R 과 X_L 의 조합이며 전압과 전류는 위상차를 나타내며 이를 역률이라 한다.
- I_R (유효전류)는 전압 E 와 같은 위상이고, X_L 에 흐르는 전류 I_L (무효전류)는 전압 E 보다 90° 뒤진 위상차를 갖는데 벡터합의 전류는 I_1 가 된다.
- 부하와 병렬로 진상용 콘덴서에 의한 용량성 리액턴스 X_C 를 접속하면, I_C 는 E 보다 90° 앞선 위상이 되어 I_L 은 I_C 만큼 상쇄되어 겉보기 전류 I_1 이 I_2 로 감소한다.

- 역률 $\cos\theta_2$ 로 되어, 진상용 콘덴서를 설치하기 전보다 역률이 1에 가까워진다.



역률개선의 원리(벡터)



역률개선용콘덴서의 용량계산

역률개선용 콘덴서 용량 계산

- 유효전력을 $P[\text{kW}]$, 역률 $\cos\theta_1$ 으로 하면 무효전력 $Q[\text{kVA}]$

$$Q = \frac{P}{\cos\theta_1} \times \sin\theta_1$$

Q_c 라는 콘덴서를 부하와 병렬로 접속하면 무효전력 Q 는 $Q - Q_c$,
개선후의 역률 $\cos\theta_2$ 는

$$\cos\theta_2 = \frac{\text{유효전력}}{\text{피상전력}} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q - Q_c)^2}} \text{로 주어진다.}$$

- 개선 전의 역률 $\cos\theta_1$ 과 부하 P 가 주어진 경우 역률을 $\cos\theta_2$ 로 개선하고자 할 때
설비해야 할 콘덴서의 용량은

$$Q_c = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$$

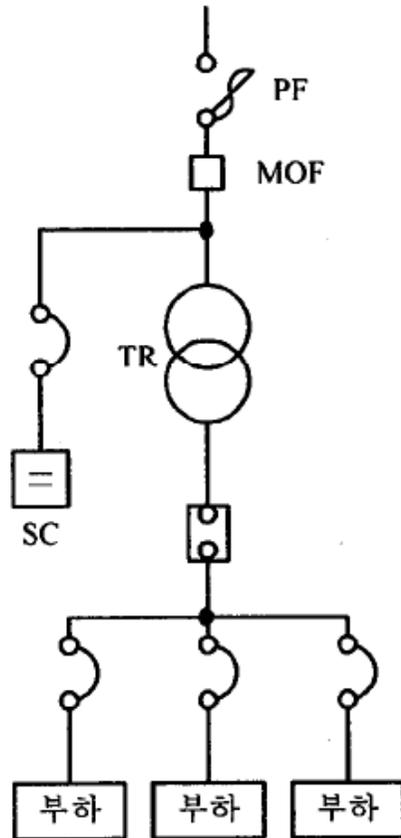
$$Q_c = P\left(\frac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1} - \frac{\sin\theta_2}{\cos\theta_2}\right)$$

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

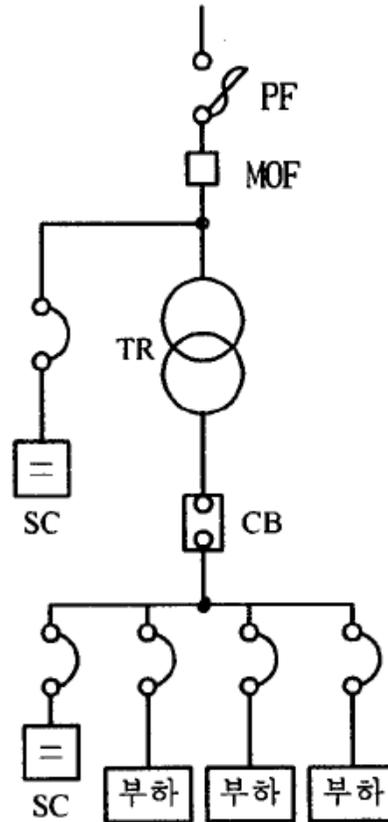
Q_c 는 콘덴서의 용량[kVA], Q 는 부하의 무효전력[kVAR], P 는 부하의 유효전력[kW],
 $\cos\theta_1$ 는 개선 전의 역률, $\cos\theta_2$ 는 개선 후의 역률이다.

콘덴서 설치장소와 효과

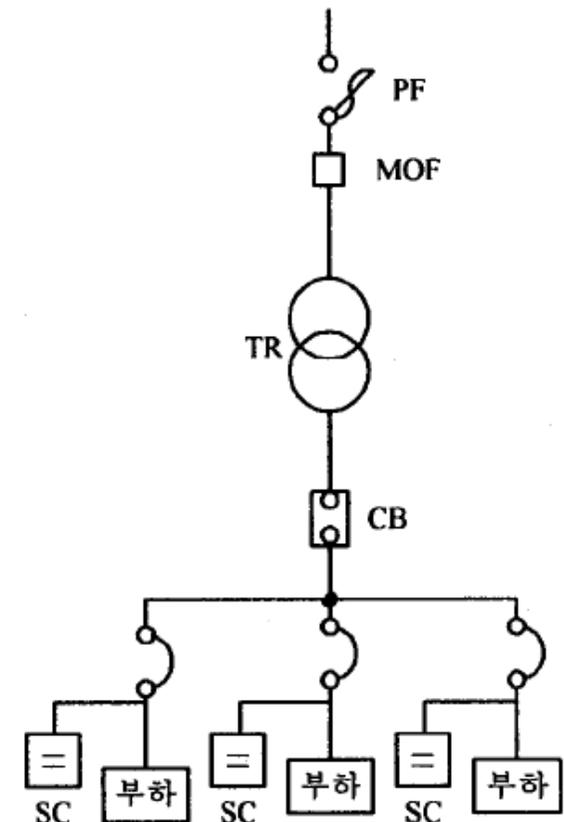
- 구내계통, 부하조건에 따라 검토가 개별적으로 요구
- 효과, 보수, 점검, 경제적인 선정요소가 다양하여 각각 장·단점이 있다.



중앙집중설치



분산배치



부하말단에 분산하여 설치

1. 수전선 모선에 중앙집중으로 설치하는 방법

- 관리가 용이 - 무효전력에 신속 대처 - 전력요금 등에 대한 절감효과를 가져올 수 있으나 **선로의 개선효과는 기대할 수 없으므로 부하분산설치와 병행하여 설치하는 것이 바람직하다.**

2. 부하와 중앙에 분산배치하여 설치하는 방법

- 수전단 모선 중앙과 부하와 병행하여 설치하는 방법으로 중앙집중 설치방법보다 개선효과가 크다.

3. 부하말단에 분산하여 설치하는 방법

- 콘덴서 설치에 따른 효과가 배전선을 포함한 전원측의 경로를 통해 나타나므로 각각의 **부하에 개별적으로 설치하는 방식이 가장 효과가 크고**, 콘덴서제어가 간편하나 부하에 각각 부설해야 경제적인 부담이 크다.

역률제어

- 높은 역률을 유지하고 전기 설비를 효율적으로 이용하려면
- 부하의 변동에 맞춰 필요한 진상용량만 공급하도록 콘덴서를 개폐 제어해야 한다.
- 과보상으로 인한 손실증대를 막기 위해 **콘덴서자동제어방식**이 많이 채용
- 건축전기설비의경우도 건물의 용도와 규모에 따라 적절한 제어방식이 적용되고 있다.
- 수동조작과 자동조작이 있으며, 수동조작에는 직접조작과 원방조작 두 가지가 있다.

자동조작방식의 제어요소별 구분

- 무효전력에 의한 제어,
- 전압에 의한 제어,
- 역률에 의한 제어,
- 전류에 의한 제어,
- 시간에 의한 제어

1. 무효전력에 의한 제어

- 무효 전력에 의해 콘덴서를 투입, 개방하며
- 무효전력 계전기를 써서 무효전력 정정치보다도 커졌을 때 개방하는 방식이다.

2. 전압에 의한 제어

- 모션전압이 정정치보다 내려갔을 때 콘덴서를 투입하고 정정값 이상이 되면 차단
- 1차 변전소처럼 목적이 모션전압의 조정에 있는 경우에 쓰이며
역률 개선용으로는 보통 쓰이지 않는다.

3. 역률에 의한 제어

- 역률계전기를 써서 제어
- 조정폭이 부하감소와 더불어 작아지고 그 폭이 1군의 용량보다 작아지는 곳에서 반드시 헌팅을 일으킨다.

4. 전류에 의한 제어

- 부하상태에 따라 역률이 일정한 경우 등에 쓰이는 것
- 무효전력과 부하전류의 관계를 조사하여 정정할 필요가 있다.

5. 시간에 의한 제어

- 상점, 백화점처럼 **업무시간에는 일정한 부하**가 되고 종료시에는 거의 무부하가 되는 경우에 쓰이는 수가 있다.
- **타임 스위치의 조합**에 의해 연간을 통한 제어도 사용되고 있다.

부속기기

- Static Condenser,
- 개폐기,
- 조작반,
- 방전장치,
- 직렬리액터(SR : Series Reactor)

1. 방전장치(Discharge Device)

- 콘덴서를 회로로부터 개방하였을 때 전하가 잔류함으로써 일어나는 위험을 방지하고 투입 시 걸리는 고전압을 방지하기 위해서 방전장치가 사용
- 콘덴서 회로에 직접 접속, 또는 콘덴서회로를 개방하였을 경우, 자동적으로 접속
- 저압용의 경우,
 개로 후 3분 이내에 콘덴서의 잔류전하를 75[V] 이하로 저하시킬 수 있는 능력을
 가지는 것이어야 한다 (내선 규정 340 - 2)
- 고압용의 경우
 5초 이내로 50[V] 이하로 방전시킬 수 있는 능력을 갖추어야 한다 (내선규정 715-6)
 - ➔ **방전코일(discharge coil)** : 대용량에 사용
 - ➔ **방전저항** : 소용량에 사용

2. 직렬 리액터

- 콘덴서회로에 직렬로 삽입

계통 전압파형의 변형 증대를 제어함과 동시에 파형을 더욱 개선하는 것

- 콘덴서 투입시의 돌입전류 억제, 차단시 재점호 발생시에 모선의 서지전압을 억제하는 효과도 있다

파형왜곡과 원인과 대책

- 콘덴서를 사용하면 회로의 전압이나 전류파형의 왜곡을 확대하는 수가 있고 때로는 기본파 이상의 고조파를 발생하는 수가 있다.
- 고조파 전압은 변압기의 이상소음을 증대시키고, 콘덴서 회로에 이상전류를 발생시켜 콘덴서의 운전에 지장을 주기도 하고 고조파전류에 의한 계전기류의 오동작을 일으키게 하는 수도 있다.
- 3상 회로에 포함돼 있는 고조파차수는 제 5고조파가 가장 많고 다음이 제 7고조파, 제 11고조파로 되어 있다.

고조파의 발생원인

1. 변압기의 철심에 의한 자기포화특성에 기인하는 것
2. 정류기 부하에 기인하는 것

고조파에 의한 영향

- 회로투입에 의해 전원측리액턴스와 콘덴서리액턴스 LC공진에 확대되는데 기인.

이 공진주파수 f_r 은

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} [Hz] \text{ 로 표시되고}$$

- f_r 와 같은 주파수의 전류가 계통에 흐르고 있으면

- 콘덴서의 단자전압은 이 전류 때문에 과대해져서 계전기의 오동작이나 전동기의 이상소음 등 원인이 된다.

- 회로의 고조파전압은 콘덴서를 삽입하면 콘덴서의 용량성 때문에 확대된다.

- 콘덴서에 유입하는 고조파전류는

기본파에 겹쳐서 흐르게 되므로 고조파를 줄이는 방법은

일반 3상 회로에서는 제 5고조파 이상을 생각하면 되고 제 5고조파에 대해 회로를 유도성으로 하면 되기 때문에 직렬리액터를 삽입한다.

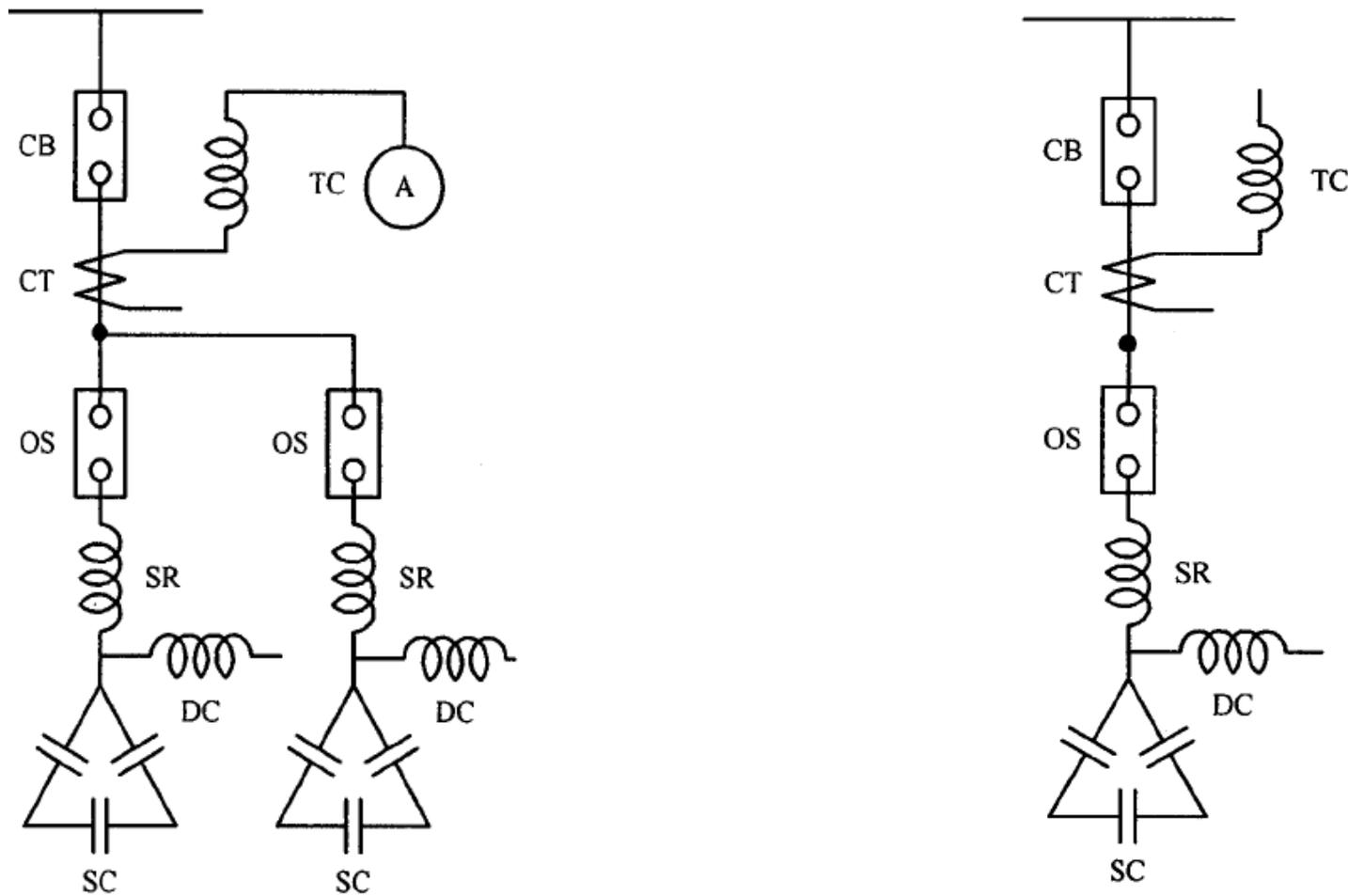
- 제 5고조파에 대해 유도성으로 하기 위해서는 직렬 리액터의 인덕턴스를 L, 콘덴서의 커패시턴스를 C라고 하면

$$5\omega L > \frac{1}{5\omega C} \quad \omega L > \frac{1}{5^2} \cdot \frac{1}{\omega C} = 0.04 \cdot \frac{1}{\omega C}$$

- 콘덴서리액턴스의 4[%] 이상 되는 리액터의 리액턴스가 필요하게 된다.

- 주파수의 변동이나 경제성의 면에서 6[%]를 표준으로 하고 있다.

- 제 3고조파가 존재할 때에는 13[%] 가량의 직렬리액터를 넣는 수도 있다.



직렬리액터 결선도(콘덴서용량 300[kVA] 이상) 직렬리액터 결선도(콘덴서용량 300[kVA] 이상)

[주] 콘덴서의 용량이 100[kVA] 이상의 경우에는 CB 대신에 OS나 VC 또는 Int S/W를
50[kVA] 미만인 경우에는 COS를 직렬로 하여 사용할 수 있다.

직렬 리액터 사용시의 주의사항

1. 콘덴서 단자전압의 상승 :

- 6[%]리액터에 의해 콘덴서단자전압은 약6[%] 상승, 콘덴서전류도 약 6[%] 증가
- 콘덴서는 약 13[%]의 용량이 증가하는 셈이 되므로 큐비클 내에 발열을 검토할 때는 주의할 필요가 있다.

2. 콘덴서와 용량을 합치는 일 :

- 직렬 리액터는 직렬기기이므로 동일 용량의 콘덴서와 조합해야만 성능을 발휘

3. 콘덴서의 최대 사용전류

- 충전전류에 고조파가 포함되어 있는 경우,
그 합성전류의 실효값이 정격전류의 135[%] 이내라고 규정되어 있다.
- 콘덴서전류가 정격전류의 120[%] 이상 흐르는 경우에는
고조파의 영향을 받고 있다고 믿어지므로 이런 경우에는 다른 기기에 악영향을 줄
것도 고려하여 직렬 리액터를 사용할 필요가 있다.

4. 모선의 단락전류가 큰 계통 또는 병렬콘덴서군이 있는 경우

- 콘덴서에 직렬리액터가 부착되어 있지 않으면 콘덴서 투입시에 돌입전류가 과대해지기 때문에 CT 2차측 회로에서 플래시 오버(flash over)하는 수가 있다.
- 이런 경우 콘덴서를 접속할 때는 직렬 리액터가 부착된 것을 사용하도록 한다.

콘덴서 개폐장치의 요구성능

1. 투입시에 과대한 돌입전류에 견딜 것
2. 개방시의 회복전압에 견디어 재점호현상이 없을 것
3. 전기적 기계적으로 다빈도 개폐에 견딜 것
4. 보수점검의 주기가 길고 수명이 길 것
5. 보수하기 간편하고 종합적으로 경제적인 것

콘덴서 개폐장치

- 개폐성능, 개폐수명, 보수점검, 소요면적, 경제성 등을 고려하여
- **고압의 경우 진공 개폐기와 가스 개폐기**가 많이 사용, COS를 직결하여 사용하는 경우도 있다.
- 저압의 경우는 보통 MCCB 또는 전자 개폐기가 사용되고 있다.

전력용 콘덴서의 보호방식은

1. 계통 이상시에 콘덴서 설비의 개방

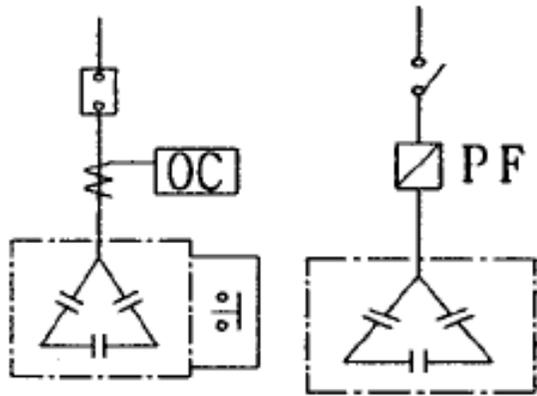
- 계통 이상시에 콘덴서 설비를 보호하는 목적 외에도 콘덴서 때문에 계통에 이상이 더 확대하는 것을 방지한다는 목적

2. 설비내 사고시에 콘덴서 설비의 개방

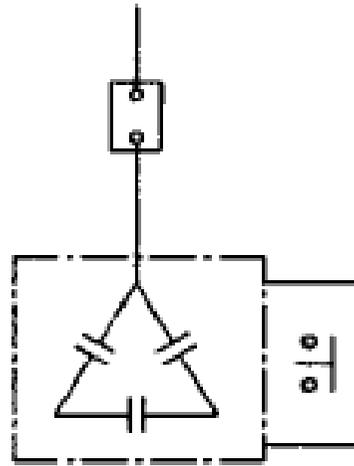
- 설비 내의 사고가 계통에 파급되는 것 때문에 2차 사고가 유발되는 것을 방지하고 나아가서 콘덴서 설비 내에서도 가능한 한 사고를 국한시키자 하는 것

콘덴서 내부고장에 대한 보호방식

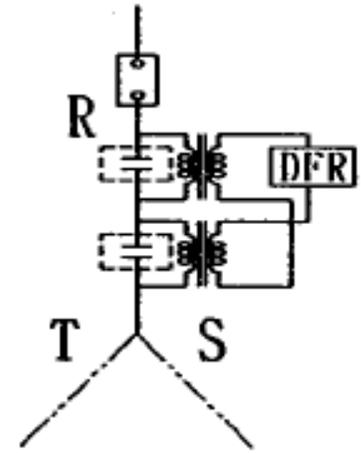
1. 과전류검출방식
2. 콘덴서 내의 압력검출방식
3. 차전압검출방식
4. 중성점 전위검출방식



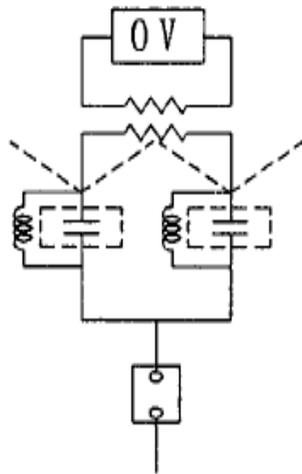
과전류 검출방식



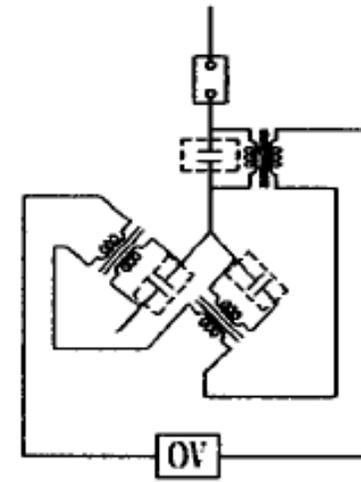
내압 검출방식



차전압 검출방식



중성점전위검출방식(Double Star)



중성점전위검출방식(Open Delta)

콘덴서 보호방식

- 고압수전설비에서는
과전류검출방식, 콘덴서 내의 압력검출방식 방식이 보통 채용되고 있다.
- **차전압검출방식, 중성점 전위검출방식**은
과전류검출방식, 콘덴서내의 압력검출방식에 비하여 고장의 초기단계에서 검출이 가능한 반면 고가이기 때문에 특별고압회로용 콘덴서의 보호에 쓰이고 있다.
- 고압수전설비에서 500[kVA] 정도 이상의 콘덴서에서는 이들 보호방식이 쓰여지기도 한다.

5) 콘덴서 뱅크의 자동제어 방식

- **진상용 콘덴서 콘덴서를 개폐제어 방식.**
 - ① 특정부하 개폐신호에 의한 제어
 - ② 프로그램에 의한 제어
 - ③ 수전점 무효전력에 의한 제어
 - ④ 수전점 역률에 의한 제어
 - ⑤ 부하전류에 의한 제어

6) 변압기 개선용 콘덴서 부설 용량 기준(수전변압기 용량의 경우)

변압기 용량(KVA)	콘덴서 용량(KVA)
500KVA 이하	변압기 용량 × 5%로 콘덴서 용량 결정
500 ~ 2000KVA 이하	변압기 용량 × 4%로 콘덴서 용량 결정
2000KVA 초과시	변압기 용량 × 3%로 콘덴서 용량 결정

※부하용 콘덴서의 경우 일반적으로 부하말단에 부하량이 약30%를 개별 설치하고 MG(마크네트) 및 I/O UNIT를 취부하여 디지털 RS-422통신으로 최대 256개 까지 간편하게 배선하여 원방감시 및 제어한다.

고압콘덴서 설비의 내부고장 보호장치

- 콘덴서에 고장이 발생할 경우 사고의 확대와 파급을 방지하기 위하여 콘덴서를 회로로부터 신속히 제거하여야 한다.

(1) 중성점간 전류검출방식(Neutral Current Sensing)

- Y로 결선된 콘덴서를 2조로 하여 콘덴서 고장시 중성점간에 흐르는 전류를 검출하는 방식이다.

중성점간 전류검출방식의 특징

- 검출속도가 빠르고 동작이 확실하다.
- 회로전압의 변동, 직렬리액터의 유무, 고조파의 영향을 받지 않는다.
- 콘덴서회로 투입시 과도현상(돌입전류)에 의한 오동작이 없다.

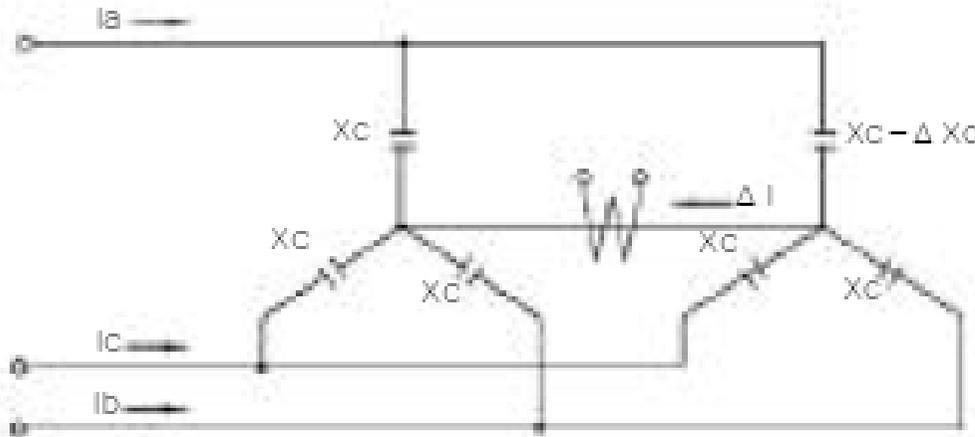


그림 1. 중성점 전류검출방식

중성점 전압검출방식(Neutral Voltage Sensing)

- NVS(Neutral Voltage Sensing)를 결선하여 보호하는 방식으로 6.6kV, 3.3kV 계통에 널리 사용하고 있으며 콘덴서 Bank의 구성은 단상콘덴서 3대를 Y연결하여 사용한다.

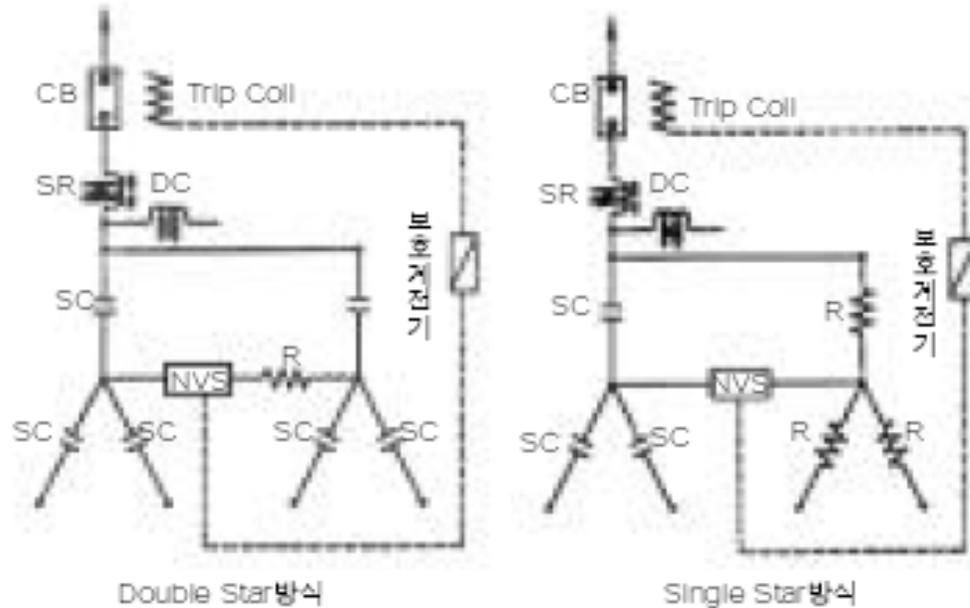


그림 2. 중성점 전압검출방식

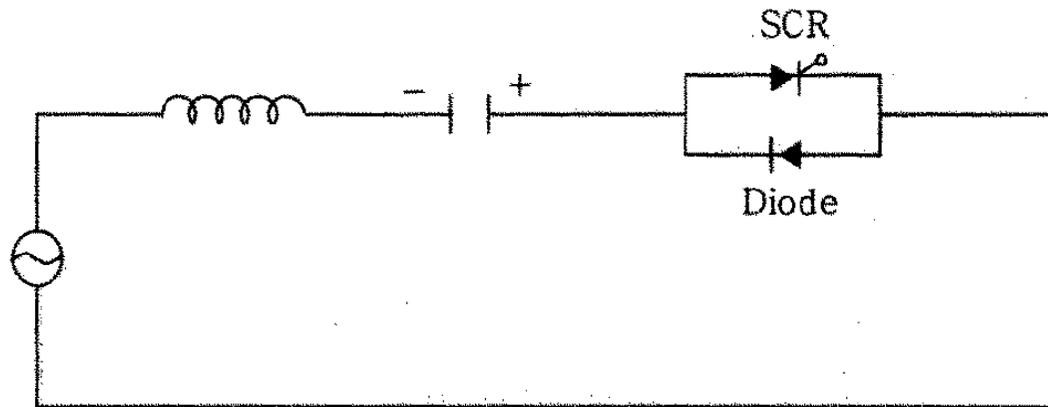
동기조상기

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

정지형 무효전력 보상장치

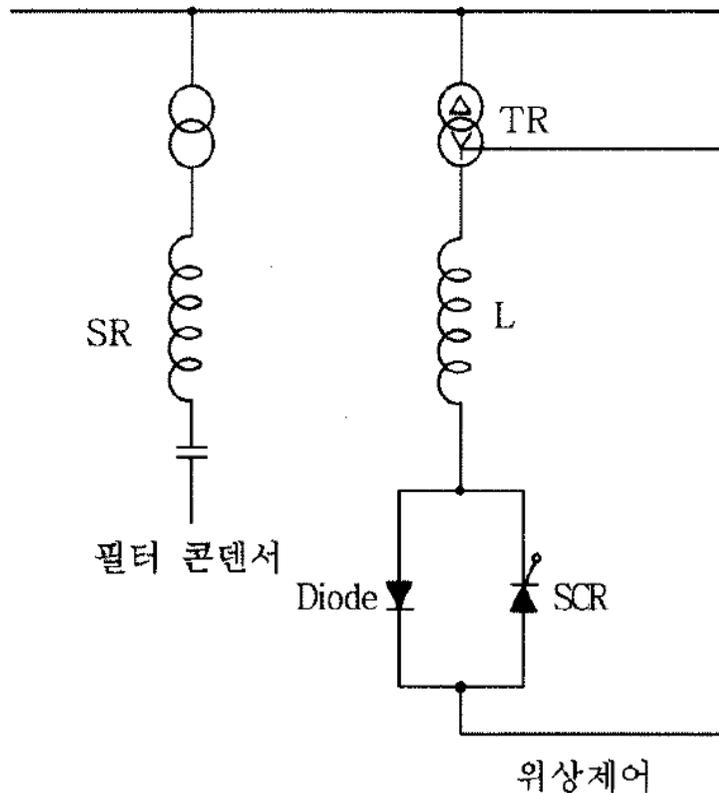
SCR을 이용한 콘덴서 투입

(SCR을 이용하여 콘덴서를 투입하면) 충격 전압 없이 무효전력을 공급할 수 있다.



단상등가회로

리액터 위상제어 방식



리액터 위상 제어방식

콘덴서의 개폐는 일반유도회로 개폐에 비하여 특성.

- 1) 콘덴서 투입시 돌입전류가 대단히 크다.
- 2) 콘덴서 개방시 개폐기 극간의 회복전압이 크고, 재점호하면 이상전압 발생

진상용 콘덴서에 대하여

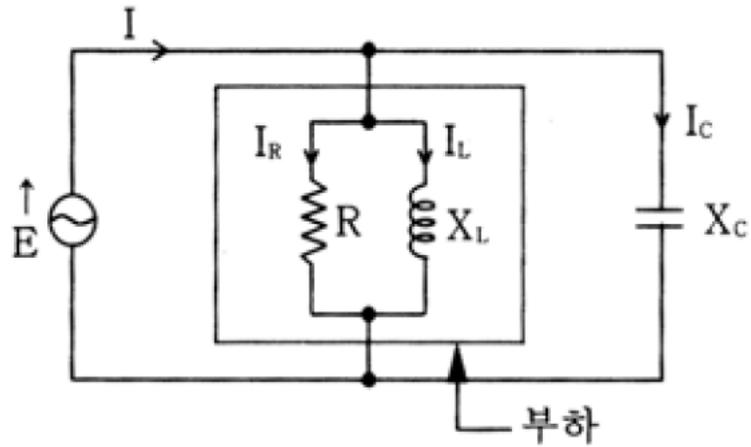
1. 역률 개선의 원리

전력부하는 일반적으로 저항과 유도성리액턴스로 이루어져 있으며 전압과 전류는 저항과 리액턴스의 임피던스에 의하여 $\cos \theta$ 만큼의 위상차가 발생한다. 이 위상차를 역률이라 부르며, 이 역률을 보상하기 위하여 부하와 병렬로 진상용콘덴서를 설치하면 콘덴서에 흐르는 전류는 회로에 흐르는 전류보다 앞서기 때문에 유도성 리액턴스에 흐르는 전류와 상쇄되어 역률이 개선된다. 이때 콘덴서의 용량은 역률 개선 분석도에 의하여

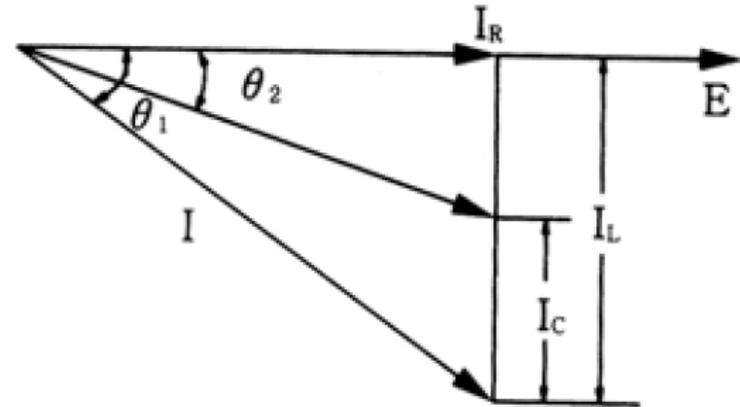
$$Q_C = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$$

$$= P \left(\sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_2} - 1} \right) [kVA] \text{가 된다.}$$

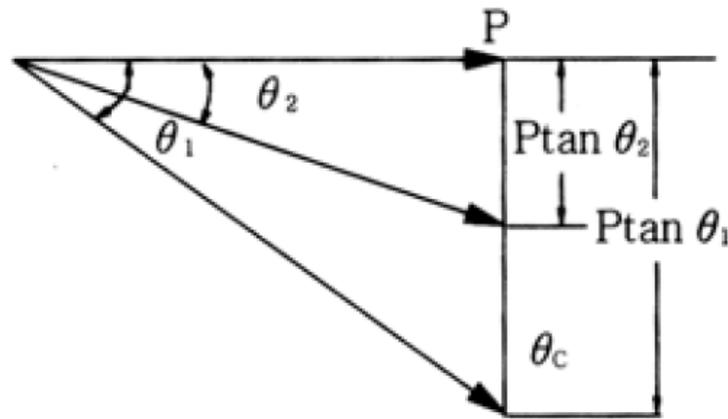
P : 부하용량, $\cos\theta_1$: 개선전 역률, $\cos\theta_2$: 개선후 역률



a) 회로도



b) 전류 Vector도



c) 용량 Vector도

역률 개선 분석도

2. 설치효과

1) 변압기·배전선의 손실 감소

① 변압기의 손실 감소

- 변압기에 전류가 흐르면 $I^2 r$ 의 손실이 발생하는데 진상용 콘덴서를 설치하면 무효전류를 감소하므로 변압기 손실이 감소된다.

변압기 손실 중에서 동손이 차지하는 비율을 75[%]라고 하면

손실 감소량 W_{t1} 은

$$W_{t1} = \left(\frac{100}{\eta} - 1 \right) \times \frac{3}{4} \times \left(\frac{P}{P_t} \right)^2 \times \left(1 - \frac{\cos^2 \theta_1}{\cos^2 \theta_2} \right) \times P_t \text{ [kVA]} \text{가 된다.}$$

여기서, η : 변압기 효율, P_t : 변압기 용량, P : 부하 용량
 $\cos \theta_1$: 개선전 역률, $\cos \theta_2$: 개선후 역률

② 배전선의 손실 감소

- 배전선에 흐르는 무효전류가 감소하므로 배전선 손실이 감소됨
손실 감소량은 W_{t2} 라 하면

$$W_{t2} = \frac{P_r^2}{E^2} \times R \times \left(\frac{1}{\cos^2 \theta_1} - \frac{1}{\cos^2 \theta_2} \right) \times 10^{-3} [kW] \text{가 된다.}$$

여기서, E : 회로전압, Pr : 부하의 유효전력 R : 선로 1상분의 저항

2) 설비 용량의 여유도 증가

- 진상용 콘덴서를 설치하면 무효전력이 감소되어 Vector도에 의해 설비용량의 여유도가 증가한다.

① 콘덴서 설치전

- 부하 역률 $\cos \theta_1$, 설비 용량 T[kVA]라 하면
유효전력 P1, 무효전력 Q1은
각각 $P1 = T \cos \theta_1$, $Q1 = T \sin \theta_1$ 으로 표시되며

② 콘덴서 설치후

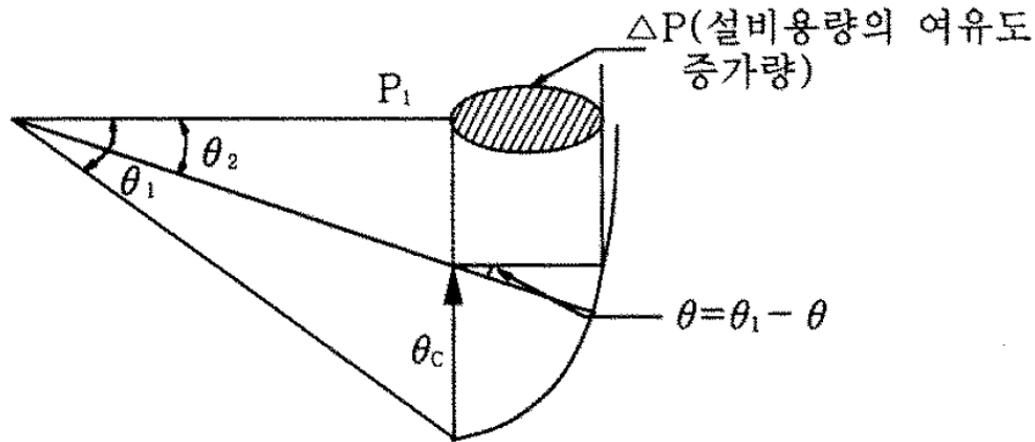
- Qc [kVA]의 콘덴서를 설치하여 역률을 개선하였을 때
개선된 역률을 $\cos\theta_2$,

유효전력 P2, 무효전력 Q2라 하면

$P_2 = T \cos\theta_2$, $Q_2 = T \sin\theta_2$ 이므로

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T \cos\theta_2}{T \cos\theta_1} = \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1} \text{ 로 표시되며}$$

이 때 증가된 용량 $\Delta P = P_2 - P_1$ 이 되며 이를 Vector도로 나타내면 아래 그림과 같다.



3) 전압강하율의 감소

- 콘덴서를 설치하면 개선전류에 의해 삽입모선의 전압을 상승시키는 효과가 있어 그 상승값(ΔV)만큼 전압강하를 막을 수 있다.

$$\Delta V = \frac{Q_C}{Q_{RC}} \times 100[\%]$$

여기서, Q_C : 삽입하는 콘덴서 용량[kVA]

Q_{RC} : 콘덴서가 삽입된 모선의 단락용량[kVA]

4) 전력요금의 경감

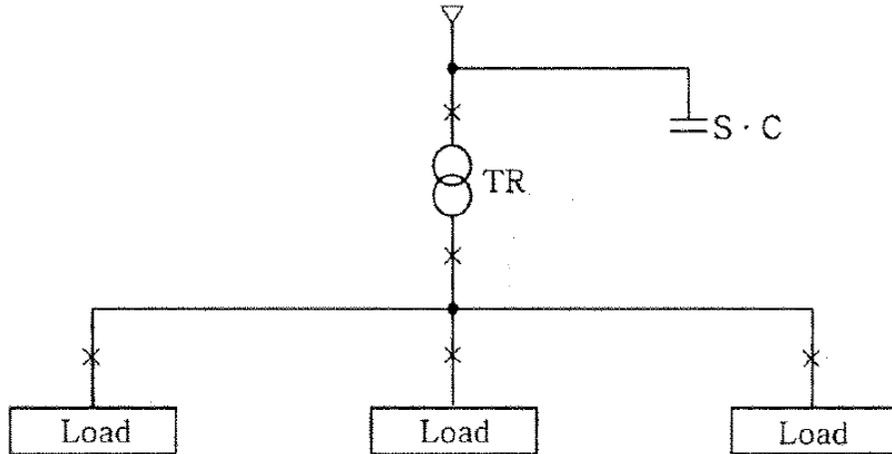
한전의 전기공급규정에 의하여 역률 90[%] 이하가 되면 매 1[%]가 떨어질 때 마다 추가 전기요금을 납부하여야 하므로 콘덴서 설치에 따라 추가전력요금을 경감 할 수 있다.

전력요금=기본요금+전력량요금

- **기본요금=** 계약전력 $\times \left(1 + \frac{90 - \text{역률}}{100}\right) \times$ 전력단가
- **전력량요금=전력사용량 \times 전력단가**

3. 설치방법

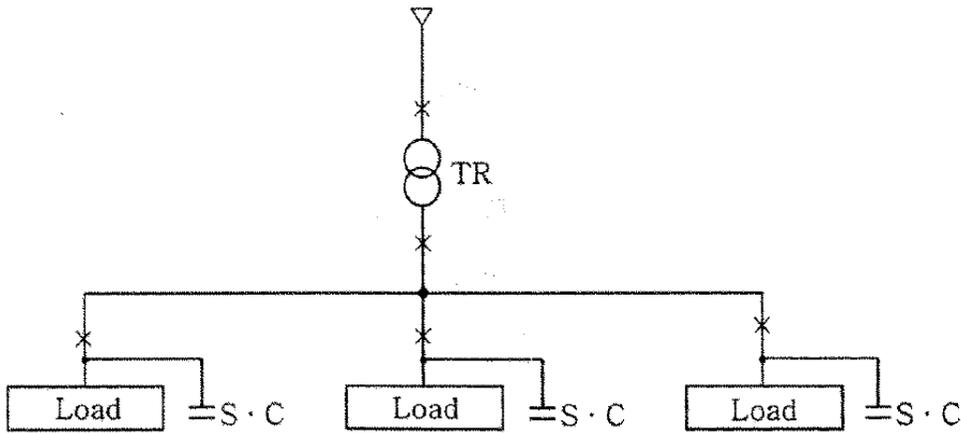
1) 수전단 모선에 집합 설치하는 방법



〈특징〉

- ① 무효전력에 신속히 대처할 수 있어 전력요금 경감
- ② 역률 개선 효과는 떨어짐

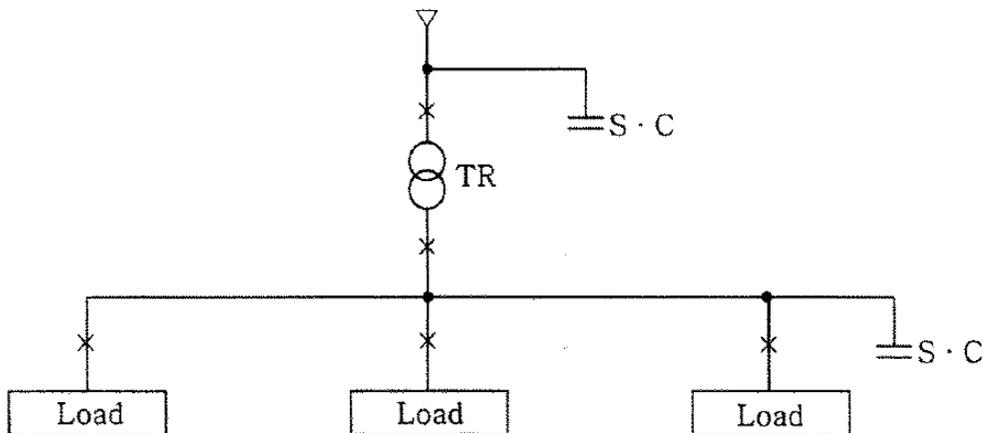
2) 부하측에 분산 설치하는 방법



〈특징〉

- ① 가장 이상적이고 효과적인 역률 개선방법
- ② 설치면적 및 설치비용이 많이 든다.

3) 수전단 및 부하측에 분산 설치하는 방법



〈특징〉

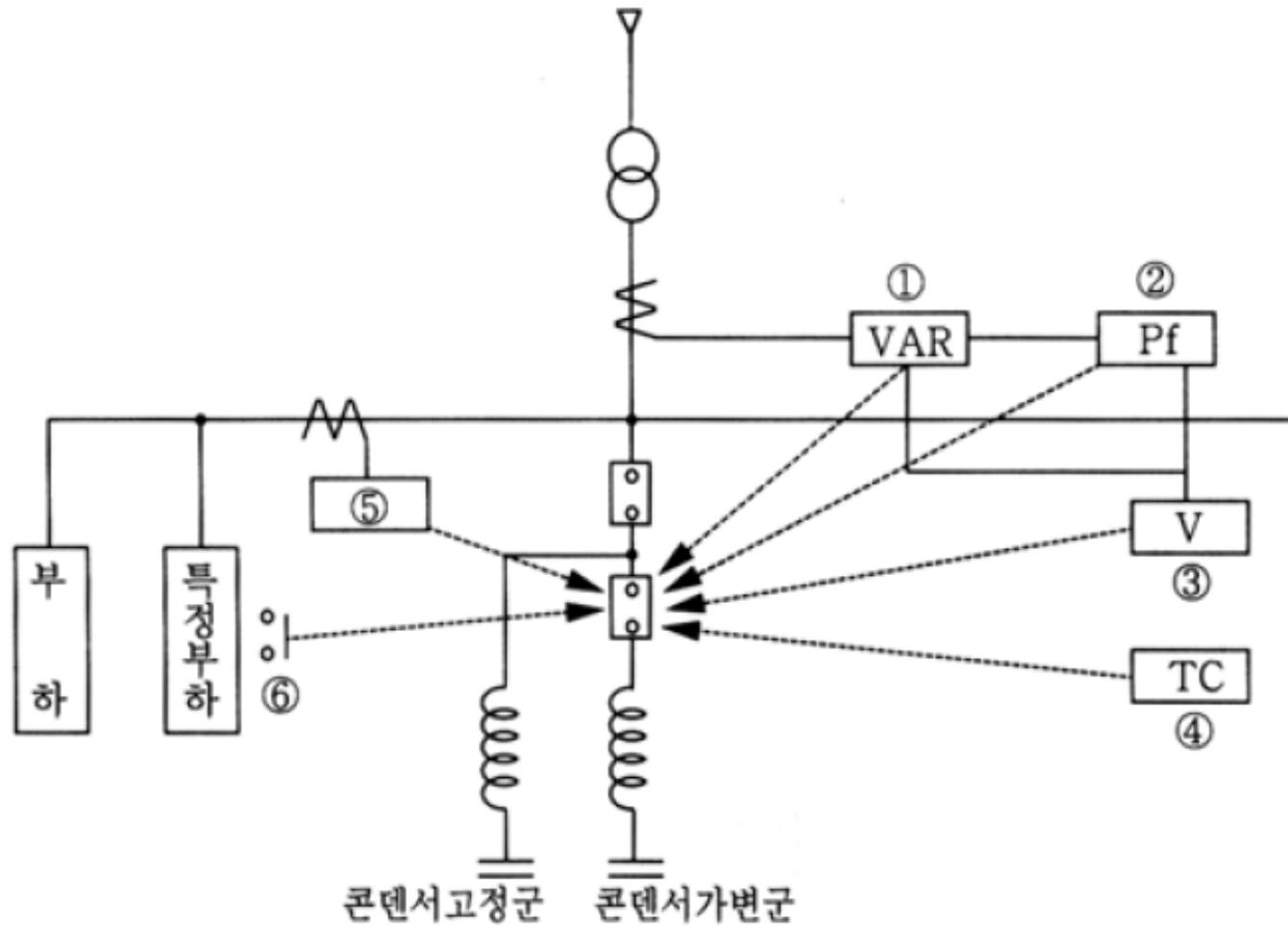
- 1), 2) 방식의 단점을 보완한 방법

4. 자동제어 방식

- 진상용 콘덴서를 설치하여 부하의 이용도에 따라 100[%] 조정하는 것은 불가능하므로 설치효과를 높이고 전원의 과보상으로 인한 손실증대를 방지하기 위하여 역률자동제어 방식을 채택하고 있다.

1) 회로도

- 일반적인 역률 자동제어 회로도는 아래 그림과 같다.



역률 자동제어 회로도(예)

2) 자동제어 방식

자동제어	적 용	특 징
① 수전점 무효전력에 의한 제어	- 모든 변동부하	- 부하변동의 종류에 관계없이 적용가능하며 순간적인 부하변동에만 주의
② 수전점 역률에 의한 제어	- 모든 변동부하	- 같은 역률이라도 부하의 크기에 따라 무효전력이 다르므로 일반적인 수용가에서는 적용 안함
③ 모선전압 제어에 의한 제어	- 전원임피던스가 크고 전압변동이 큰 계통	- 역률 개선의 목적보다도 전압강하를 억제할 목적으로 적용하는 것이며 전력회사에서 많이 채용
④ 프로그램에 의한 제어	- 하루의 부하변동이 거의 일정한 곳	- Timer의 조정과 조합으로 기능변동이 가능하며 경제적인 제어방식임
⑤ 부하전류에 의한 제어	- 전류의 크기와 무효 전력의 관계가 일정한 곳	- CT의 2차측 전류만으로 적용이 가능하며 경제적인 제어방식임
⑥ 특정부하 개폐에 의한 제어	- 변동하는 특정부하 이외에 무효전력이 거의 일정한 곳	- 개폐기의 접점만으로 간단히 제어할 수 있어 가장 경제적인 제어방식임

5. 구성요소

-. Static Condenser, 개폐기 조작반, 방전코일(D.C : Discharge Coil), 직렬리액터(S.R : Series Reactor)로 구성되어 있음

1) 방전코일(Discharge Coil)

- ① 콘덴서를 회로로부터 개방하였을 때 전하가 잔류하므로서 일어나는 위험을 방지하고 투입시 걸리는 과전압을 방지하기 위하여 사용
- ② 콘덴서가 부하와 직결되어 동시에 개폐하는 경우는 불필요
- ③ 콘덴서 용량에 대하여 5초 이내 50[V]이하로 방전시킬 수 있는 성능을 가질 것

2) 직렬리액터(Series Reactor)

설치목적 :

-. 기본파 이외의 고조파 발생으로 야기되는 문제점을 보호하기 위하여 설치

고조파의 원인

- 변압기 철심에 의한 자기포화 특성에서 발생
- 정류기 부하에서 발생

고조파에 의한 영향

- 계전기의 오동작
- 변압기 이상 소음 증대
- 콘덴서 회로에 이상전류 발생

방지대책 :

진상용 콘덴서에 직렬리액터 설치

직렬리액터 용량 산출 방법

- 제5조파를 유도성으로 하기 위하여 직렬리액터의 리액턴스 L과 콘덴서의 커패시턴스 C와의 관계는

$$5\omega L > \frac{1}{5\omega C}$$

$$\omega L > \frac{1}{25\omega C} = 0.04 \frac{1}{\omega C} \text{-----} (1)$$

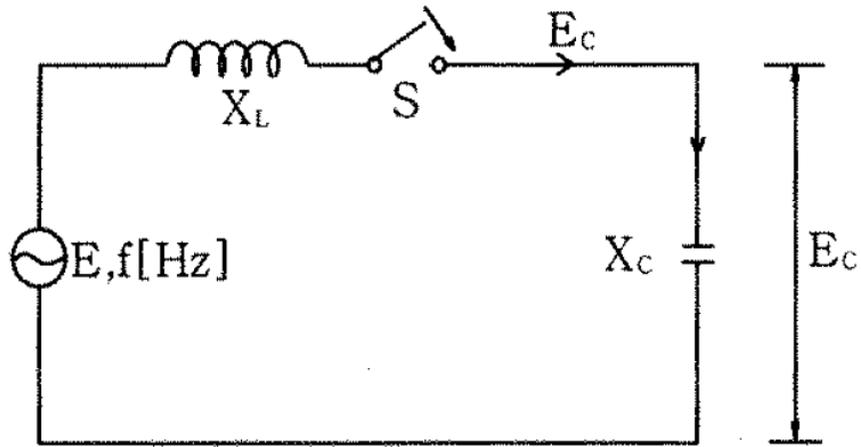
(1)式에서와 같이 4[%]의 직렬리액터가 필요하나 주파수 변경 및 경제적인 측면에서 6[%]를 표준으로 함

- 제3고조파가 존재할 때는 13[%]정도의 리액터를 넣는다.

사용할 때 주의사항

- 직렬리액터 6[%] 삽입시 콘덴서의 단자전압이 6[%] 상승하고 콘덴서 용량은 약 13[%] 증가하므로 Cubicle내의 발열량 검토시 주의
- 동일용량의 콘덴서와 조합 사용하여야 성능발휘(직렬리액터 6kVA에는 콘덴서 100kVA 접속)
- 콘덴서 전류가 정격전류의 120[%]이상 흐르는 경우에는 고조파의 영향을 받고 있으므로 직렬리액터 설치
- 중앙집중식 역률자동제어방식 적용 시에는 부하변동에 따라 빈번하게 콘덴서가 투입, 차단이 반복되므로 선로에 제5고조파 발생이 잦아 선로가 불안정하게 될 수 있으므로 대용량의 설비에는 직렬리액터를 적정수치로 산출하여 부설 운영하는 것이 바람직함

콘덴서 투입시 현상 및 대책



$$I_{\max} = I_C \left(1 + \sqrt{\frac{X_C}{X_L}} \right)$$

$$E_{C \max} = 2E_C, \quad f_1 = f \sqrt{\frac{X_C}{X_L}}$$

1. 콘덴서 돌입전류에 의한 CT 2차 과전압

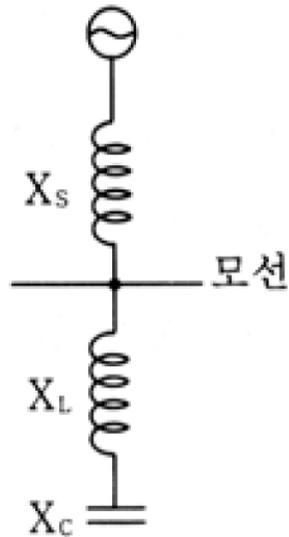
① $X_L \ll X_C$ 인 경우, 돌입전류는 수 10~100배가 되는데

- ㉠ 직렬리액터가 설치되어 있지 않을 때
- ㉡ 전원 단락용량이 클 때
- ㉢ 병렬뱅크에 직렬리액터가 없는 것이 있을 때
- ㉣ 콘덴서에 잔류전하가 있을 때 발생하기 쉽다.

② 과도돌입전류에 의해 CT 2차에 과전압이 발생하며, 접속된 계기, 계전기 소손 및 CT비가 적을 때는 과전류정수가 문제

③ 대책 : 직렬리액터 설치(6%리액터 설치시 IC max는 5배, f1은 4배)

콘덴서 투입시의 모선 전압 강하



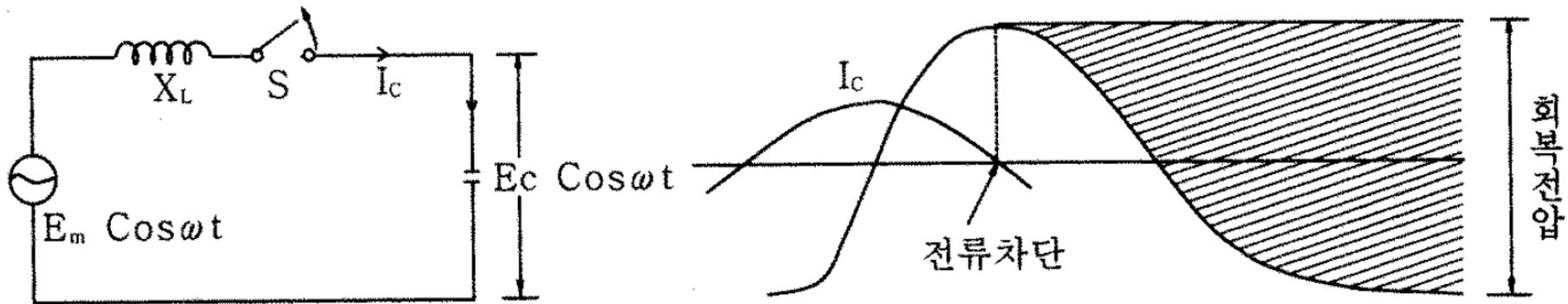
① 모선의 전압강하 ΔV

$$\Delta V = \frac{X_s}{X_s - X_L} \times 100[\%]$$

② 투입시 X_C 는 거의 Zero, $X_L \ll X_S$ 이면 ΔV 가 크게 되어 Thyristor 변환기의 전류(轉流)실패 가능

③ 대책 : 직렬리액터의 리액턴스(X_L)를 수전측 리액턴스에 대해 문제가 되지 않을 만큼 크게 한다.

콘덴서 개방시 현상과 대책



I_c 는 S개방후 전류영점에서 차단.

차단직후 S극간의 회복전압은 잔류전압과 전원전압의 차이로 1/2 사이클 후에는 약 2배의 전압이 된다.

3상회로는 제1상 차단후 2.5 배 전압

재점호에 의한 과전압

- 콘덴서 개방시, 개폐기의 극간 전압 상승률이 높아서 개폐기 접촉자간의 절연이 1/2 사이클 후에 파괴→재점호
- 전류영점에서 재점호가 발생하면 콘덴서 단자간에 약3배의 전압이 걸리고 다음의 회복전압에서 재점호가 반복하면 5, 7, 9배의 과전압이 나타나게 되어 콘덴서나 모선에 접속된 기기의 절연파괴가 발생하게 된다.

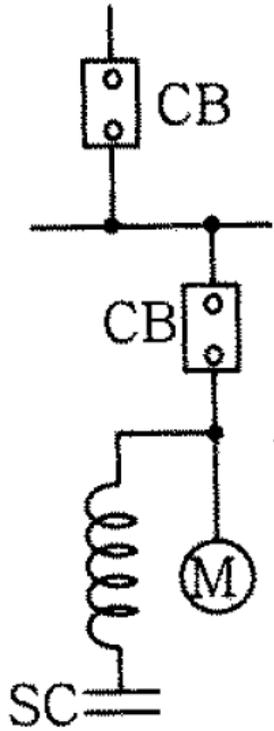
- 대책 :

차단속도와 접촉자간의 절연회복 성능이 빠른 개폐기를 선정

고압회로 : 진공개폐기, 가스개폐기

저압회로 : MCB, 전자개폐기

유도전동기의 자기여자 현상



- ① 유도전동기에 콘덴서 설치 시 별도의 콘덴서용 개폐기는 설치하지 않음
- ② CB를 개방하면 콘덴서 단자 전압이 즉시 Zero가 되지 않고 이상 상승하거나 장시간 감쇄하지 않는 경우, 이를 자기여자 현상이라 함(과전압으로 전동기 소손 가능성)
- ③ 콘덴서 용량이 전동기의 여자용량보다 클 때 발생, 콘덴서용량을 전동기의 여자 용량보다 작게 하면 해소됨(전동기 여자용량은 전동기정격 출력의 25~50% 정도)

직렬 리액터 사용할 때 주의사항

콘덴서 단자전압의 상승

6[%]의 직렬리액터 삽입시 콘덴서 단자전압도 6[%] 상승하고 콘덴서 전류도 6[%] 증가하며 콘덴서 용량이 약 13[%] 증가하기 때문에 큐비클내의 발열에 주의

콘덴서와 용량을 합치는 일

6[kVA] Reactor를 콘덴서 100[kVA]에 접속시 리액턴스가 6[%]가 되어 제5고조파에는 유효하나 6[kVA] Reactor를 콘덴서 50[kVA]에 접속한 경우

$$6[kVA] \times \left(\frac{50}{100}\right)^2 = 1.5[kVA] \text{가 되어}$$

콘덴서 50[kVA]에는 3[%] 리액턴스가 되어 제5고조파에 대한 효과가 없다.

콘덴서의 최대사용전류

Condenser 전류가 정격전류의 120[%]이상 흐르는 경우에는 고조파의 영향을 받고 있는 것으로 타기기에 영향을 줄 수 있으므로 직렬리액터 사용

모선의 단락전류

모선의 단락전류가 큰 계통 또는 병렬콘덴서군이 있는 경우에 콘덴서에 직렬리액터가 부속되어 있지 않으면 콘덴서 투입시 돌입전류가 과대해지기 때문에 CT 2차측 회로에 Flush-over하는 수가 있으므로 직렬리액터를 접속하여야 한다.

1. SVC란 (Static Var Compensator)

- 1) 회전기인 동기조상기의 무효전력제어 기능을 전력용 반도체 소자를 이용하여 정지형 형태로 구현한 무효전력 보상장치이다.

- 2) 위상제어 리액터에 의한 SVC가 아크로의 무효전력 보상용으로 사용되기 시작하여 최근에는 다양한 용도로 사용되고 있다.
 - ① 아크로(flicker대책)
 - ② 압연기
 - ③ 전기철도, 가속기등
 - ④ 전력계통의 안정화

- 3) 주로 SCR에 의한 리액터방식의 사용이 많지만 최근에는 자려식 인버터 방식의 SVC도 많이 사용되는 추세이다.

2. SVC System의 기본 구성 및 종류

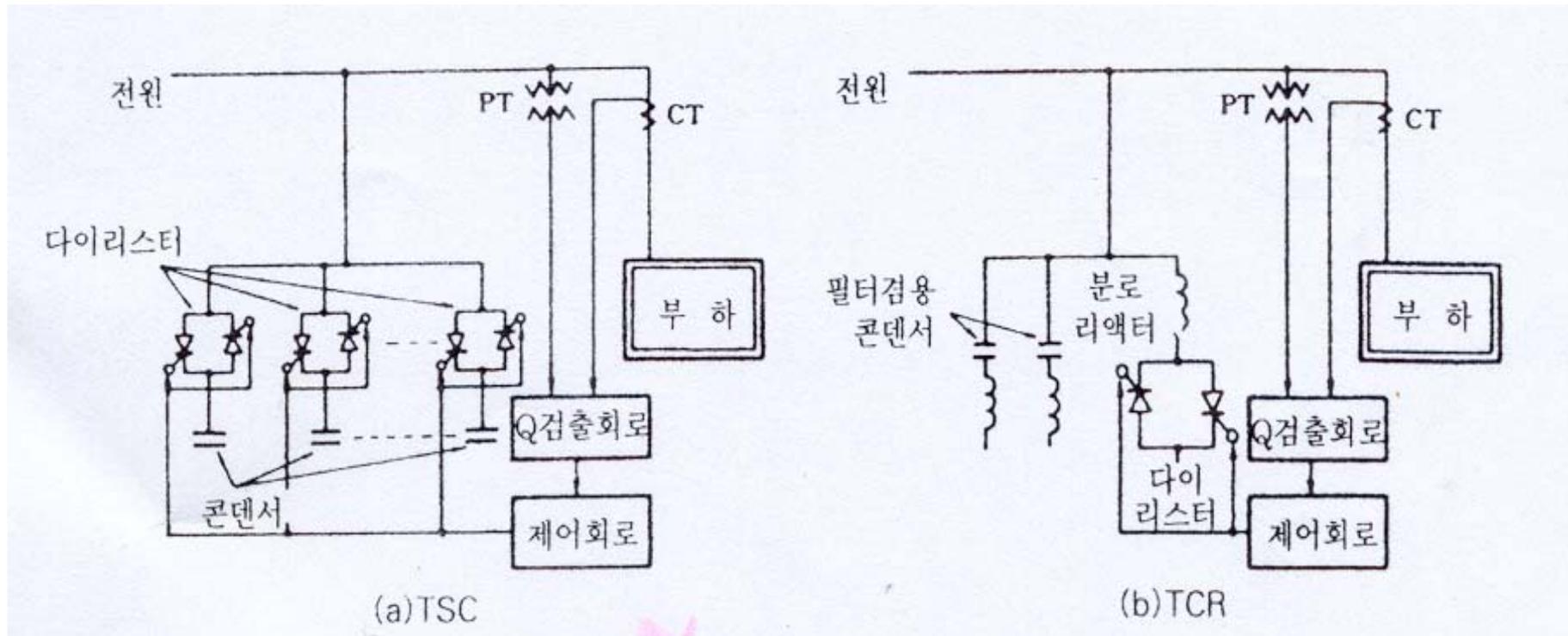


그림 1. SVC의 구성

1) SVC의 종류

- ① 사이리스터 on-off 제어방식 (TSC)
- ② 사이리스터 위상제어 방식 (TCR)

2) 특성

- ① 응답이 0.02초 정도로 매우 빠르다.
- ② 조작시 제한요소가 없다.
- ③ 신뢰성, 유지보수, 조작성이 회전기에 비하여 뛰어나며 간단하다.
- ④ 자려식의 경우는 무효전력 보상과 더불어 고조파 보상도 가능하다.
- ⑤ soft ware적인 운영기술 향상이 필요한 실정이다.

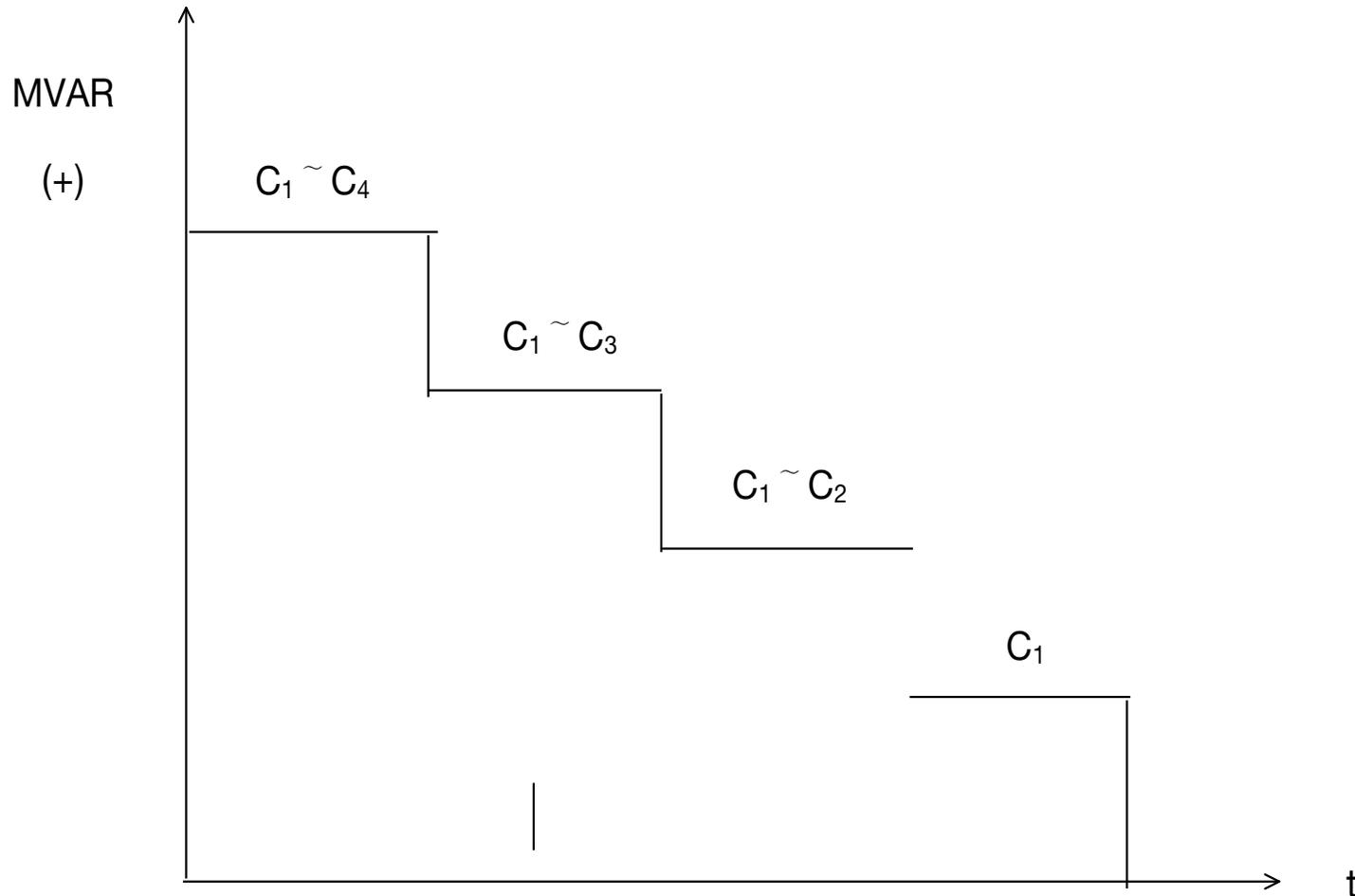
3) 구성

- ① 진상, 지상용 리액터, 캐패시터
- ② 무효전력 측정 센서
- ③ 기준값과 비교 계산기
- ④ 내부제어용 개폐장치 및 회로

3. 동작원리

1) TSC(Thyristor Switched Capacitor)

- ① 역병렬 접속된 Thyristor에 의해서 복수의 진상콘덴서를 개폐 제어 한다.
- ② 진상무효전력의 단계적 제어

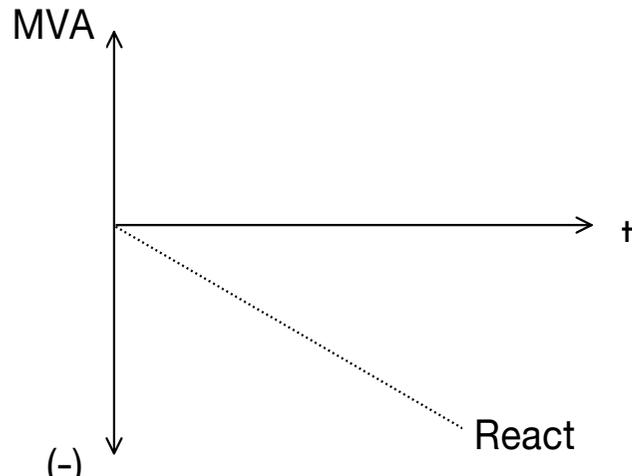


- ③ 전압은 연속제어가 불가능하다.

- ④ 자체내에서 고조파 발생이 없고, 손실이 적다.
- ⑤ Thyristor SW는 회로전압의 2배이상 내전압 필요
- ⑥ S/W에 의해서 on-off 계단제어 한다.

2) TCR(Thyristor Controlled Reactor)

- ① 역병렬접속 Thyristor와 리액터를 직렬접속하고 Thyristor의 점호위상을 제어한다.
- ② 발생 지상무효전력을 연속적으로 제어한다.
- ③ 고임피던스 변압기의 누설리액턴스를 이용하기도 한다.
- ④ 응답속도 1/4 cycle이하로 고속제어가 가능하다.



- ⑤ PWM에 의해서 위상제어 control을 시행한다.

SMPS(Switching Mode Power Supply)

정전압 전원의 방식

- 전자기기를 작동시키기 위해서는, 안정된 직류 전원이 필요
- 정전압을 만드는 방식으로서는
상용의 교류전원으로부터 만드는(AC-DC) 방법과 BATTERY 등의 직류 전원으로 만드는 (DC-DC) 방법이 있다.
- 입력(1차)과 출력(2차)이 절연된 것과 절연이 안된 것이 있다.
- 정전압의 방식으로는 Switching 방식이 주류를 이루고
고효율이며 가벼운게 장점입니다.
일단 정류를 한 전압을 고주파의 교류로 변환한 다음 다시 직류로 만드는 관계로
NOISE가 큰 것이 단점

1. 돌입전류

- 입력 전압을 인가하는 순간에 흐르는 전류의 최고치
2차측의 CONDENSER INPUT 정류 회로의 흐르는 전류와 0위상에서 투입할 때 TRANS가 포화해서 흐르는 전류이며, 정격 전류의 5배에서 10배의 전류가 흐릅니다.
AC-DC의 SWITCHING의 경우
입력 전압을 직접 CONDENSER INPUT 정류를 함으로 수십배 내지 수백배의 대전류가 흐릅니다.

태양광 에너지 특징

무한 에너지

태양빛을 이용한 무한한 에너지원.

청정 에너지

태양에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키므로 기계적, 화학적 작용이 없고 환경오염과 소음공해가 없는 에너지.

차세대 에너지

높은 신뢰성으로 반영구적인 사용이 가능한 규격화 된 system으로 향후 용량의 확장이 용이.

편리성과 유지비용의 최소화

소규모 주택용부터 대규모 발전용까지 다양하게 적용 가능.

Web Monitoring을 이용한 실시간 시스템으로 관리.

설치가 간단하며 기계적 장치가 필요하지 않아 유지·보수가 거의 필요 없습니다.

태양광산업의 현황

- '70년대 오일쇼크를 계기로 대체에너지로서 태양광 기술이 주목 받게 됨
- 환경에 대한 인식이 높아짐에 따라 태양광 발전 기술의 개발과 보급에 대한 투자가 확대 됨
- 태양광 발전 기술은 청정에너지 측면을 넘어 고용효과 및 기술적 파급 효과가 큰 신산업으로 발전
- 태양광 주택 설치 보조금 지원, 발전 차액 보전 제도, 공공건물 설치 의무화 제도 등의 보급촉진 제도와 Solar City, Green Village사업 등 국가의 적극적인 홍보와 정책적인 지원이 뒷받침되고 있습니다.

태양전지 Solar Cell

- 태양전지는 광전효과를 이용하여 빛 에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 반도체 소자로서 각각 +, -의 극성을 띄는 2장의 반도체 박막으로 구성됩니다.
- 생산방식에 따라 단결정, 다결정 그리고 비정질 태양전지로 구분됩니다.
- 발전되는 전압 - 전류 크기는 빛의 강도에 의하여 결정되며, 태양전지를 직 - 병렬 연결하여 일정한 출력이 발전되도록 만든 제품을 태양전지 모듈(Solar Module)이라 합니다.

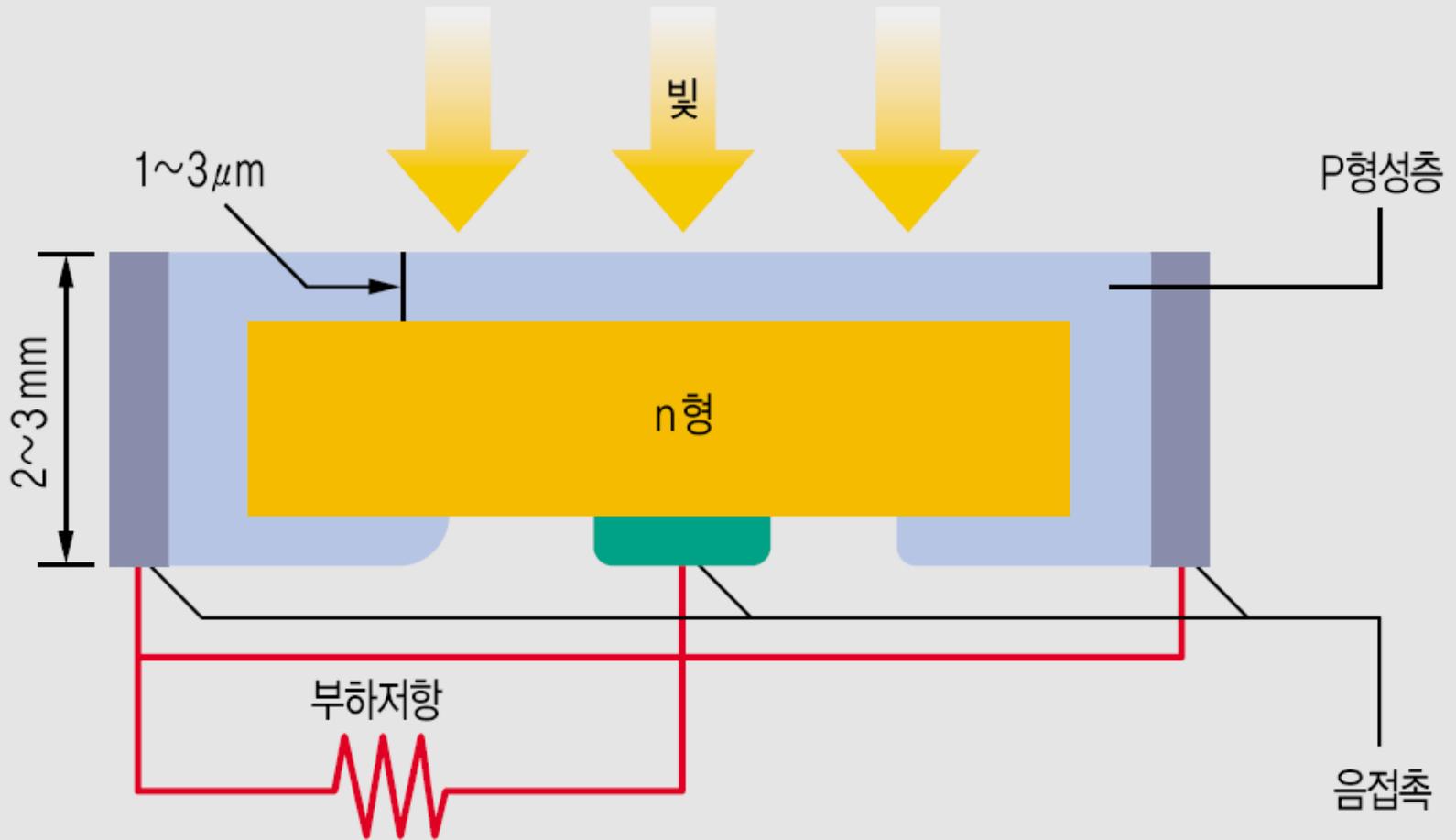
광전효과(Photoelectric Effect)

- 전자를 자유로이 하는데 요하는 최소의 에너지를 E_0 , 빛의 진동수를 ν , 플랑크 상수를 h 라 하면 $h\nu - E_0$ 이 광전자의 에너지이며, $h\nu - E_0$ 으로 정해지는 한계진동수 ν 보다 진동수가 높은 빛의 흡수에 의해서 광전효과가 일어납니다.
- 흡수체 및 방출된 전자의 상태에 의해서 광이온화, 외부 광전효과, 내부 광전효과(광전도) 및 광기전력효과 등으로 분류됩니다.

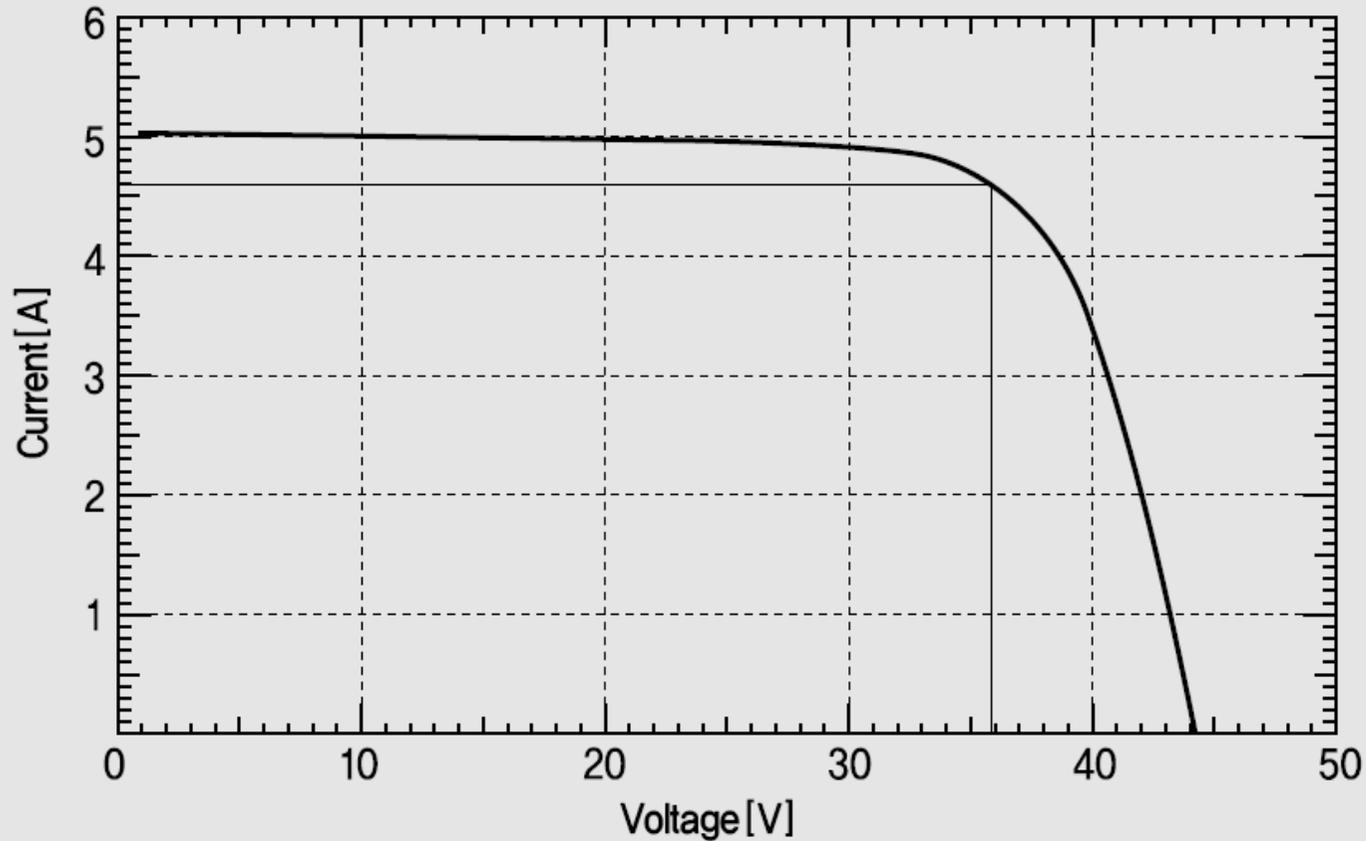
광기전력효과

- 태양전지에 빛을 비추면 내부에서 전자와 정공이 발생합니다.
- 발생한 전하들은 P, N극으로 이동하며
- 이 현상에 의해 P극 과 N극 사이에 전위차(광기전력)가 발생하며
- 이때, 태양전지에 부하를 연결하면 전류가 흐르게 됩니다.

실리콘 태양전지의 구조



태양전지 165Wp 동작특성



STC Measurement
1000W/m² ; 25°C ; AM 1.5G

I_{sc}/I_{mp} [A] := 5.02/4.61
 V_{oc}/V_{mp} [V] := 44.2/35.8
 P_{mp} [W] := 165.1 (PASS)
 F.F. := 0.74
 Cell eff. [%] := 14.9
 Module eff. [%] := 12.6

주) • I_{sc} : 단락전류 • V_{oc} : 개방전압 • Cell eff : 셀효율 • I_{mp} : 최대동작전류 • Module eff : 모듈효율
 • P_{mp} : 최대출력 • F.F: 곡선인자

계통연계형 태양광발전시스템(On-Gird Photovoltaic System)

- 태양전지 모듈로부터 발전된 직류전력을 인버터를 통하여 교류전력으로 변환하여 계통과 연계하는 시스템으로 축전지(Battery)가 필요 없습니다. 또한, Monitoring System을 구축하면 원거리에서도 실시간으로 태양광 발전량을 감시할 수 있습니다.

태양전지 모듈

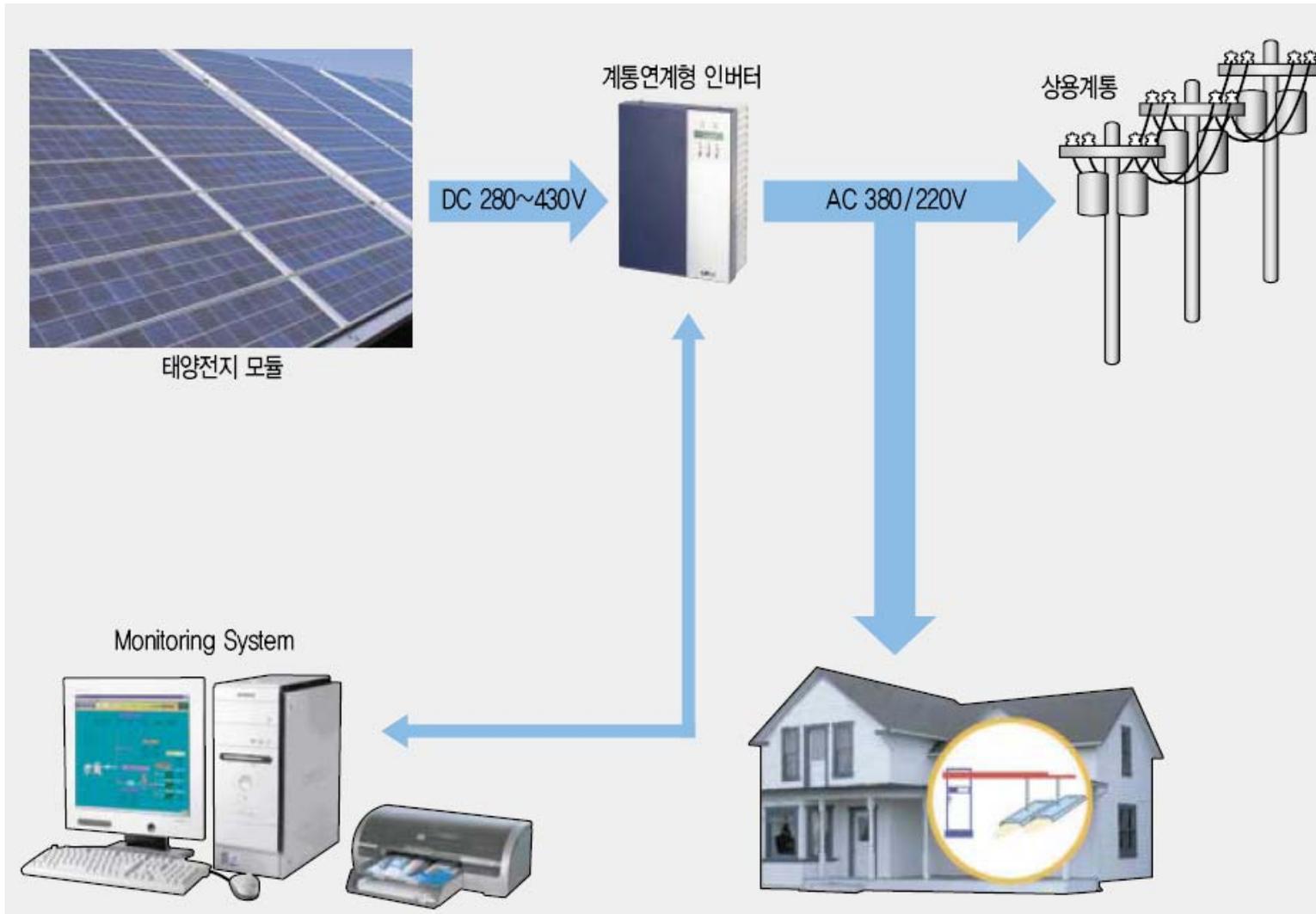
- 태양에너지를 전기에너지로 변환시키는 역할을 하며, 태양 전지판과 설치틀로 구성되어 있습니다.

계통연계형 Inverter

- 태양전지에서 나오는 직류전력을 교류전력으로 변환시켜 부하 및 계통에 역류 가능하며 일반적으로 변류제어형 전압원 인버터 방식이 많이 채용됩니다

Monitoring System

- 태양광 발전 시스템의 자체 감시 및 원격감시를 수행합니다.



독립형 태양광발전시스템(Stand-Alone Photovoltaic System)

- 독립형 태양광 발전 시스템은 도서지역, 산간벽지 등 계통전원 공급이 어려운 지역에 전력을 공급하기 위한 시스템으로 태양전지 모듈, 충전조절기, 인버터, 축전지, 발전기로 구성되어 있습니다. 또한, Monitoring System을 구축하면 원거리에서도 실시간으로 태양광 발전량을 감시할 수 있습니다.

태양전지 모듈

- 태양에너지를 전기에너지로 변환시키는 역할을 하며, 태양 전지판과 설치틀로 구성되어 있습니다.

충전조절기

- 태양전지판에서 발전된 직류전력을 축전지에 공급하거나 인버터에 공급합니다.

독립형 Inverter

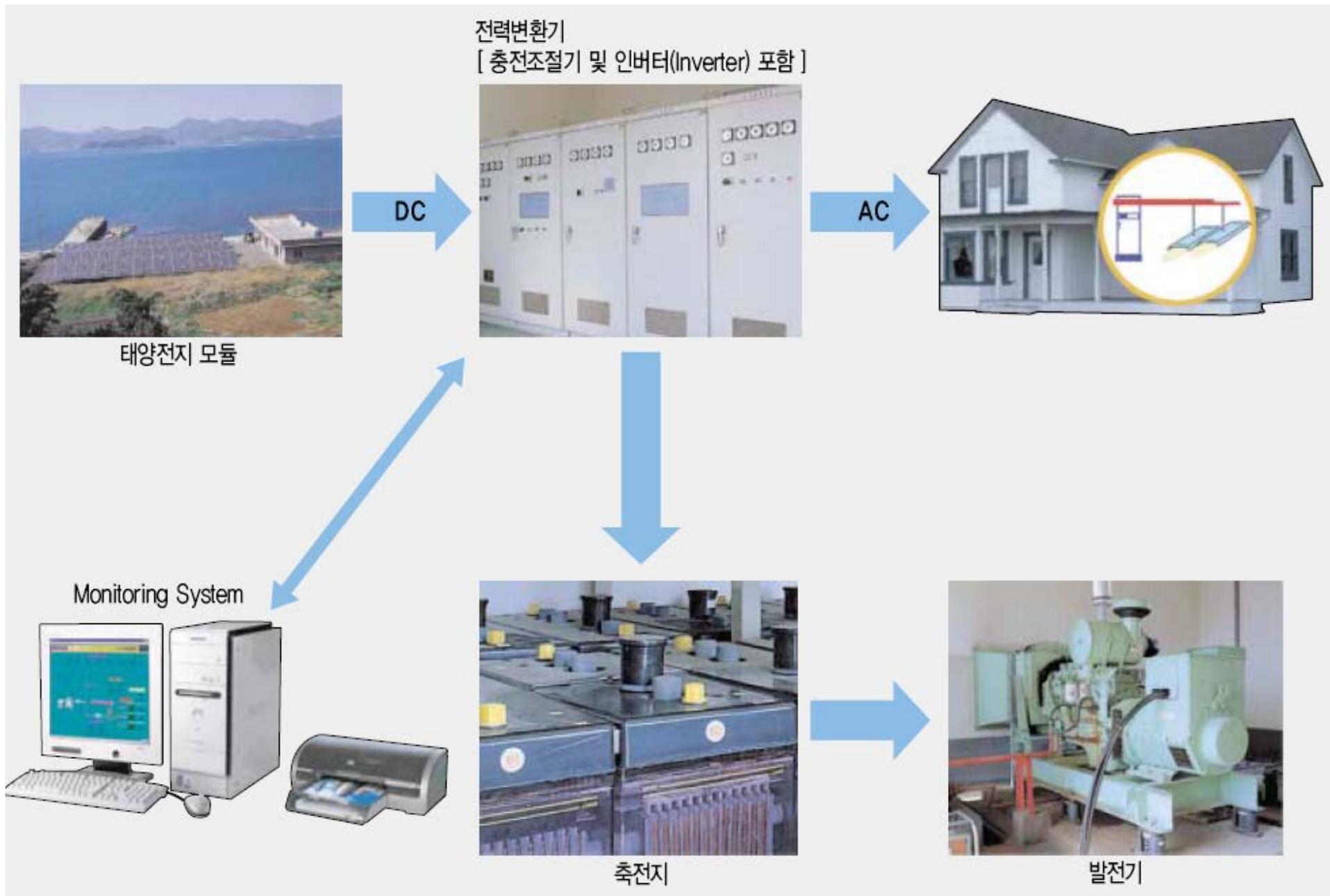
- 직류전력을 교류전력으로 변환시켜 부하에 공급합니다.

축전지

- 태양전지판에서 발생하는 전력이 부족하거나 야간에 전력을 인버터(Inverter)를 통하여 부하에 공급합니다.

Web Monitoring System

- 태양광 발전 시스템의 자체 감시 및 원격감시를 수행합니다.



① 원리

- 태양광발전 시스템은 태양으로부터 지상에 내리쬐이는 방사에너지를 태양전지를 이용해 직접 전기로 변환해서 출력을 얻는 발전방식이다.

② 구성

- 태양전지 집합체와 직류-교류 변환장치(직류출력을 교류로 변환하는 변환장치), 제어장치, 축전지설비로 구성된다.

① 장점

- 태양에너지원이 무한정이고 깨끗하다. - 시스템이 단순하고 보수가 용이하다.
- 수용가에 설치하여 분산형 전원으로서의 적용이 기대된다.

② 단점

- 에너지밀도가 낮다.
- 기상조건의 영향을 심하게 받게 되며 발전능력이 저하한다.

- 설치비가 고가이다.

(3) 적용효과

- 최근 태양전지 집합체를 건자재와 일체화하여 건물 외벽이나 유흥공간에 설치하고, 태양전지에서 발생된 전력을 건물 내부의 전원으로 사용하고 있다. 이와 같이 분산형 신전원을 이용하여 상용시에 자체 발전함으로써 수용가의 전력관리를 도모할 수 있고, 특히 최대수요전력 제어도 가능
- 최대수요전력을 억제함으로써 부하율 향상이 가능하며, 변압기 시설용량의 여유증가, 전기요금의 기본요금을 절감할 수 있다.
- 수용가의 전력관리에 효과적이다.

계통연계형 태양광시스템 개념과 원리

- 태양으로부터 지상에 내리쬐이는 방사에너지를 태양전지로 직접 전기로 변환해서 출력을 얻는 발전방식이다.
- P형과 N형을 접합한 실리콘반도체에 태양광에너지를 입사시키면 부(-)의 전기와 정(+)의 전기가 발생하고 부의 전기는 N형 실리콘으로, 정의 전기는 P형실리콘으로 분리되어 전극에 전압이 발생하고 이것에 외부부하, 가령 전구를

접속하면 전류가 흘러서 전구가 켜지게 된다.

(3) 특징과 적용

- ① 에너지원이 무한정이고 깨끗하다.
- ② 시스템이 단순하고 보수가 용이하다.
- ③ 소비지에서 필요에 따라 발전할 수 있다.
- ④ 비가 오거나 흐린 날씨에는 발전능력이 저하된다.
- ⑤ 분산전원용 개념으로 적용이 기대

Surge로 부터 보호대책

단계별 검토 사항

- 공장, 건물, 제조공장, 통신 시설 등 전반적으로 전원에 요구되는 power quality를 검토함으로써 낙뢰 및 Surge로부터 효과적이고, 경제적인 해결책을 찾을 수 있다.
- 미국에서 행한 서지 관련 연구 결과에 의하면 전자장비의 원인불명 고장 중 88.3%는 서지의 대책만 제대로 이루어진다면 막을 수 있다는 것이다.

보호

설비 및 기기 선정배전설비 및 접지현황, DCS, PLC, SCADA, IndustrialProcess Contrroller, Computer Network System, IBS, Celluar Station, Broadcasting, UPS등 보호해야할 주요 설비 및 기기의 목록을 작성한다.

Surge의 크기와 발생원(發生源)

1) 크기 :

낙뢰의 가능성, 내부적으로 발생하는 Surge의 크기 등을 검토한다.

2) 발생원 :

Surge 발생의 75~95%는 내부에서 발생하므로 Motor, Compressors, Inverter, Pump, Welder 등 Surge가 발생하는 설비 유무를 검토한다.

Diagram 작성

앞의 1,2 사항을 참조하여, 전원의 사양(인가되는 정격 전압 및 결선방식(WYE/DELTA), 위치 등에 관한 Power & Signal Line Diagram를 작성한다.

서지방지기 설치의 우선순위

- 1) 개폐나 기동서지의 영향을 많이 받는 예민한 기기. Controllor, PLC 등
- 2) 외부의 서지에 예민한 기기. 의료장비, 계측기기, 컴퓨터 등
- 3) 강한 개폐나 기동서지를 많이 발생하는 기기. 승강기, 대형모터 등
- 4) Branch panel
- 5) Main panel

발생 원인별 대책

- 자연 현상에 의한 Surge

- 1) 직격뢰 직격뢰로 부터 인명과 장비를 보호하기 위해서는 1차적으로 피뢰침을 설치하여 강력한 직격뢰를 유도뢰 또는 간접뢰의 형태로 바꾸어 주어 막강한 에너지를 분산 시키는 것이 필요하다.
- 2) 간접뢰 전원선로 및 신호선로에 고용량 Surge Protector를 설치한다.
- 3) 유도뢰 전원부에 고용량 Surge Protector(TVSS)를 설치한다.

개폐 및 기동에 의한 Surge

- 개폐 및 기동 Surge가 많이 발생하는 기기에서 다른 system으로 Surge가 전이되면 많은 기기에 영향을 미치므로 이러한 기기에는 필히 Surge Protector을 달아 이를 막아 주어야 한다.
- 1) 개폐 Surge전원부나 Switch 후단에 Noise Filter가 내장된 Surge Protector를 설치하여야 한다.
 - 2) 기동 Surge 기동기기나 부품의 후단에 Noise Filter가 내장된 소형 Surge Protector를 설치 하여야 한다.

3 전이 과정별 대책

- 전도성 Surge

사용기기의 앞에 소형 Surge Protector를 설치한다.

- 유도성 Surge

가급적 외부 인입선은 shield cable을 사용하고, 전원선과는 격리 시켜야 하며, 기기의 앞에는 소형 Surge Protector를 설치한다.

- 전파성 Surge

인입선은 필히 shield cable을 사용하고, 기기의 앞에는 소형 Surge Protector를 설치 한다.

- 복합성 Surge

가급적 외부 인입선은 shield cable을 사용하고, 사용환경에 따라 보호하고자 하는 기기의 앞이나 Surge가 많이 발생하는 기기의 뒤에 소형 Surge Protector를 설치한다.

서지 내량 (Surge Current Capacity)

- 설치 장소의 환경과 전류량에 따라 Protector의 용량을 결정한다.
용량을 결정하는데는 먼저 환경, 즉 자연 발생적인 낙뢰의 위험성, 기동 및 개폐 Surge의 크기와 빈도 등을 고려하고, 그 다음으로 사용 전류의 양을 고려해야 한다.

* 환경적 요인에 의한 용량 (Mode당)

위험도	환경	용량
특고	낙뢰의 위험이 큰 산악, 해변, 평야 등에 철 구조물이 있는곳	260KA 이상
고	낙뢰의 위험이 큰 산악, 해변, 평야 등	160KA 이상
중	낙뢰의 위험이 크지 않은곳	80KA 이상
저	낙뢰의 위험이 극히 적은 곳	80KA 미만

보호수명(Perpetual life Protection)

Protector의 수명은 설계 방법 및 Clamping Voltage와 밀접한 관련이 있다.

전원용 서지방지기

- 낙뢰의 위험성이 높은 지역은 전원 계통의 서지방지기를 주전원, 판넬, 장비로 구분해 3단으로 설치하여 단계적으로 보호 협조를 이루어야 한다. 서지방지기의 용량은 지형적인 조건, 부하전류 등을 고려하여 너무 작지 않도록 적절한 용량을 결정 하여야 한다.

1) 주전원용 서지방지기

- 주전원용 Surge Protector는 외부로 부터 침투하는 전원선로의 Surge로부터 기기를 보호할 목적으로 설치하며 사용전압, 유입되는 서지의 크기 등을 고려하여 병렬형 서지 방지기를 수전반에 설치 해야 한다. 〈*〉 ANSI/IEEE Cat. C1, C3

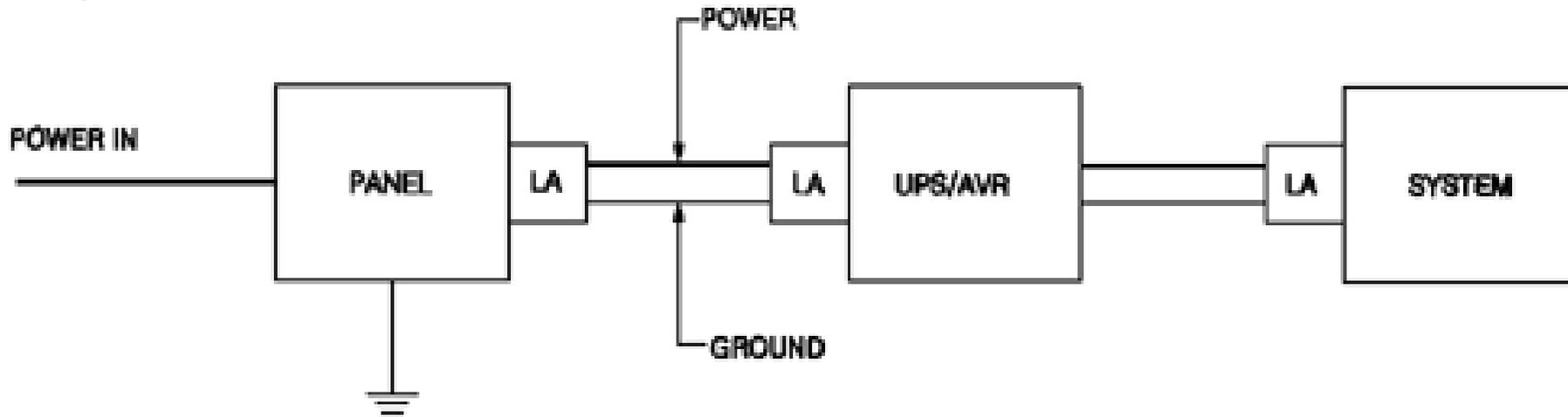
2) 분전반 전원장치 보호용 서지방지기

- 분전반용 서지방지기는 분전반 또는 UPS, AVR 등과 같은 전원공급장치에 병렬형 서지방지기를 설치해야 한다. 〈*〉 ANSI / IEEE Cat. C1, C2

3) 기기보호용 서지방지기

- SCADA, DCS, RCS, RTU, PLC 등의 정밀 제어 장비나, 유량계, 수위계 온도계와 같은 계기는 Surge에 매우 예민하여 쉽게 손상 되므로 이들 기기를 Surge로부터 보호하기 위해서는 기기의 전원 입력단에 설치하며, 신호보호용 서지방지기와 조합하여 system을 보호해야 한다. 이때 전원용 및 신호용 서지방지기의 접지는 동일 접지를 사용하여 전원과 신호 접지 사이에 접지 전위차가 발생하지 않도록 설치해야 한다. 특히 정밀 제어장비 보호용 서지방지기는 Surge 뿐만 아니라 Noise도 동시에 제거할 수 있는 직렬형 의 서지방지기를 사용해야 한다. 〈*〉 ANSI/IEEE Cat. C1

전원용 서지방지기의 설치



- 전압 설치 전에 실제 사용 전압과 서지방지기의 전압 규격을 확인한다. 일반 강압트랜스를 사용하는 경우 중성선과 접지선 사이에 강압되기 이전 전압이 뜨는 경우가있다. 이것은 Hot과 Neutral이 바뀌면 생길 수 있으며 이것을 바로 잡으면 해소될 수도 있다.

***) Harmonic :**

- 계통 전원선에서 공급되는 전원은 정상적인 상태에서 60Hz의 정현파(Sine-wave) 전류, 전압을 공급하고 있다. 그러나 이 60Hz의 정현파를 변조시키는 Harmonic Distortion(60Hz 기본파의 정수 배, 주로 홀수 정수 배로 정현파 전류 또는 전압의 여러크기의 합)이 발생하여 전력 공급선과 system에 문제를 일으키는 경우가 많다. Harmonic을 발생시키는 Electrical Device 또는 Equipment 로는 Power Switching으로 전력 변환을 하는 비선형 부하(Non-Linear Load : Rectifier(정류기), Inverters, Variable, Frequency Drivers, UPS, SMPS, DC Power Supply, Ballast 등)이며, 이는 일반 선형부하와는 달리 부하 전류가 전압에 의하여 비례하지 않으므로 전원 측으로 비정현파 전류(Harmonics)가 흐르고, 회로 Impedance에 의하여 비정현파 전압 강하가 발생하여 그 결과 전원 전압의 파형을 찌그러지게 한다. 이런 비선형부하는 Switching시 Surge/Transients를 발생 시키므로 Power Conditioner의 기능을 갖고 있는 Sine-wave Tracking Filter 회로를 내장한 Surge protector를 사용하여야 한다.

통신용 서지방지기

- 신호용 및 통신용의 경우 동일 건물이 아닌 경우,
즉 옥외로 선로가 나갔다가 들어오는 곳에는 모두 서지방지기를 달아 주어야 한다.
- 지중선이든 공중선이든 옥외에 노출될 경우 유도서지가 유입될 수 있기 때문에
옥외 통신의 경우 선로 양단에 서지방지기를 부착해야 한다.
- 신호용 및 통신용 서지방지기의 경우
송수신기기가 예민하므로 송수신전압을 꼭 확인하여 그에 적합한 제품을
선택하여야 한다. 저전압의 송수신기에 높은 억제 전압의 서지방지기를 사용하면
전송기기의 손상을 입을 수 있으며, 너무 낮은 억제전압의 서지방지기를 사용하면
신호 및 통신의 에러를 발생 시킨다.

1) 통신용 서지방지기 :

- 교환대에는 1차 보호용 서지방지기, Modem, FAX 등의 기기를 보호하기 위해서는
2차보호용 서지방지기를 사용하여야 한다. 통신용 서지방지기는 전원용
서지방지기와 조합하여 사용하여야 하며, 두 종류의 서지방지기는 공통 접지를
사용하는 것이 좋다.

2) 신호용 서지 방지기 :

- 신호용 서지방지기는 신호 선로의 양단에 설치 되어야 하며, 일반적으로 전원용과 조합하여 보호해야 한다.

Analogue 신호용 서지방지기 :

- Analogue신호는 24Vdc, 1~10Vdc 4~20mA등이 있다.

Digital 신호용 서지방지기 :

- 디지털 신호는 접점방식. pulse형 신호 등이 있으며, 대부분의 고속 통신을 하게 되므로 서지방지기에 의해 신호의 감쇄가 되지 않는 고속통신용 서지방지기를 설치 하여야 한다.

서지 흡수기의 정격

계통공칭전압	3.3kV	6.6kV	22.9kV
정격전압	4.5kV	7.5kV	18kV
공칭방전전류	5kA	5kA	5kA

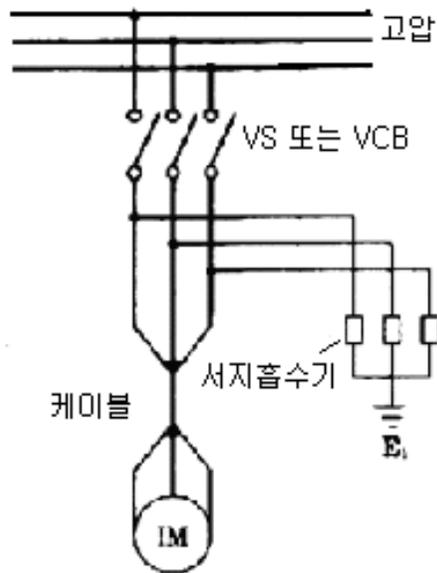
설치대상의 선정

대상기기	계통의 전압		
	3.3kv	6.6kv	22kv
유입변압기	▲,◎	▲,◎	▲,◎
건식변압기	★,◎	★,◎	★,◎
몰드변압기	★,◎	★,◎	★,◎
전동기	★	★	★

★ : BIL(Basic Impulse Level)의 검토후 설치여부 반드시 검토.

- ▲ : BIL(Basic Impulse Level)의 검토 후 설치여부 검토.
- ◎ : 변압기2차측에 반도체장비를 설치하고 VCB를 사용하는 경우 설치검토.
- ◎ 에 해당하는 경우에는 제조업체와 협의하여 그 설치목적에 적합한 기능을 다할 수 있도록 하여야 한다. 설치장소는 되도록 피 보호기기에 가깝게 두고 접지선은 짧게 한다.

설치 위치



- 보호 대상기기의 전단에 설치하며 대부분 개폐서지를 발생하는 차단기의 후단에 설치하고 2차측은 접지한다.

적용범위

- 발전기, 변압기, 전동기, 콘덴서, 반도체 장비 계통

설계 및 시공시 주의사항

1. C-R Surge Suppressor(서지 억제)

- 과전류 내량이 낮은 전동기나 발전기에 대하여는 C-R 서지 업서버를 사용한다.
- 계통의 대지정전용량이 증가하는 것으로 필요에 따라 지락 방향계전기를 병용하여야 한다.
- 계통의 고주파 영향으로 소손하는 위험이 있으므로 유의할 필요가 있다.

2. ZnO형 서지 업서버 (서지 흡수)

- 모터 보호에 적합하다.
- 외뢰 등이 직접 침입이 예상되는 회로에는 적용하지 않는다.
- 내전압시험시에는 분리하여 시험한다.
- 차단기 CT의 부히측에 설치한다.

3. 저 서지형

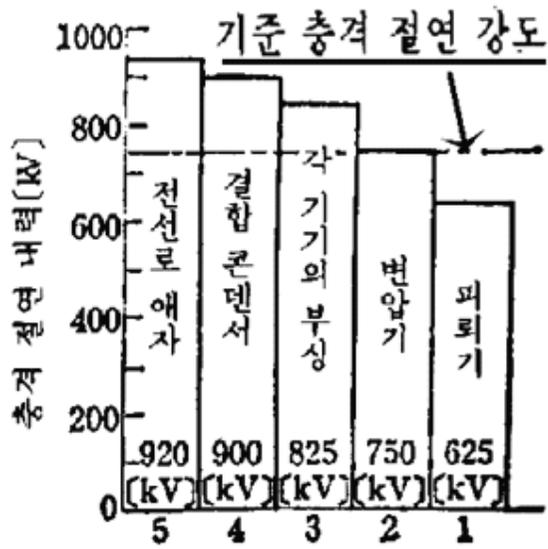
- 차단기의 개폐서지 흡수에 적합하다.

개폐서지, 상용주파 과전압

- 계통의 절연(BIL)에 의해 보호.

절연협조

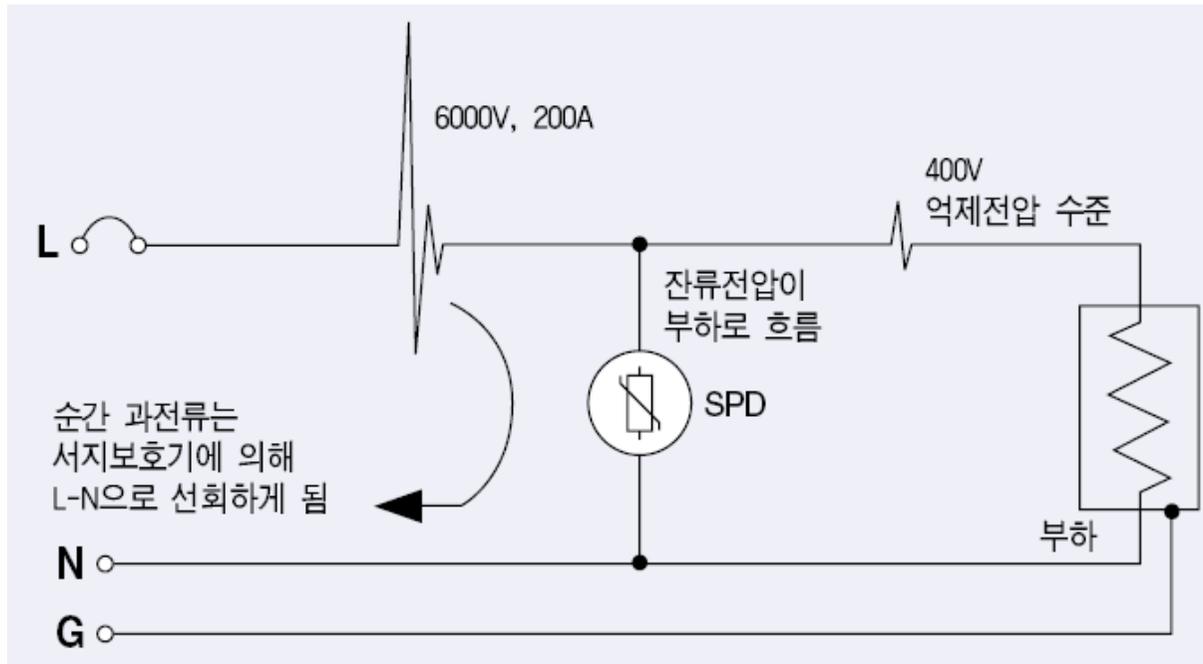
- 피뢰기의 제한전압을 기본으로 하여 이것에 어떤 여유를 준 기준
충격절연강도(BIL)를 설정하여 각 기기의 절연강도를 그 이상으로 유지함과 동시에
기기 상호간의 관계를 가장 경제적이고 합리적으로 결정하는 것.



- 기준 충격 절연강도와 각 기기의 절연내력은 계통의 이상전압의 파고 값, 보호장치의 보호능력, 기기의 중요도, 보수, 실험 등을 충분히 고려하여 정해진다.

SPD(서지보호기)를 설치하는 목적은

- 계통에 서지 전류가 들어올 때, 그 전류가 부하를 통해 흐르지 않고 서지보호기 자신을 통해 흐르도록 하여 부하에서 발생하는 전압강하가 과도하게 상승하는 것을 막아서 부하를 보호하려는 것이다.
- 이는 계통에 서지가 들어올 경우에, 임피던스가 낮은 통로(즉 SPD)를 통해 서지전류를 흘려줌으로써 달성할 수 있다. MOV(Metal Oxide Varistor)는 정상상태에서 매우 큰 임피던스를 가지는 부품이다. 여기에 전압 서지가 걸리면 MOV(Metal Oxide Varistor)의 임피던스가 급격히 낮아지면서 서지를 부하가 아닌 다른 통로로 흘려보내는 저임피던스 통로가 된다.
- 서지보호기에는 막대한 전류가 흘러도 전압이 크게 상승하지 않는다.



SPD의 서지역제 개념도

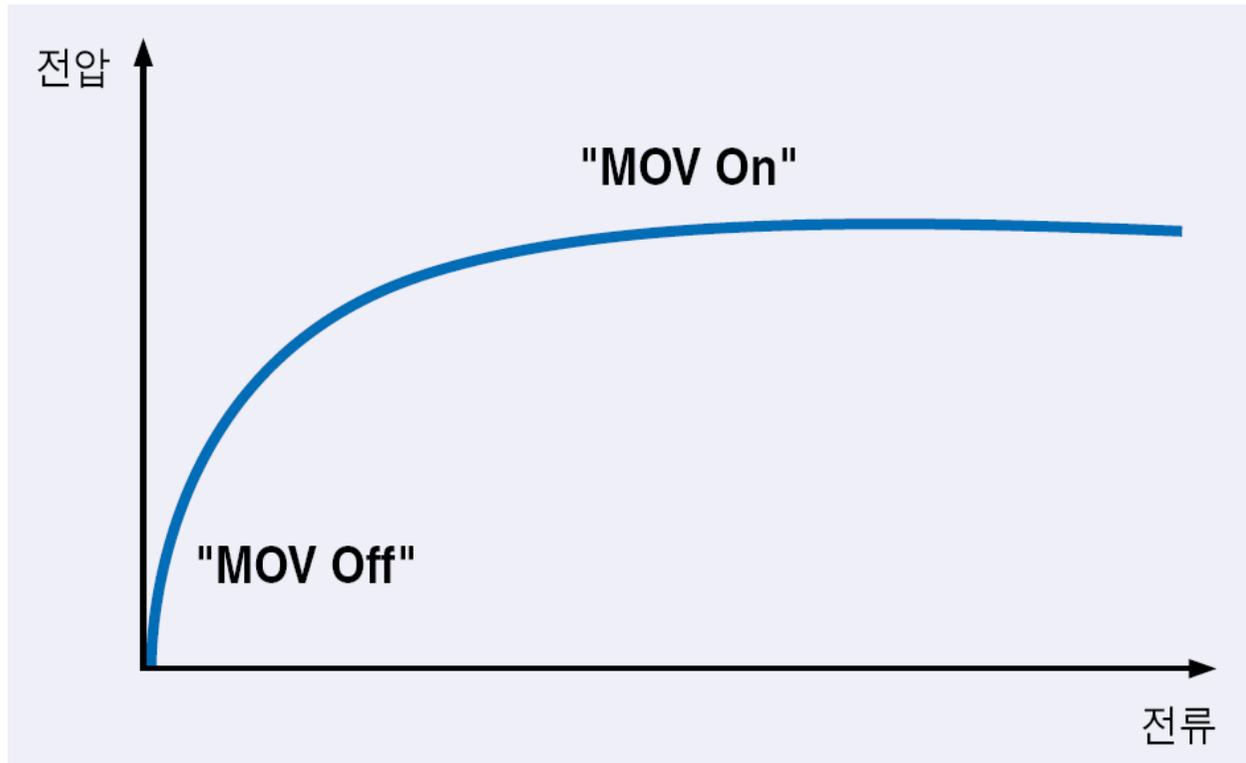
- MOV(Metal Oxide Varistor)는 서지 전압을 감쇄시키는 기술 가운데 가장 믿을만한 기술이며 MOV(Metal Oxide Varistor)의 클램핑 특성이 믿을만하기 때문에 전원용으로는 95% 이상의 SPD가 MOV(Metal Oxide Varistor)를 채택하고 있다.
- SAD(Silicon Avalanche Diode)는 데이터선이나 통신선용 SPD로 자주 쓰인다.

MOV의 대표적인 특성은 다음과 같다.

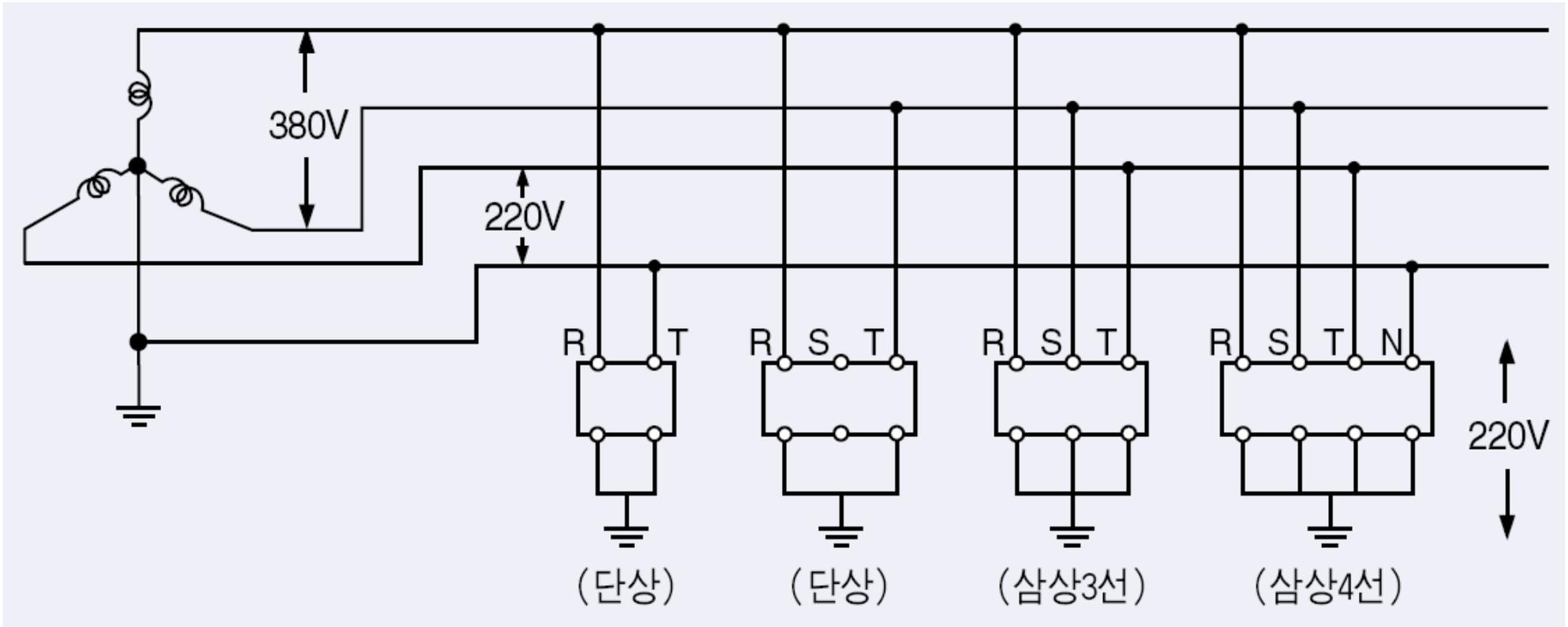
정상전압에서는 전류를 거의 흘리지 않는다.

전압이 올라가면 전류를 많이 흘린다.

전류가 많이 흘러도 전압강하가 높아지지 않는다.



SPD의 전압, 전류 특성곡선



- 인가전압이 상간 380V 이지만, 서지보호기는 접지를 시키기 때문에 대지전위차에 의해 220V가 됨. 서지보호기는 최대연속동작전압(MCOV)와 전압보호수준(U_p)를 고려하여 선정/설치해야 함.

전원용 설비보호

1차 보호

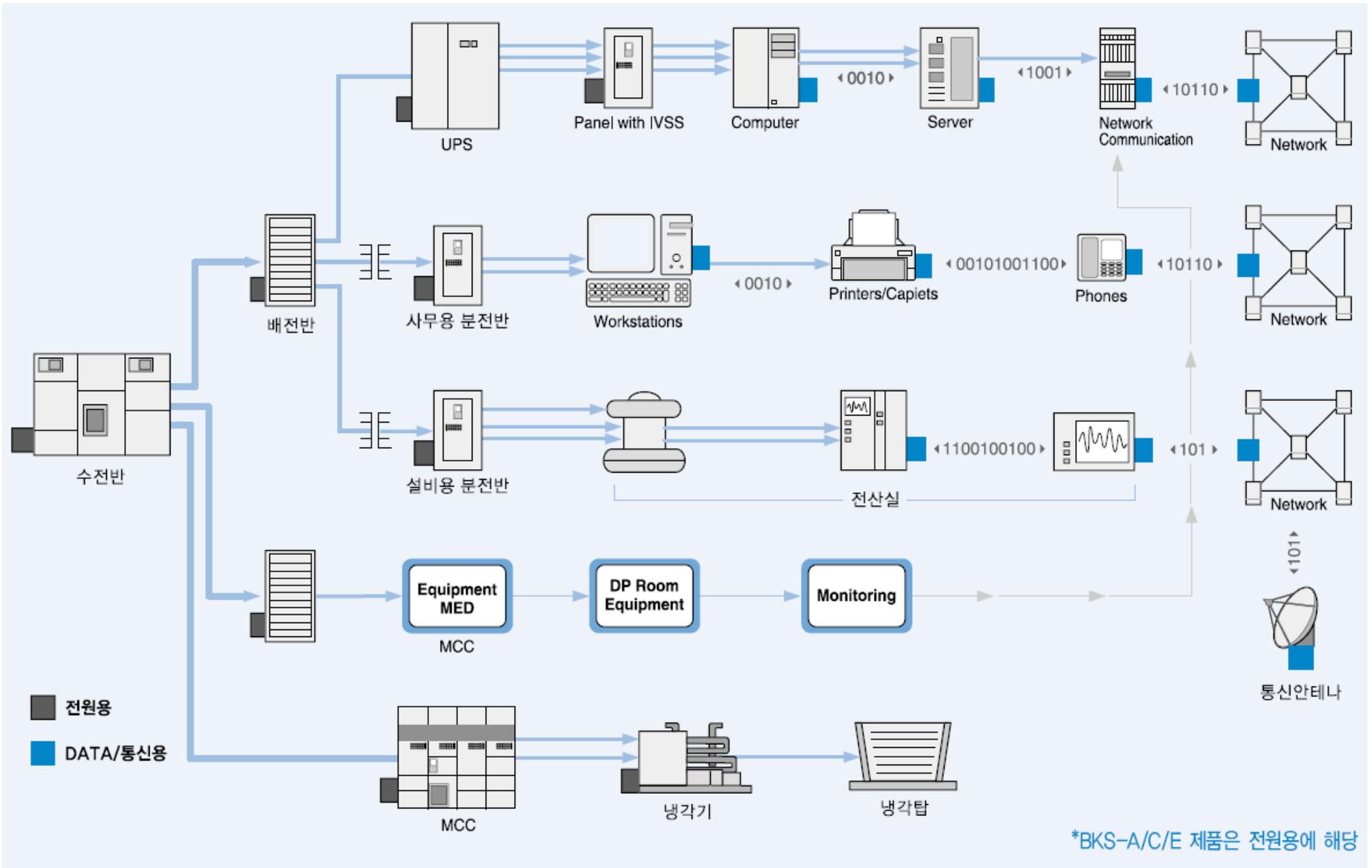
- 주 변압기의 2차측 Main Panel에 Main Surge Protector를 설치하여 외부로부터 침투하는 Surge를 1단계 억제한다.

2차 보호

- 각 건물의 분전반 또는 UPS, AVR 입력단에 Surge Protector를 설치하여 Main Surge Protector를 통하여 잔여 Surge 및 내부 발생 Surge를 억제한다.

3차 보호

- 정밀 제어 장비의 전원 입력단에 Surge 및 Noise를 제거할 수 있는 Surge Protector를 직렬로 설치하여야 한다.



SPD의 선정

전원선, 뇌방전 및 대지전원 상승에 의한 과전압과 과전류에 대한 위험도를 분석하여 경제적인 조건을 고려하여 SPD를 선정한다. 아래 표에 나타낸 선정 절차에 대한 흐름도에 따라 순차적으로 검토하여 적절한 성능을 가지는 SPD를 선정한다.

전력설비의 종류별 절연대책

전력설비의 종류	대책
옥외애자, 애관류	<ul style="list-style-type: none"> - 오손성능에 대해 1선지락시의 건전상 전압에 견딜 것. - 습도, 습윤을 고려하여 동일 BIL에서 시험조건을 바꿔서 절연격차를 둔다.
전위변성기, 결합콘덴서	<ul style="list-style-type: none"> - 정격 BIL의 120% 정도로 한다.
변압기 중성점의 절연내력	<ul style="list-style-type: none"> - 계통의 공칭전압별 기준 BIL을 적용하고 - 비 유효접지계통의 경우에는 중성점에 피뢰기를 설치한다.
모선의 절연	<ul style="list-style-type: none"> - 대지간 도체와 대지간의 섬락특성을 상회하는 정격기준 BIL - 상간 정격 BIL의 150% 정도로 한다. 전자력에 의한 횡진을 고려하여 최소절연간격 유지
제어, 통신회로, 소내전등회로 등	차폐 또는 피뢰기 설치

기준충격 절연강도 BIL(Basic Impulse Insulation Level)

- 기기절연을 표준화하고 통일된 절연체계를 구성한다는 목적으로 절연계급을 설정하고 각 절연계급에 대응해서 제정한 기준 충격 절연강도를 말하며, 일반적으로 피뢰기 제한전압의 20~50% 증가로 설치한다.(변압기 절연의 BIL과 동일하게 된다)
즉, 기기의 충격 절연강도의 보증치로서 이의 80% 이하의 전압이라면 반복해서 인가해도 오랜세월을 견딜 수 있다는 보증치.

2. 충격파 표준형은 $1.0 \times 40 \mu s, 1.2 \times 50 \mu s$ (한국에서 적용)

전력기기의 종류별 절연강도(BIL)

정격전압kV		3.3	6.6	22
유입변압기	절연계급 A	45	60	150
	절연계급 B	30	45	125
건식 변압기		25	35	95
고압 전동기	상용주파 내 전압	7.6	14.2	-
	충격파 내 전압	13.6	25.2	-

- A레벨 : 표준레벨
- B레벨 : 저 레벨, 뇌서지 침입빈도가 적을 때

Noise 일반사항

가. 개요

- 모든기기에 전류가 급격히 변화하면 이에 따른 전자노이즈가 발생하게 되며, 재래식 조명기기의 경우에는 주로 기동시 과도현상에 의한 장애였으나 최근의 전자식 기기는 반도체 스위칭 소자를 사용하여 고주파를 이용하게 된다. 그러나 이러한 종류의 전원은 많은 장점을 가지지만 동작하는 동안 중대한 전자노이즈의 발생원인이 되고 또한 노이즈의 전자적인 작용은 전자적인 환경과 밀접한 관계를 가진다. 노이즈란 전자파 장애(EMI : Electromagnetic Interference)라고 하며, 희망하는 수신신호에 간섭을 일으켜 손상을 주는 현상이다

전자환경성(EMC)의 개요

- 전력기기나 전자통신장비는 그 접속되는 전력선이나 신호선에서의 전도 그리고 공간을 통하는 전자방사에 의하여 상호 방해나 간섭을 받을 가능성이 있다. 이와같은 문제를 전자환경성이라 한다. 전자환경은 여러 가지 복잡한 요소로 구성되며,

① 장치의 설치장소

- 실드 또는 접지 조건
- 인접기기의 종류, 이격거리 등

② 전원계통에 관계되는 환경

- 전원의 종별, 전압의 등급
- 접지점에서 본 내부 임피던스

③ 장치에의 신호선로

- 신호선로의 종별, 부설 상황, 필터의 유무 등

전원부의 노이즈

분포용량 리액턴스에 의한 영향

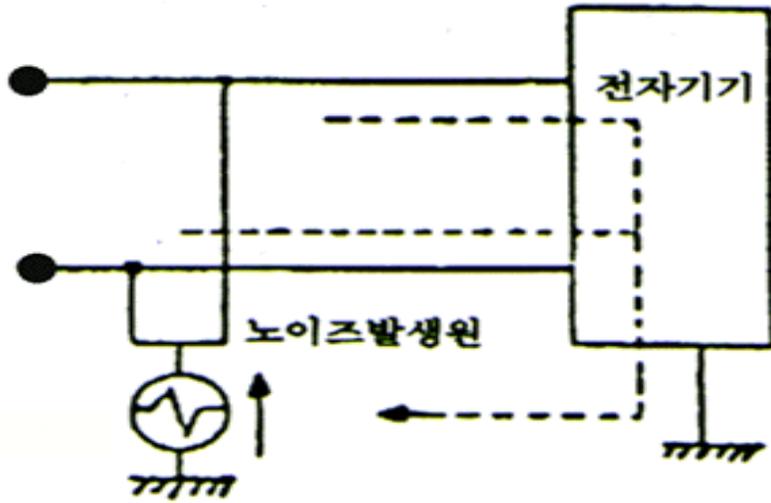
- 변압기의 2차측은 대지와 전기적으로 직접 결합되어 있으며, 기기측에서는 기기의 권선과 대지간에 존재하는 수 백pF의 정전용량(분포용량 리액턴스)에 의해 대지와 전기적으로 결합되어 있다.

$$\text{정전용량에 의한 리액턴스 } X_c = \frac{1}{2\pi f C} [\Omega]$$

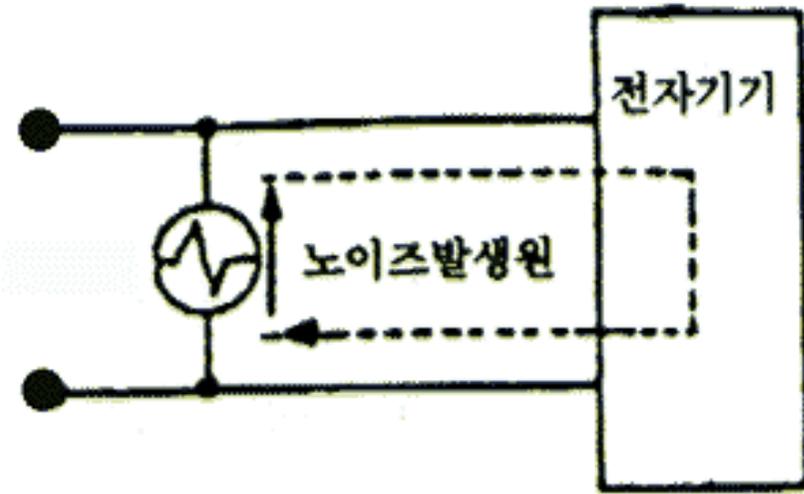
f : 전원의 주파수(Hz)

C : 기기의 권선과 대지간의 정전용량(F)

노이즈의 성분



동상성분



차동성분

1. 차동성분

- 전원선 간에 실리는 노이즈로 Normal Mode라고 한다.

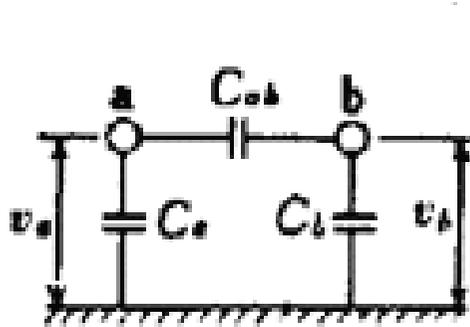
2. 동상성분

- 전원선과 접지점 간에 걸리는 노이즈로 Common Mode라고 한다.

노이즈의 장애현상

1. 유도장애

- 전기설비는 주변환경으로부터 전압,전류의 왜곡 전계,자계 등 전자기 현상으로 방해 또는 전자왜란을 받게 된다. 이러한 장애는 전원선이나 통신선을 통해 침입하는 전도적 장애와 전자파의 형태로 장애를 주는 방사적 장애로 구분한다.

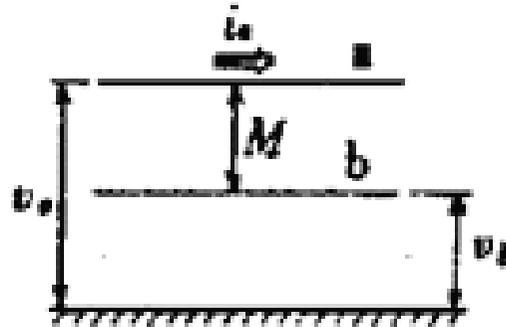


a : 전력선

b : 통신선

$$v_b = \frac{C_{ab}}{C_b + C_{ab}} v_a$$

정전 유도 장애



M : 상호 인덕턴스

$$v_b = -\omega M i_a \lambda$$

ω : i_a 외 각속도

λ : 차단계수

전자 유도 장애

정전유도 : 전력선의 전압에 기인한다. 특히 고전압일수록 그영향이 커진다.(전력선과 통신선의 상호 커패시턴스에서 기인)

전자유도 : 전력선의 전류에 기인한다.특히, 지락시(상호 인덕턴스에서 기인)

전도적 장애

가. 전원선

1. 전압변동

- 부하 운전상태의 변화에 의해 수전점의 전압이 변화하는 것,
- 전원 주파수에 대해 변동주파수가 낮으면 영향이 적으나 10Hz 정도이면 조명,TV등에는 떨림 현상이 생긴다.

2. 순시전압강하

- 낙뢰, 단락, 재폐로동작 등에 의해 크게 전압이 저하하는 현상.
- 전자장치의 전원회로에 영향을 주며, 특히 컴퓨터 등에

3. 고조파

- 전력변환 부하장치 등 비선형부하에서 발생하는 고조파전류에 의해 계통의 공진 등 전압왜곡을 일으킨다.
- 공진을 일으키기 쉬운 병렬콘덴서와 역상전류를 일으키는 유도기기에서는 특히

주의를 요한다.

4. 과도현상

- 개폐서지등 모든 전기기기에서 발생하는 과도현상에 대한 영향은 설비의 접지상태에 따라 달라진다.
- 전자화된 전력기기의 영향을 미치며, 서지업서버 등으로 보호하고 있다 대책을 요한다.

통신선

1. 순시정전

- 계통 전환조작 등으로 인한 전압의 순시저하현상.
- 전자기기와 방전등 등에 영향을 미친다.

2. 유도뢰서지

- 장거리선로의 경우 유도뢰에 의한 서지전압이 통신선에 침입한다.

- 통신선과 전원선이 공동접지되지 아니한 경우에는 피뢰기의 동작에 의해 기기내부에 이상전압이 발생할 가능성이 있다.

3. 유도전압

- 교류전원선과 통신선이 전자기적으로 결합되어 있는 경우에 교류전류에 의해 통신선에 유도전압이 나타나며, 크기는 주파수에 따라 달라진다.

4. 타 기기의 잡음

- 통신기기가 다른 기기와 직접 접속되어 있는 경우 다른 기기의 동작에 따라 다른기기의 신호가 잡음으로 되는 경우가 있다.

방사적 장애

- 전자방사로 인한 설비에의 영향을 말하며, 방사전자파는 전자회로나 기기의 내부부품과 쇄교하여 전압 또는 전류를 유도하고 전기설비의 동작에 방해를 준다.

가. 외부방송의 전자방사

- 주파수의 영역과 강도가 일정하나, 최근의 이동통신과 트랜시버 등은 그 사용상태에 의해 상당히 큰 방해를 발생한다.

나. 타 기기의 전자방사

- 전자기기의 동작으로 인한 전자방사를 말하며 특히 고주파기기의 경우 동일설비 내에서 기기간에 상호방해가 발생되고 있다.

다. 정전기에 의한 방전

- 정전기의 방전시 발생하는 방사성 전계를 말하며, 전자기기에 영향을 초래한다.

라. 과도현상에 의한 방사

- 모든 전기기기의 동작시 발생되며, 전자기기에 영향을 초래한다.

마. 방전에 따른 전자방사

- 용접기 등 방전을 이용한 장치를 사용할 때의 방사성 장애를 말하며, 전기설비에

영향을 초래한다.

전원의 노이즈 대책

1. 수전 설비

가. 피뢰기

- 낙뢰,지락,단락,스위치의 개폐 등에 의해 발생하는 피크값이 큰 전원 노이즈를 제한한다.

나. 차단기

- 개폐서지가 적은 것으로 선정. 서지 업서버 설치.

2. 비상전원설비

가. 자가 발전기

- 동일 출력에서 과도리액턴스가 적고 단시간 과전류 내력 및 허용역상전류가 큰 것

나.UPS

- 출력의 고조파성분이 적은 것을 사용하고, 가급적 부하의 중심에 설치한다.

3. 전력용변압기

- 정보기기 전원용 변압기를 별도로 설치한다.
- 용량을 여유있게 선정한다.

4. 정보기기 전원용 간선

- 별도회로로 구성한다.
- 굵기는 여유있게 선정.
- 케이블의 경우 가급적 다심케이블을 사용한다.
- 부스덕트의 경우 저 임피던스형으로 한다.
- 차폐(금속관로로 배선하고 접지) 및 접지.
- 다른 전선과 충분히 이격한다.

5. 고조파 발생기기

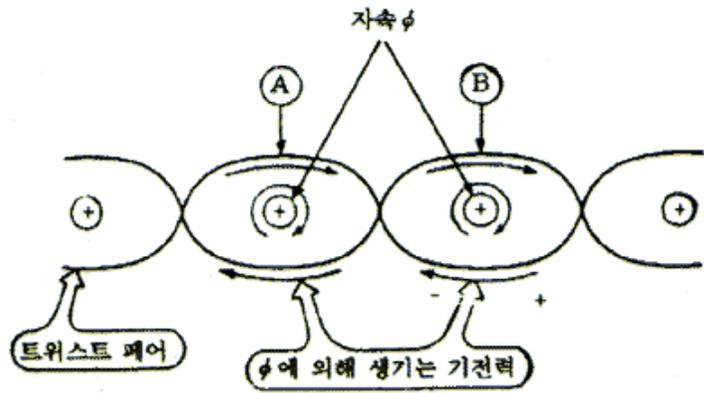
- 방전등용 안정기는 고주파 발생율이 적은 것을 사용.
- 고조파 발생율이 큰 부하는 별도의 간선으로 분리.
- 일반적인 고조파 기기의 고조파 발생율은 35% 이하로 되어 있다.

6. 유도전동기

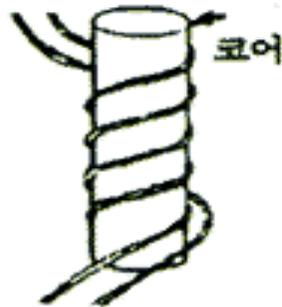
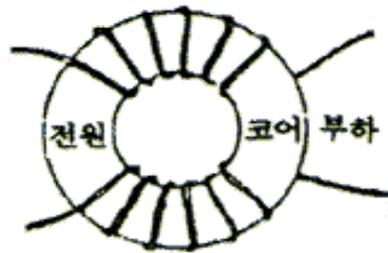
- 기동계급이 높고 (기동전류가 적다) 역율과 효율이 좋은 것을 사용한다.
- 유도전동기의 계급(KSC 4205) 참고
- 기동보상기를 사용하여 기동전류를 억제한다.

7. 정보기기

- 전원용 분기회로, 시그날 선에 Twist pair선을 사용 한다.



- Common Mode Choke(막대 모양이나 고리모양의 철심에 전원의 왕복 2선을 충분히 절연하여 동일방향 동일권수로 감은 것)를 설치하여 왕복전류에 의해 생기는 자속을 서로 상쇄 시킨다.



- 노이즈 컷 트랜스를 설치하여 변압기의 상호 임피던스 및 권선간의 분포용량에 의한 정전유도 효과 방지.

- 필터를 설치하여 노이즈를 흡수하여 제거한다.
- 과전압 보호소자의 설치
 시그날 선 : 직렬소자 사용(Inductor, 저항기(수십 Ω), Posistor)

전원회로 : 병렬소자 또는 직,병렬소자 사용 Varistor, Zenner Diode, Arrester, Trasob Sp Diode) 차폐시킨다

유도전압 경감대책

1. 상호인덕턴스를 감소시킨다

- 송전선과 통신선 간격을 이격하고, 송전선과 통신선과의 교차를 가급적 직각으로 한다.

2. 차폐계수를 감소시킨다

- 통신케이블에 강대 외장케이블을 사용
- 통신 케이블을 금속관에 넣는다.
- 통신 케이블에 알루미늄피 유도 차폐케이블 사용

- 차폐선을 시설한다.

3. 회선의 대지에 대한 임피던스를 높여 평형도를 개선한다

- 억압선륜을 삽입.

4. 차폐선과 통신선간 상호임피던스를 증대시켜 전자차폐효과를 증가시킨다.

가공지선의 저항을 감소시킨다

- 도전성이 좋은 가공지선을 사용
- 가공지선을 굵은 것이나 2조로 한다.
- 통신선에 적절한 피뢰기를 설치한다

전자유도장해의 방지대책

1. 근본대책

- $e = M \frac{di}{dt}$

- 유도전류를 줄인다
- 송전선과 통신선간 상호 인덕턴스를 줄인다.
- 양 선로의 평행길이를 줄인다.
- 유도장해를 받게 되는 시간을 줄인다

전력선측 대책

- 이격시킨다(가능한 통신선로에서 멀리 떨어지게 한다)
- 비접지화 - 중성점을 저항 접지시 저항 값을 가능한 한 크게 한다.
- 고장지속시간의 억제 - 고속도 지락 차단 보호한다.
- 차폐선을 가설한다(송전선과 통신선사이를 차폐한다)

통신선로측 대책

- 통신선의 도중에 중계코일(절연변압기)를 넣어서 구간을 분할한다.
- 연피 통신케이블을 사용한다.

- 통신선에 우수한 피뢰기를 설치한다.
- 배류코일, 중화코일 등으로 통신선을 접지해서 저주파수의 유도전류를 대지로 흘린다.

NOISE의 대책

기본적인 대책

- Noise원으로부터 기기를 분리
에어콘, 엘리베이터, 모타, 펌프, 폼푸레샤, 용접기, 프레스 등으로부터 별도의 단독 변압기를 쓰는 등 전원을 분리시켜야 됩니다. 또한 많은 기기들을 같이 사용할 때 그들 기기끼리도 상호 간섭하여 Noise원으로 작용하므로 가급적 별도의 전원을 마련

Noise Cut Isolation Transformer

단순복권변압기:

- 1,2차간 전기적인 Isolation이 되나, Noise 특히 높은 주파수의 Noise에는 전혀 대책이 안됨.

복권실드 변압기:

- 1,2차간 전기적 Isolation이 되며 또한 정전 결합의 Isolation이 됨. 따라서 Noise중 Common mode noise의 저주파 Noise는 Isolation과 과가 있으나, Common mode의 고주파 Noise 및 Normal mode noise에는 효과가 없음.

노이즈 차폐변압기:

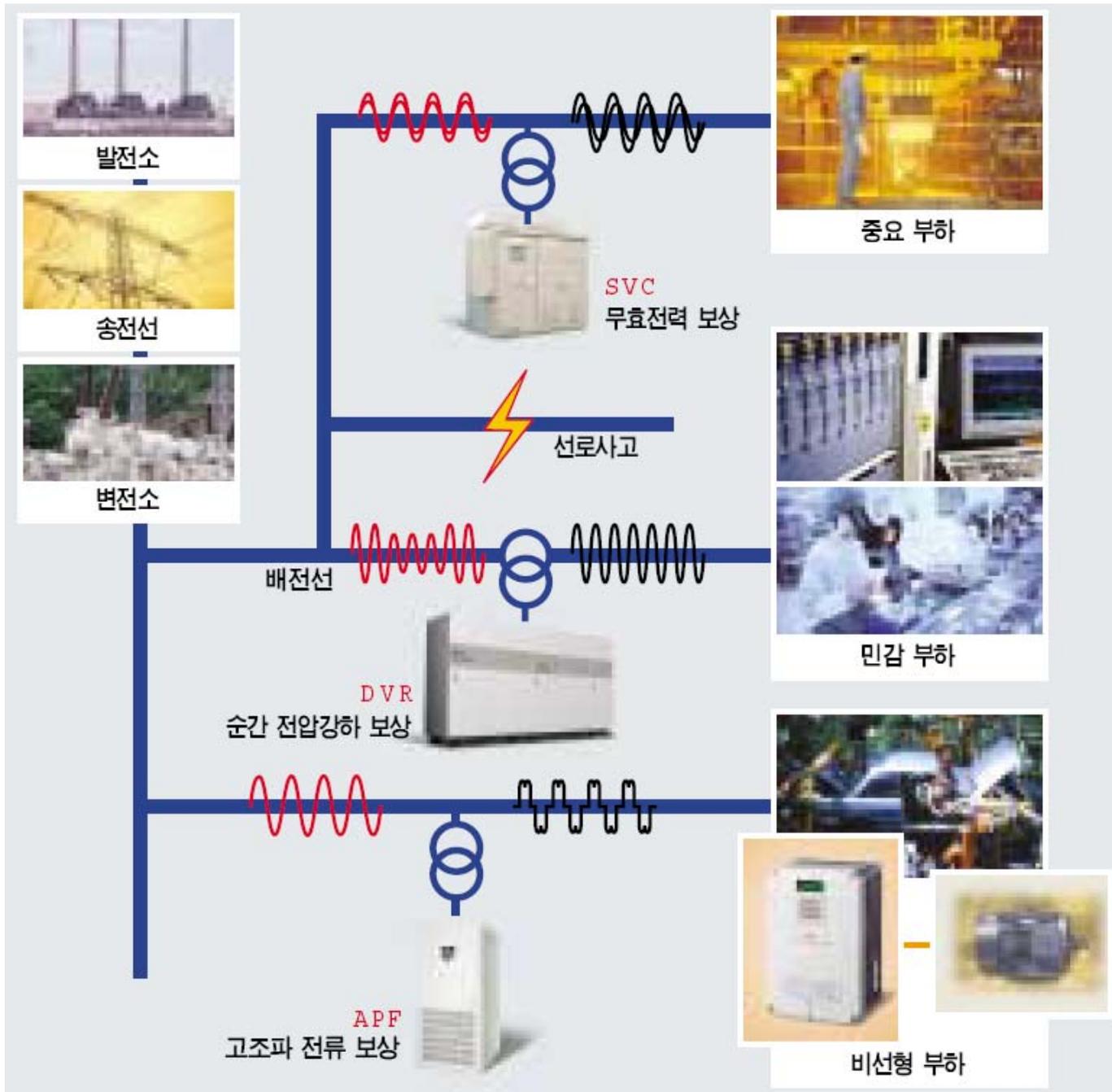
- 1,2차간 전기적 Isolation과 정전결합 Isolation 그리고 자기결합 Isolation까지 됨. 따라서 모든 종류의 Noise에 대해 효과 있음.

CPD : Custom Power Device(전력품질향상장치)

APF(Active Power Filter) : 고조파 전류보상

DVR(Dynamic Voltage Restorer) : 순간전압강하 및 상승을 보상

SVC(Static Var Compensator) : 무효 전력보상 및 전압 안정화



고조파가 기기에 미치는 영향

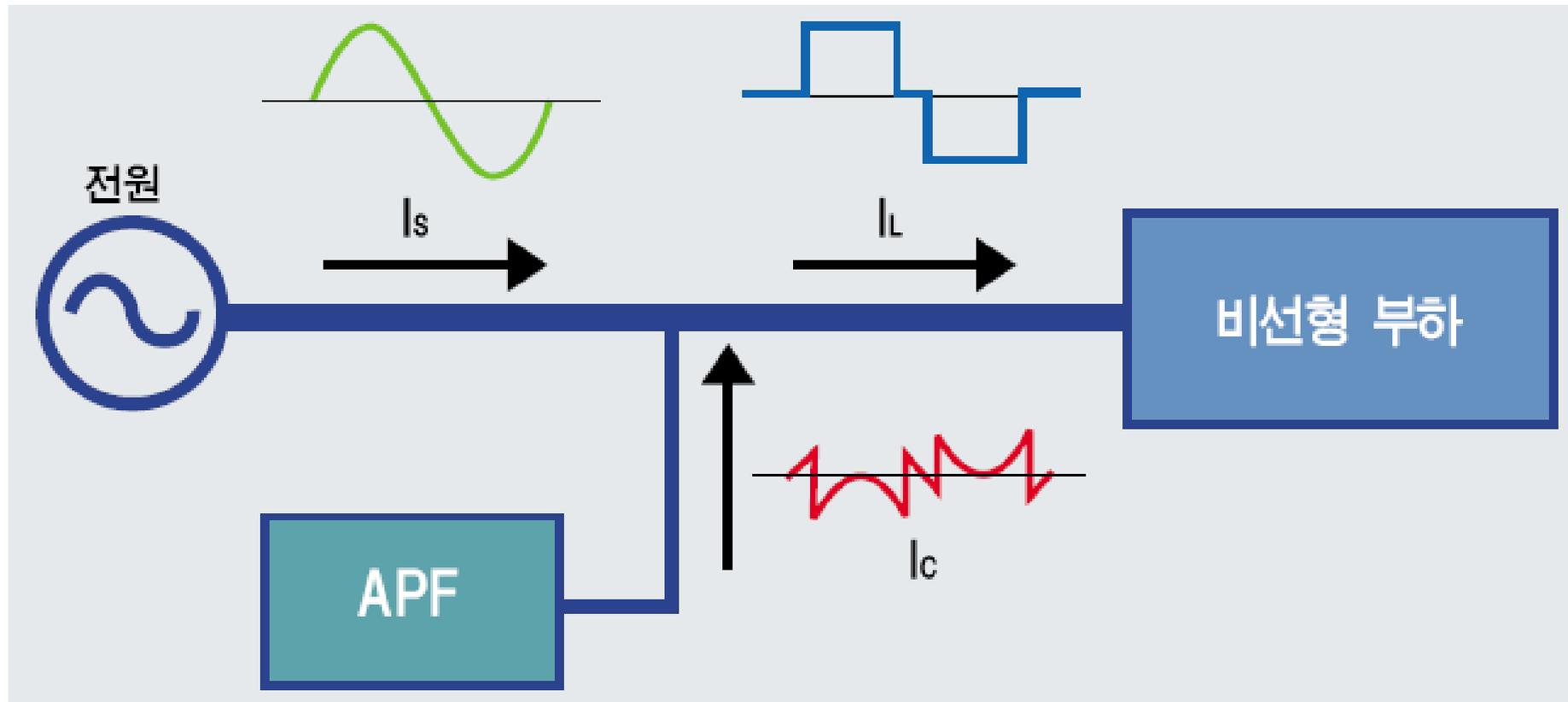
수변전설비	변압기, 콘덴서, 차단기 등	과부하, 과열, 이상음, 측정오차, 오동작	절연열화, 수명단축, 코일소손, 용단
산업용기기	전동기, 유도로, 인버터 등	2차측 과열, 진동, 이상음, 효율저하, 운전불능, 부품과열	수명저하, 회전수 변동, 오동작
가전용기기	형광등, 라디오, TV, 전기시계 등	과열, 잡음, 화상 일그러짐	성능저하, 수명저하
전자 기기	FA, OA용 컴퓨터, 무선기기, PLC 등	과열, 오동작, 화상잡음, 특정부품 과열	수명저하, 오동작

전기설비기기별 영향

FA, OA 기기류	프로세서 제어로봇, 오피스용 컴퓨터, AX, 의료용 기기	10~20% 이상의 전압강하가 0.003~0.02sec 계속되면 메모리의 손실, 프로그램 오동작, 오제어, 송수신의 정지를 초래하기 쉽다.
전자개폐기	공장의 대부분 모터	50% 정도 이상의 전압저하가 0.005~0.02sec 계속되면 전자개폐기가 동작하여 전동기가 정지한다.
가변속전동기	일반산업용 모터, 엘리베이터, 펌프용 모터	20% 이상의 전압저하가 0.05~0.02sec 계속되면 전동기가 정지한다.
고압방전등	점포, 홀의 조명, 스포츠시설, 도로, 터널조명	20%~30% 이상의 전압저하가 0.05~1sec 이상 계속되면 소등된다.
부족전압 계전기	공장 등의 수전설비	부족전압계전기(UVR)의 동작정정시간이 짧은 경우 생산 Line이 정지한다.

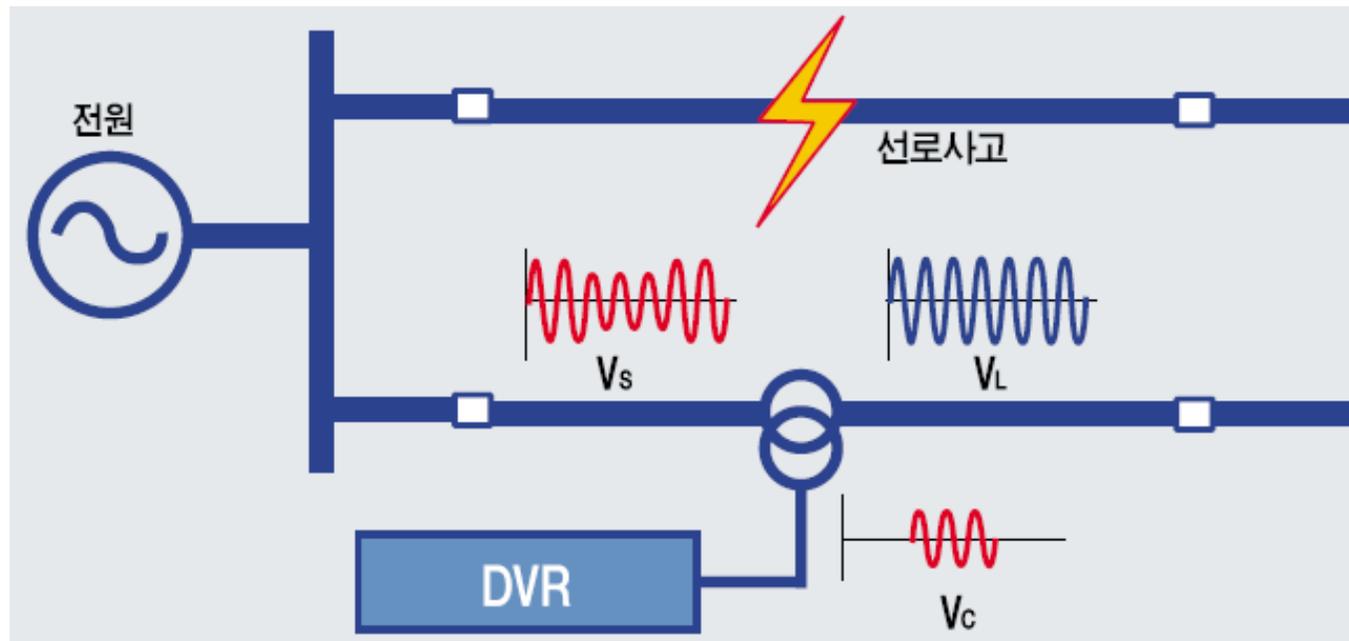
전류고조파에 대한 대책

- 다이오드 또는 사이리스터 정류기를 포함한 비선형 부하를 사용함으로써 발생
- 전류 고조파에 대한 보상은 APF를 선로에 병렬로 연결하여 비선형 부하에 의해 발생하는 전류고조파와 크기가 같고 위상이 반대인 보상전류를 주입함으로써 보상할 수 있습니다.



순간전압강하에 대한 보상대책(DVR : Dynamic Voltage Restorer)

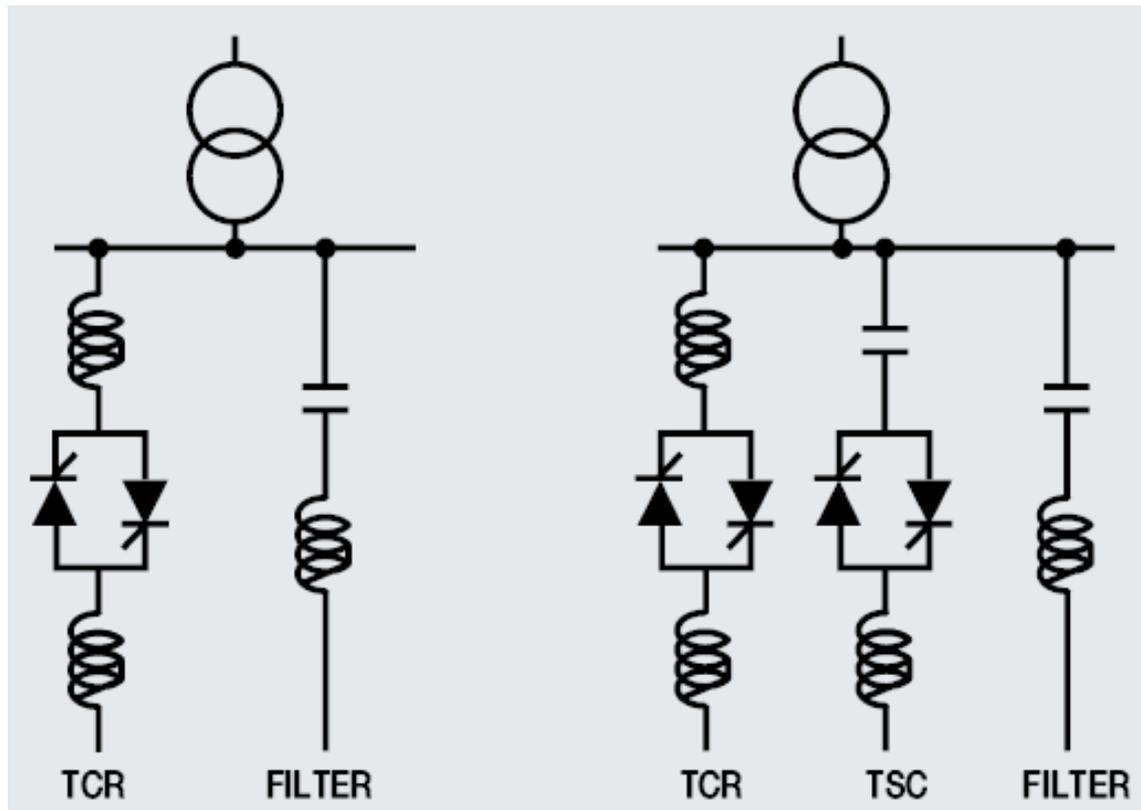
- 순간 전압강하(Voltage Sag)는
낙뢰와 같은 자연재해 발생에 의한 보호설비의 재폐로 동작 시나 대형 모터의 기동 등에 의해 가장 빈번하게 발생하는 전압의 외란사고.
- 순간 전압강하(Voltage Sag)에 대한 보상은
전압원 인버터 형태를 취하고 있는 DVR을 선로에 직렬로 연결하여 부족분의 전압을 부하에 공급함으로써 보상.



무효전력(Reactive Power)에 대한 대책

- 무효전력의 보상은

TCR(Thyristor Controlled Reactor) 또는 TSC(Thyristor Switched Reactor) 구조를 취하고 있는 SVC를 선로에 병렬로 연결하여 사이리스터 스위치를 통해 무효전력을 제어함으로써 역률 및 전압을 보상합니다.



SVC(Static Var Compensator) : 무효 전력보상 및 전압 안정화

APF(능동전력 필터) : (Active Power Filter)

- 비선형부하로 인해 선로에 발생하는 고조파 전류와 크기는 같고 극성이 반대인 전류를 선로에 주입함으로써 전원전류의 고조파를 제거하는 전력품질 향상장치입니다.

APF(능동전력 필터) 특징

1. 고기능

무효전력 및 고조파전류 보상

2. 저손실

최첨단 IGBT 스위칭 소자의 사용으로 손실을 절감

3. 조작·보수성

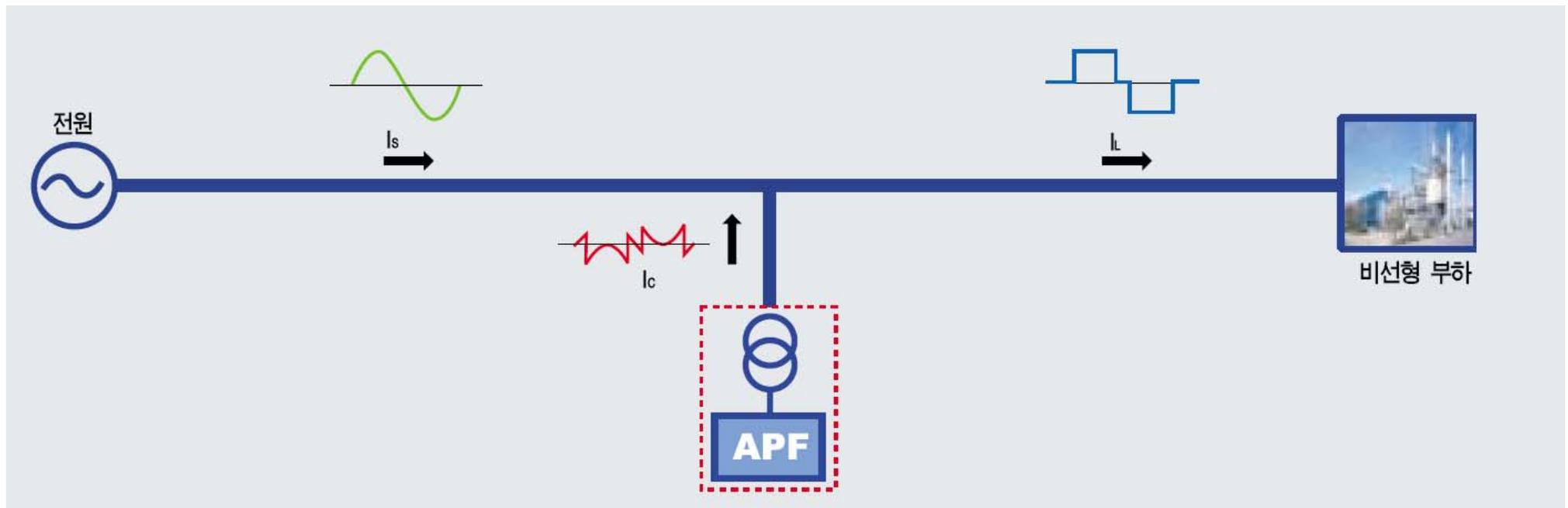
불필요한 조작 및 조정을 간소화하여 보수가 용이

4. 소형·경량

합리적인 실장기술로 소형, 경량화를 꾀하고 공간 절약을 실현

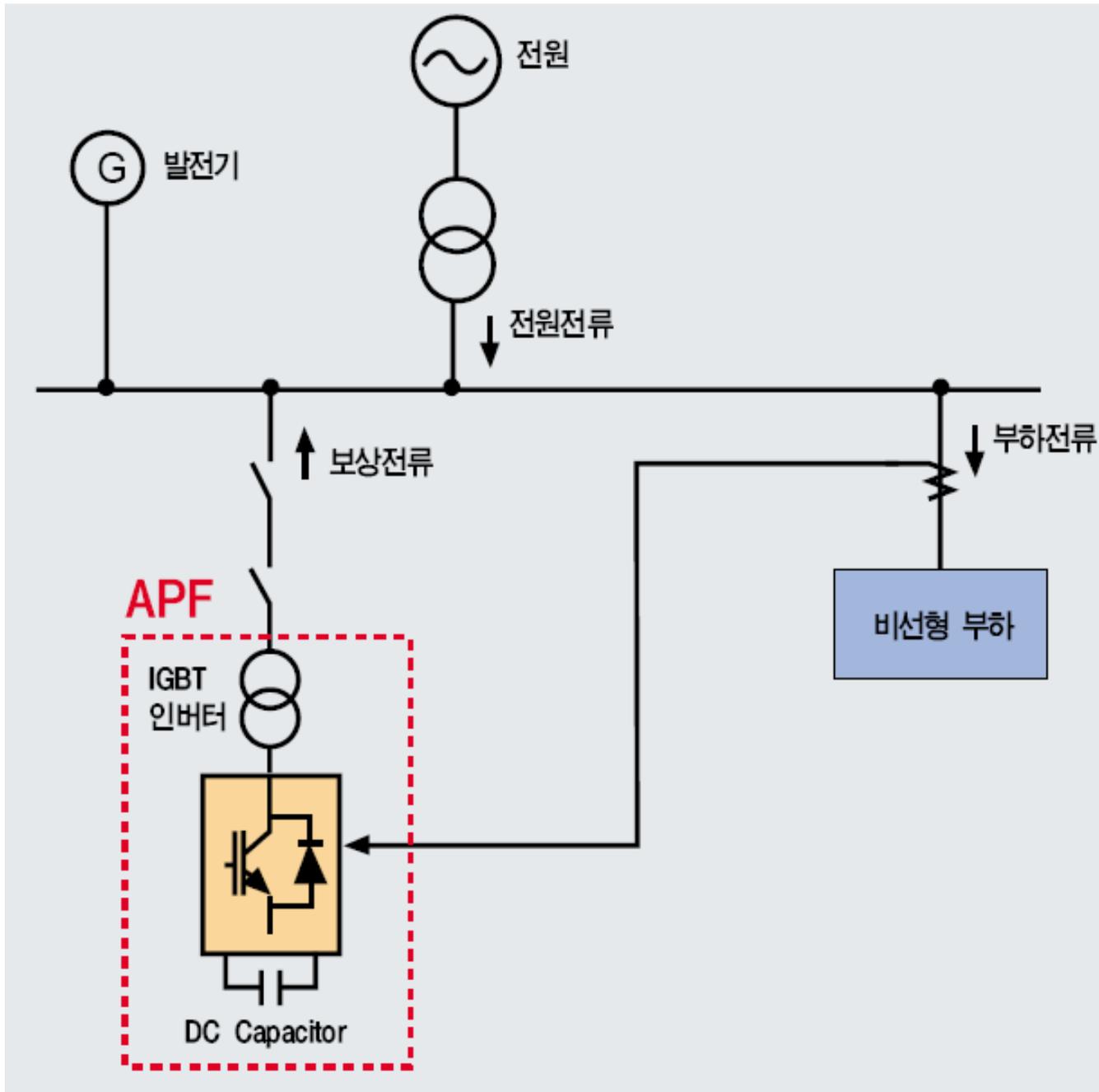
5. 고성능

PWM 제어기법을 적용해 2차 ~50차까지의 고조파전류를 일시에 제거



회로구성

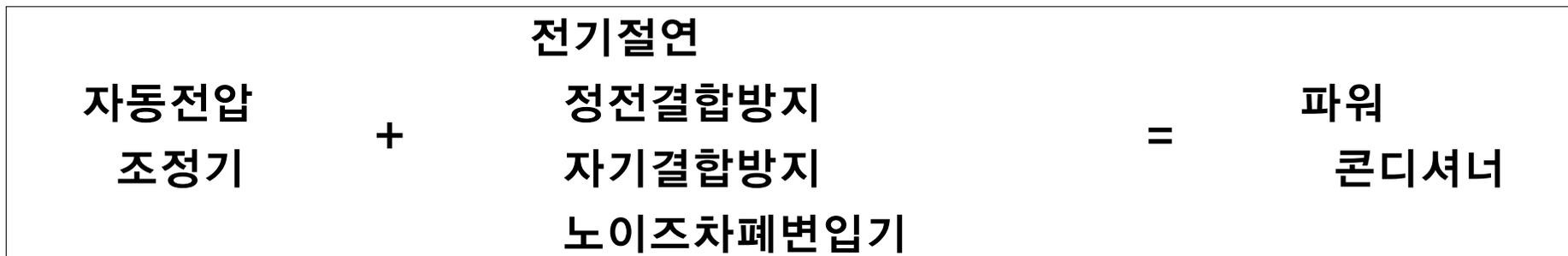
- 고속스위칭 소자로 고성능, 저손실의 IGBT를 사용한 전압형 인버터로 구성되어 있으며, 고조파 발생 부하와 병렬로 접속하여 선로의 부하전류를 검출
- 보상전류를 연산하게 되고, 순시크기에 비례해 Pulse 폭을 변화시키는 PWM 제어를 수행
- 부하전류와 역위상의 보상전류를 선로에 주입함으로써 고조파전류는 상쇄되어 전원측전류에는 정현파 전류가 흐르게 됩니다.



ISOLATION TRANSFORMER

- 전자 차폐의 원리를 이용하여 각종의 Noise(Common Mode Noise, Normal Mode Noise, Surge, Transient, Voltage Spik, Decaying, Transient, Ringing Transient, etc)를 감쇠시킴으로써 사용기기를 보호해 주는 NCIT(Noise Cut Isolation Transformer)를 AVR에 내장하여 동시에 자동전압조정과 각종 악성 Noise를 차폐해 주는 설비를 말한다.
- Power Drive는 전원 Noise에 대해서도 차폐가 뛰어나다.

파워콘디셔너구조



- 노이즈차폐 변압기가 노이즈를 막아주는 하지만 전압변동을 막아줄 수는 없다.
- 내부의 "L ; Inductance"성분으로 인하여 부하전류의 급변시에 Voltage Sag나

Dip이 생기므로 전압변동이라는 새로운 문제를 야기

- 전압조정능력이 있거나, 전압변동이 그다지 문제되지 않는 곳은 노이즈차폐전압기를 단독으로 사용해도 좋으나,
- 컴퓨터와 같이 전압변동이 문제되는 곳은 반드시 전압조정기능을 추가하여 사용하여야 한다.

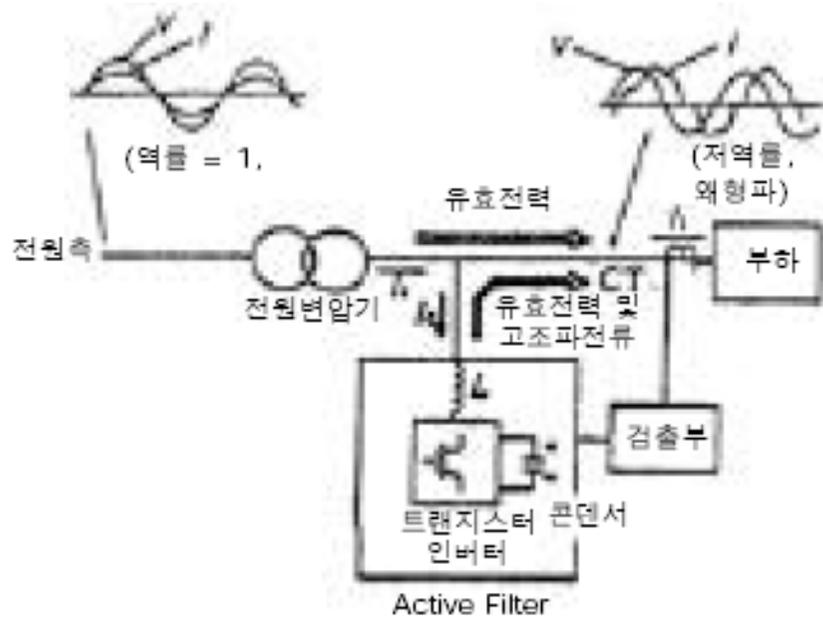
수동필터

- 교류필터, L-C 필터, Passive필터라고 불리며 동조필터와 고차수필터가 있다.
- L-C 필터의 기본적인 회로는 L과 C의 공진 현상을 이용하는 것으로 n차 고조파에서 $nK_L - \frac{X_C}{n} = 0$ 으로 함으로써 n차 고조파 전류는 대부분 여기에 흡수되고, 유출전류를 저감시킬 수 있다.
- LC 필터는 부하와 병렬로 접속하는데, 직렬 리액터와 전력용 콘덴서를 접속한 분로를 여러 분로로 조합해서 구성하고 있다.
- 부하에서 발생한 고조파 전류는 임피던스비에 의해 분류하므로 전원측의 분류는 적어지고 LC 필터에 많이 분류(흡수)하여 고조파를 억제하는 것이다.
- 일반 진상컨덴서 설비는 LC 필터와 동일한 구성이지만 직렬 리액터는 L=6%를

접속하고 있다.

능동필터(Active Filter)

- 수동필터와 같이 공진 특성을 사용하지 않고, 인버터 응용기술에 의해 역위상의 고조파를 발생시켜 고조파를 소거하는 이상적인 필터이다.
- 능동필터는 고조파 발생부하와 병렬로 접속한 것으로, 부하 전류 I_L 을 CT에서 검출하고, 부하전류에 포함된 고조파 전류성분 I_H 를 끄집어낸다. I_H 를 전류 제어의 기준 신호로 이용하여 인버터에 흐르는 전류를 제어하며, I_H 와 역위상의 전류 I_C 를 능동필터로 흐르게 하여 전원전류에 포함된 고조파 전류성분을 상쇄하기 때문에 전원전류 I_C 는 정현파가 된다.



능동필터 접속도



동작파형

능동필터와 LC필터의 비교

구분	능동필터	LC필터
고조파 억제효과	임의의 고조파를 동시에 억제 가능 저차 고조파의 확대는 없다. 전원 임피던스의 영향에 의한 효과의 변화가 적다.	분로를 설치한 차수만 억제 저차 고조파를 확대하는 일이 있다. 전원 임피던스의 영향을 크게 받는다.
과부하	과부하가 되지 않는다.	부하의 증가나 계통전원전압 왜곡이 커지면 과부하가 된다.
역률개선	있다(가변제어 가능)	고정적으로 있다.
증설	용이	필터 간의 협조 필요
손실	장치용량에 대해서 5~10%	장치용량에 대해서 1~2%
가격	300~600%	100%

- 능동필터와 LC필터의 접속 계통의 전압, 상수, 주파수는 동일하게 표현
- 능동필터의 정격용량[kVA] = $\sqrt{3} \times$ 계통전압 \times 보상전류 실효치
- 보상전류 실효치는 능동필터의 설치목적에 의해 고조파 전류만의 경우와 기본파 전류를 포함하는 경우가 있다
- LC필터의 정격 용량[kVar]은 각 분로마다 기본파용량(진상 무효전력 용량)으로

표시하고 일반적으로 고조파용량으로는 표현하지 않으며, 고조파의 정격으로는 각 분로마다 각 고조파 차수의 정격 고조파전류[A]로 규정하고 있다.

- 용량의 단위 표기 방법을 보면, 능동필터는 피상전력의 용량표현을 위해 “kVA” 로 하고, LC필터는 무효전력의 용량표현을 위해 “kVar” 로 한다.

DVR 순간전압보상기(DVR : Dynamic Voltage Restorer)

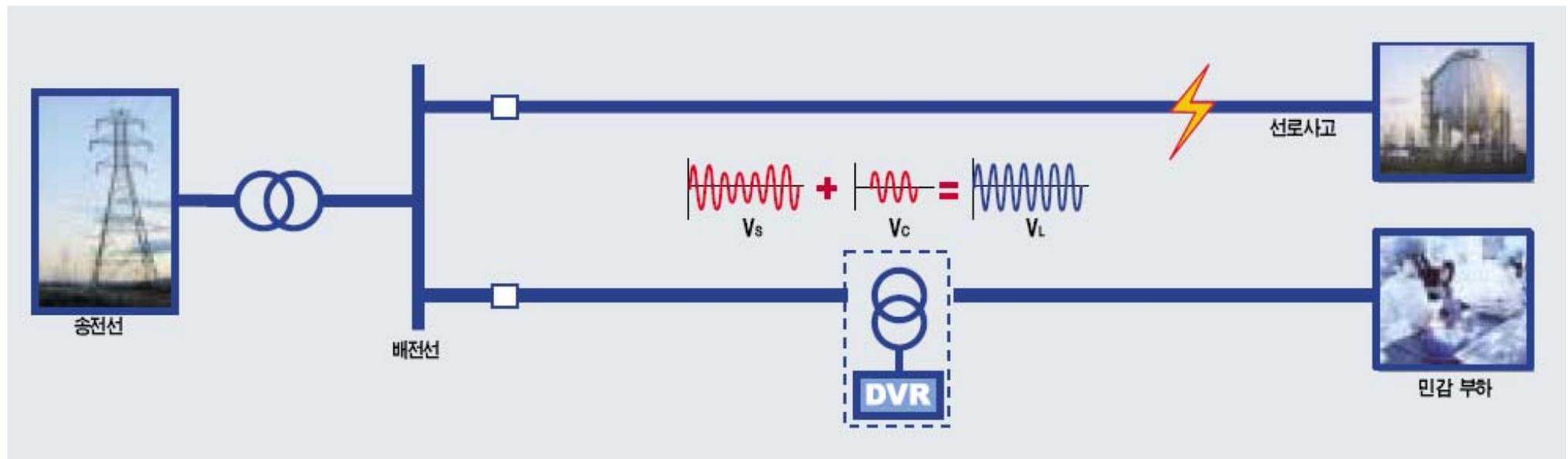
- DVR은 전원측과 부하측 사이에 직렬로 연결
- 대용량 부하의 투입이나 인접선로의 사고로 발생하는 전압의 순간적인 급강하(Voltage Sag) 또는 급상승(Voltage Swell)으로부터 민감한 부하를 보호하여 수용가의 전력품질을 향상시키는 장치.

특징

- 순간전압강하 보상
- 서지 흡수
- 전압불평형 개선
- Phase shifts 방지

- Battery나 발전기가 불필요
- 빠른 응답속도

개념도



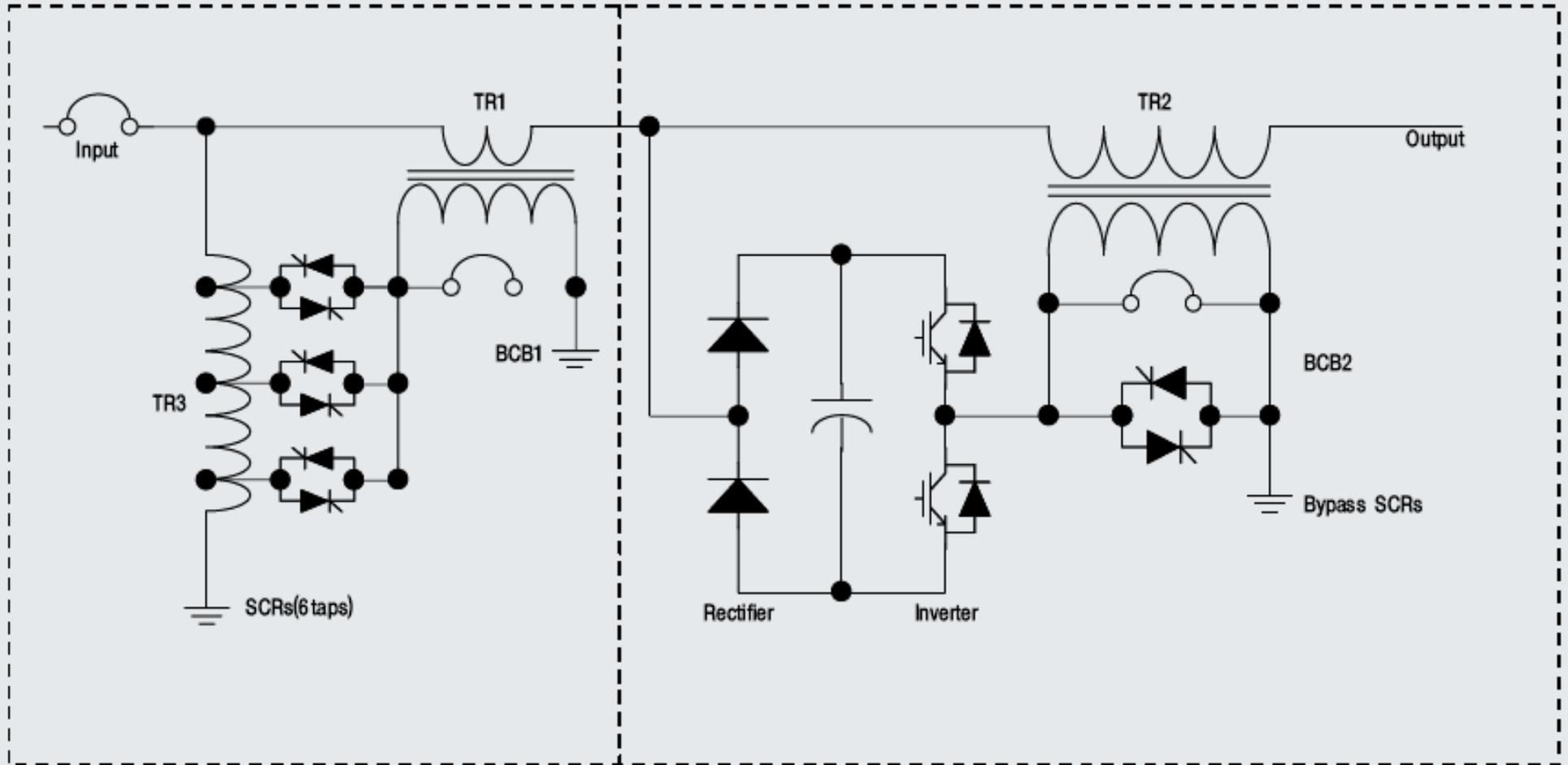
회로구성

- DC-Link 커패시터, IGBT인버터, 인버터 출력 필터, 주입 변압기, By-pass 스위치로 구성

- 선로의 정상구간 운전에서는 By-pass 스위치가 Turn-on 되어 보상기는 동작하지 않게 되고,
- 순간전압강하 또는 순간전압상승 발생 구간에서는 By-pass 스위치가 Turn-off 되고 보상기의 출력전압이 전원전압과 더해져 부하에 전달.

정상상태 전압변동 보상 제어

순시전압변동 (Sag) 보상 제어



전원의 교란(Power Disturbance) 분류

- 전압변동 (Voltage Fluctuation)
- 파형의 찌그러짐(Distortion)
- 노이즈(Noise)
- 전압강하(Voltage Dip, Sag)
- 정전(Power outage)

전압변동 (VOLTAGE FLUCTUATION)

- 전압이 정격에서 5%이내에 있어야 하나 실제의 경우는 10%내외로 변하는 때가 많다.
- 심하게 변동되는 전압에 그대로 기기가 연결되면, 기기의 수명이 크게 단축되고 오동작으로 인하여 신뢰성을 잃게 됩니다.
- Computer를 이용한 정밀분석기기 등의 경우에는 AVR, POWER CONDITIONER, UPS등을 통해 2%이내의 안정된 전원을 기기에 공급
- 전압이 크게 변동되는 주원인은 변압기나 송배전선로의 공급능력을 초과하는 전력을 불규칙하게 사용되며 내장되어 있는 Power Supply(전원공급기)는 많은

경우 10%까지의 자체 전압조절 능력이 있다

- 평소엔 항상 2%이내 정도의 안정된 전압을 공급하여 주므로서 평소에는 기기의 전원공급기에 부담경감과 조정능력의 여유를 8~9% 주어, 설혹 순간전압 변동이 발생한다 해도 여분의 조정능력을 동원할 수 있는 사고 예방적인 조치가 꼭 필요한 것입니다.

고주파 함유율, 파형 일그러짐 (DISTORTION)

- 파형이 정현파(Sine wave)가 되지 않고 일그러지거나 찌그러지는 정도를 고조파 함유율(Total Harmonic Distortion : THD)이라고 하는데 대용량의 전기로 가동시, SCR등을 사용하여 위상을 제어할 때(SCR AVR)Inverter, 정류기, 가포화 Reactor등을 사용할 때 발생.

고조파장애

- 전력계통측에는 Condenser 등 전력계통소자의 손실증가와 과열현상
- 제어기기의 성능 불안정 및 부정확
- 보호계전기의 오동작 및 계기의 오지시
- 약전계통측에는 전화회선의 음성잡음
- 전신, 신호회선의 오동작, 오표시
- Data Process장치에의 Noise를 발생시킴으로써 Error를 유발하여 System운용에 큰 장애요인을 가져옵니다.

전원교란이 시스템에 미치는 영향

1. 전압변동

- 전력계통소자 손실 및 과열 현상소손
- 전화회선 음성잡음
- 전송중인 Data에 치명적이다.
- 오동작 신뢰성 실추
- 기기수명 단축

- Fluctuation Sag. Surge. Dip
- 각종 기억장치, 기록매체 디스켓, 기록 테이프 등
- 시스템내 회로손상 및 예측
- 불능의 소프트웨어적인 문제 발생
- 제어기기 성능 불안정

2. 저전압 및 과전압

- 송배전 계통상 문제에 의한 전압강하 혹은 상승
- 시스템 하드웨어의 수명단축
- 데이터 파일의 훼손, 보관된 Data손실

3. NOISE 및 과도 전압

- 상용전원에 중첩된 전기적 노이즈
- 논리회로 이상현상
- 통상장애
- 데이터 파일의 훼손

- 기기수명 단축

4. 정전

- 기기의 수명단축
- 순간 또는 장시간의 정전
- 작업중 데이터 손실
- 작업능률을 저하시킨다.
- 시스템 하드웨어의 손상
- 데이터 파일의 훼손

전원보호장치 사용효과

- 오동작 및 손실방지
- 고장미연 방지
- 최대능률 발휘
- 생산성 향상

- 품질향상
- 작업시간 극대화
- 정전 및 순간 전원으로부터 Data보호
- 사용 기기의 수명연장

전자환경성의 개요

- 전력기기나 전자통신장비는 접속되는 전력선이나 신호선에서의 전도, 공간을 통하는 전자방사에 의하여 상호방해나 간섭을 받을 가능성이 있다.
이와 같은 문제를 전자환경성이라 한다.

전자환경은 여러가지 구성요소.

① 장치의 설치장소

- 실드나 접지조건
- 인접기기의 종류, 이격거리 등

② 전원계통에 관계되는 환경

- . 전원의 종별, 전압의 등급
- . 접지점에서 본 내부 임피던스

③ 장치에의 신호선로

- . 신호선로의 종별, 부설상황, 필터의 유무 등

전자방해작용의 개요

전력기기나 장치가 받는 장애의 원인을 말하며, 전자방해작용의 침입경로.

① 전원노선에서의 침입

－. 전원고조파, 전원전압변동, 순간정전, 과도서지 등

② 신호선로에서의 침입

－. 유도 뇌서지, 전원선으로부터의 유도전압 등

③ 주위공간

－. 외부로부터의 전자방사, 정전기에 의한 방사 등

전자방해작용에 대응한 고려사항

① 접지선

- 별도의 접지선을 사용한다.
- 접지선은 굵고 짧게 하고, 접지저항은 10Ω 이하로 한다.

② 전원회로

- 절연변압기를 사용하고, 전원선은 가능한 굵은 것을 사용한다.
- 노이즈필터 서지프로텍터가 내장된 것을 사용한다.
- 잡음이 적은 조명기구를 사용한다.

③ 신호선

- 트위스트 케이블을 사용하고, 전원선과 가능한 이격시킨다.
- 일반 케이블의 경우 금속관을 통해 배선한다.
- 케이블 외장강대를 접지한다.

전기설비의 정전을 최소화하기 위한 대책을 설계단계와 운용단계.

- 최근 고도정보화사회의 진전으로 인텔리전트화, 고기능화, 중앙감시화 되고 있는 반면에 순간정전도 허용하지 않는 사무자동화기기, 전자통신장비 등의 보급이 확대되고 있다.

설계단계에서의 정전대책

① 수전방식:

2회선 수전방식을 채택하고, 가장 신뢰도가 높은 스포트네트워크 수전방식의 검토

② 수배전 계통의 이중화:

전기수용설비의 중요도에 따라 변전 및 간선계통의 완전이중화를 검토한다.

③ 모선의 이중화:

모선은 2계통으로 하고, 모선연락차단기를 2대 직렬로 한다.

④ 무정전전원시스템의 구축:

순간정전도 허용하지 않는 부하기기에 대해서 병렬방식의 UPS 시스템을 구축한다.

⑤ 비상전원설비의 구축:

소방법과 건축법에 규정하고 있는 부하에 대해서 비상전원설비를 구성하고, 비상용발전기는 2대 이상으로 하여 분할된 모선 각각에 분담하도록 한다.

⑥ 공급신뢰성 향상대책

- 전기기기의 불연화:
- 전선의 불연화:
- 기기의 밀폐화, 컴팩트화:
- 전자화:
- 소형화

운용단계에서의 정전대책

(1) 공급신뢰성 유지대책

① 메인터넌스 프리:

가스절연기기, 몰드화, 진동차단기의 채용

② 오조작 방지:

인터로크 회로, 페일세이프 회로

③ 보수관리 업무의 기계화:

마이크로컴퓨터 응용감시제어장치의 도입

④ 예방보전시스템 도입:

사전 고장사고 방지를 위한 시스템 도입

⑤ 소형화

(2) 사고확대 방지대책

① 중앙감시화:

- . 고장기기의 확인, 고장지점의 판별

② 정전시의 백업:

- . 무정전전원장치 및 자가발전설비, 축전지설비

③ 화재대책:

- . 방재설비구축, 불연화기기의 채택, 전기실의 구획

④ 증설, 개수대책:

- . 기기의 배치, 증설용이

특수장소의 전기설비

- 특수장소란

폭연성, 가연성 증기 및 폭연성, 가연성 분진이 지속적 발생 또는 집적되는 장소로서 전기설비로 인한 발화, 사고파급되는 것을 방지하기 위해 전기설비의 안정성 확보를 위하여 기술기준에서 별도로 규정하고 있다.

(내선규정에서 정하는 특수장소 : 가스증기 위험장소 / 분진위험장소 / 불연성먼지가 많은 장소 / 위험물 등이 존재하는 장소 / 화약고 등의 위험장소 / 부식성가스 등이 있는 장소로서 분진 위험장소를 가연성과 불연성으로 세분화하였다)

폭발 및 화재의 3 요소

- 지역내에 가연성 가스나 증기가 존재해야 한다. (가연물질), 가연성 가스나 증기가 연소 또는 점화가 가능한 정도의 산소 또는 공기와 혼합되어 있어야 하고 이 혼합물의 양은 설비 주위의 공기를 충분히 점화시킬 수 있는 양이어야 한다. (산소공급원, 산화제) 혼합물이 점화되어야 한다. (점화원)

가. 위험장소의 분류

아래의 장소는 위험지역으로 분류된다.

- 인화성 물질의 증기 또는 가연성 가스가 쉽게 존재할 가능성이 있는 지역
- 인화점 40° C 이하의 액체가 저장, 취급되고 있는 지역
- 인화점 65° C 이하의 액체가 인화점 이상으로 저장 취급될 수 있는 지역
- 분진등이 발생하거나 분진이 기기의 표면 또는 바닥등에 퇴적되는 지역

비방폭 지역 분류

- (1) 환기가 충분한 지역에 설치하고 개구부가 없는 상태에서 인화성 또는 가연성 액체가 간헐적으로 사용되는 배관으로 적절한 유지 관리가 이루어지는 배관주위
- (2) 환기가 불충분한 장소에 설치된 배관으로 Valve, Fitting, Flange 등과 같이 이상 발생이 누설될 수 있는 부속품이 전혀 없고 모두 용접으로 접속된 배관부위
- (3) 가연성 물질이 완전히 밀봉된 수납용기 속에 저장되고 있는 경우의 수납용기 주위
- (4) 보일러, 가열로, 소각로 등 개방된 화염이나 고온 표면의 존재가 불가피 한

설비로서 연료주입 배관상의 Valve, Pump, 등의 위험 발생원 주변의 전기, 기계, 기구가 없는 경우의 개방화염 또는 고온 표면이 있는 설비 주위
(5) 분진 발생량이 미비하거나 발생하지 않아 화재, 폭발의 우려가 없는 장소

내압(耐壓) 방폭구조

- 전기기기의 용기 속에 폭연성 가스가 들어가기 어려운 전폐구조로 되어 있고 용기 내부에서 점화, 폭발하여도 파괴되지 않는 구조.(용기가 그 압력에 견디고 또한 외부의 폭발성 가스에 인화될 우려가 없는 구조)

내압(內壓) 방폭구조

- 전기기기의 용기 속에 청정한 공기 또는 불활성 가스를 압입하여 내압을 유지시켜 외부로부터의 폭발성 가스의 침입방지하는 구조로서, 통풍식, 봉입식, 밀봉식이 있다.

안전증 방폭구조

- 상시운전중에 불꽃,아크 또는 과열이 생기면 아니 되는 부분에 이들이 발생하는 것을 방지하도록 구조적,전기적 온도상승에 대하여 특히 안전도를 증가시킨 구조.

유입(油入)방폭구조

- 전기기기의 불꽃,아크,고온 또는 발화원이 될 수 있는 부분을 油中에 둬므로서 폭발성 가스와 격리한 구조.

본질안전방폭구조

- 상시운전중이나 사고시에 발생하는 불꽃,아크,열에 의해 폭연성 가스에 점화되지 않는 것을 기타의 방법에 의해 확인된 구조.

비점화 방폭구조

- 정상 동적 중 주변의 폭발성 위험분위기에 점화되지 않고 점화시킬 수 있는 고장이 유발되지 않도록 한 구조

몰드 방폭구조

- 점화원의 구성 부분을 밀폐시킨 구조

충전 방폭구조

- 점화 가능 부위는 분말등으로 충전하여 점화에너지를 소호하는 구조

분진방폭구조

보통방진 방폭구조

- 분진이 용기내부로 침입하기 어렵게 한 구조

특수방진 방폭구조

- 분진이 용기내부로 침입하지 않도록 한 구조

분진방폭 특수방진구조

- . 폭연성분진이 존재하는 장소에서도 사용할 수 있도록 특히 방폭성을 높인 구조.

특수 방폭구조

- . 상기 이외의 구조로서 폭발성 가스의 인화를 방지할 수 있다는 것이 시험기관에 의해 확인된 구조.

축전지(蓄電池) Storage Battery

- . 교류측에서 발생하는 고장이나 정전시 지장없이 기기를 조작하고 표시등, 소내전등 등의 비상용으로 축전지를 둔다.
- . 축전지는 2차전지로서 방전한 후에도 직류전원을 연결하여 방전시와 역방향으로 전류를 흘리면 다시 충전되어 사용할수있는 전지이다.

축전지의 조건

- 가. 충.방전에 의한 화학변화가 가역적(可逆的)일 것
- 나. 충전에 의한 전극물질의 재생이 양호하여 가능한 한 많은 회수의 충방전이

가능할것(보통 1000회 이상)

다. 충전에 요하는 전력은 되도록이면 적을것.즉 효율이 높을 것 일반적으로 사용되고 있는 축전지는 연축전지와 알카리 축전지이다.

연축전지(鉛蓄電池) Lead storage battery

- 연축전지를 구성하는 주요부분은

양극판(PbO_2), 음극판(Pb), 격리판, 전해액(H_2SO_4) 및 전조로 되어있다.

- 전조는 용도에 따라 유리, 에보나이트등이 사용되고 있다. 음, 양극판은 수 매에서 수십 매가 교차로 조합되어 있고 양단이 음극판이므로 음극판이 양극판보다 1매 더 많다. 개개의 극판은 서로 병렬로 연결되어 있으며 연축전지 1개는 약 2V의 기전력을 가지고 있다. 각 극판사이에는 극판이 구부러 지거나 작용물질이 탄락하여 양극판의 탄락현상을 방지할 목적으로 목재박판, 유공에보나이트판, 다공경질고무 등으로 된 격리판을 두고있다. 전해액으로는 일반적으로 $20^{\circ}C$ 에서 비중이 1.20 ~ 1.30되는 순황산을 사용하고있다. 양극은 순수한 산화납(PbO_2)이나 음극은 해면상의 납으로 되어 있는데 이 해면상의 납에는 소량의 황산바륨($BaSO_4$)등의 불활성 팽창제를 섞어 충방전에 따른 수축을 방지하여 용량의 감소를 막는다.

축전지 용량

- 완전 충전상태에 있는 축전지를 어떤 일정한 전류로서 방전시켜 방전종지전압까지 얻을수 있는 총 전기량 또는 전력량을 축전지 용량이라고 한다. 전자를 Ampere-hour용량, 후자를 watt-hour용량이라고 부르며 각각 Ah, Wh로 표시한다. 거치용 축전지는 10시간을 용량으로 표시하며 Ah가 널리 사용된다. Ah는 전기량의 단위로서 회로중에 흐르는 전류와 시간과의 적(積)으로 표시된다. 예를들면 5A의 전류가 10시간 흐른 경우에는 그 전기량은 50Ah가 된다. Wh는 전력량의 단위로서 watt와 시간의 적으로 표시된다. 축전지 용량은 방전전류가 크면 적어지고 방전전류가 적으면 커진다.

방전종지전압

- 일반적으로 축전지는 어느 정도까지 방전하면 그 후의 전압강하는 대단히 급격하게 떨어져 버리기 때문에 축전지의 방전은 전압이 급강하하는 점에서 그치지 않으면 안된다. 만일 그이상 방전을 계속하면 얻어지는 전기량이 적을뿐 아니라 축전지 자신에 악영향을 준다. 이 방전종지전압을 방전종지전압이라 하며 방전율에 따라 일정하지 않다.

부동충전 floating charge

- 배전반 신호등, 축전지의 자기방전에 필요한 전 충전상태로 하는 방식이다. 부동충전전압은 20°C에서의 비중 1.215인 축전지에서 2.15V를 유지한다. 그러나 장시간 충전전압을 2.15V로만 지속시키면 충전부족 상태가 되므로 1주 1회정도 균등충전할 필요가 있다. 충전전압이 너무 높으면 과충전 상태가 되어서 증류수의 소비가 크고 수명도 단축된다.

균등충전 Equalizing charge

- 축전지의 각 극판을 완전 海綿狀鉛(음극), 과산화연(양극)으로 하기 위해 빈번히 충전하면 작용물질이 탄락하여 수명이 단축되고 또 일상 충전만을 계속하면 양극판의 황산연이 불활성의 백색 황산연으로 변화되어 축전지 용량이 감소된다. 따라서 개개의 축전지를 평균화 하기 위해서 정기적으로 행하는 일종의 과충전을 균등충전 또는 균압충전이라고 한다.

설페이션 sulphation

- 연축전지는 방전상태로 오래 방치하면 극판상에 황산연의 미립자가 응집하여 비교적 큰 결정의 백색 피복물 즉 백색 황산연으로 된다. 이 현상을 설페이 셴 이라고 한다.
- 이 백색 피복물은 부도체 이므로 작용물질의 면적이 감소하고 전지의 용량이 감소한다. 또 작용물질을 탄락시켜 전지의 수명이 단축된다. 설페이 셴 현상은 극판이 백색으로 변하는 동시 내부 저항이 대단히 증가하여 충전에 있어서는 전해액의 온도상승이 많고 황산의 비중상승이 낮으며 가스의 발생이 심하다. 설페이 셴이 일어났을때의 대책으로 가벼운 경우는 과충전을 하고 심한 경우는 희류산 또는 중성 유산염중에서 장시간 충전하면 제거할수 있다.

충 전

- 축전지에 외부전원에서 전류를 공급하여 극판활물질을 화학변화시켜 축전지내에 전기에너지를 화학에너지로 축적하는 조작.

초충전

- 미충전축전지의 최초의 충전을 말한다. 전해액주입후 비교적 소전류로

장시간통전하여 활물질을 충분히 활성화할 것.

회복충전

- 방전한 축전지를 차회의 방전에 대비해 용량이 충분히 회복할 때까지 충전할 것.

보충전

- 주로 자기방전을 보충하기 위해 충전. 연축전지로는 장기간 보존하는 경우 하절기에는 1개월에 1회, 동절기에는 2~3개월에 1회정도 하는 것이 보통이다.

균등충전

- 여러개의 축전지를 1조로 하여 장기간사용하는 경우, 자기방전 등으로 발생하는 충전상태의 보충이 아니고 충전상태를 균일하게 하기 위해서 하는 일종의 과충전, 보통 충전전류의 1/2정도의 전류로 30~50시간하는 방법이다.

과 충전

- 완전방전상태에 도달한 후의 충전을 말한다. 가스발생에 의해 전해액이 급속히 감소한다. 연속전지에는 과전류가 계속되면 수명이 짧게 된다.

급속충전

- 응급적으로 용량을 약간 회복시키기 위해 대전류로서 단시간에 충전하는 방법. 상시하여서는 안된다. 일반적으로 급속충전기를 사용한다.

정전류충전

- 일정한 전류로서 하는 충전. 5~10시간울의 일정전류가 흐르는 방법.

정전압충전

- 일정한 전압으로서 충전. 초기의 충전전류가 매우 크게되어 비경제적으로 일반적으로 사용하지 않는다. 전기 1개당 2.3~2.5V의 일정전압을 가하는 방법.

정전류정전압충전

- 충전개시시는 일정한 전류로 충전하고 충전이 진행되어 축전지의 충전전압이 설정전압에 도달한 이후 그 일정한 전압으로 충전하는 방법. 설정전압은 가스발생전위보다 약간 높은 것이 보통이다.

트리클충전

- 축전지의 자기방전을 보충하기 위해 부하에서 끊어버린 상태로 늘 미소전류로 충전하여 놓는 것. 정전류법과 정전압법이 있다.

부동충전

- 정류기에 축전지와 부하와의 병렬로 접속하고 항상 축전지에 정전압을 가해 이것을 충전상태에 놓아서 정전시 또는 부하변동시에 무순단으로 축전지에서 부하에 전력을 공급하는 방식. 부동전압은 전지 1개당 2.15~2.20V로 있으므로 전압에 의해 개수결정을 할때 주의가 필요하다

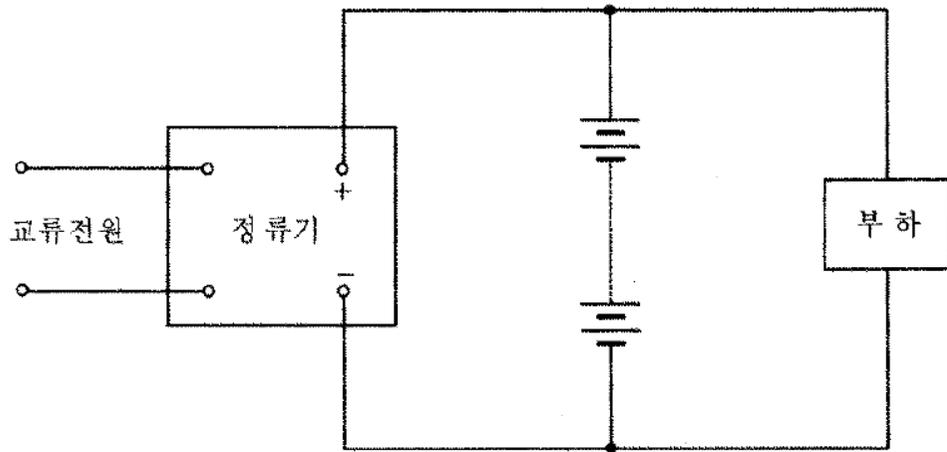
1. 축전기의 충전 방식

축전기의 충전 방식에는 정전압 충전, 정전류 충전, 부동 충전, 균등 충전, 전자동 충전, 교호 충전 방식이 있으며 정전압 충전 방식과 정전류 충전 방식은 축전지 수명이 악영향을 초래하기 때문에 잘 사용하지 않고 있다.

1) 부동 충전 방식

- 정류기에 축전지와 부하를 병렬로 접속하여 축전지의 자가방전에 대한 충전과 직류부하의 전원공급을 함께 정류기가 담당하고 순간적인 대전류(예 : 차단기 투입전류)는 축전지가 공급하는 방식으로 거치형 축전지 설비에서 가장 널리 사용되고 있다.

① 부동 충전 회로



부동 충전 회로

② 부동 충전의 이점

- ㉠ 축전지가 항상 완전 충전상태에 있다.
- ㉡ 정류기의 용량이 적어도 된다.
- ㉢ 축전지 수명에 좋은 영향을 준다.

2) 균등 충전 방식

- 각 전지간의 전압을 균등하게 하기 위하여 3주에 1회 정도 정전압(연

축전지 : 2.4~2.5V/cell, 알칼리 축전지 : 1.45~1.5V/cell)으로 10~12시간
충전하는 방식

4) 교호 충전 방식

축전지, 정류기를 2대로 하여 교대로 충전, 방전 시행.

2. 정류 방식

정류기는 반도체 정류기가 사용되며 정류 방식에는 단상반파, 단상전파, 삼상반파, 삼상전파 정류 방식 등이 있으나 파형 평활을 위하여 단상, 삼상 모두 전파 정류방식을 채택하고 있다. 반도체는 Silicon을 사용하나 전자동 충전 방식은 SCR을 사용한다.

3. 충전기 2차측 전압, 전류의 산정

1) 전압

① 2차 전류가 10[A]이하일 경우 : 1 ϕ 100[V]

② 2차 전류가 10[A]초과할 경우 : 3 φ 200[V]

2) 전류

$$\textcircled{1} \frac{\text{축전지 정격용량}}{10} + \frac{\text{상시부하용량}}{\text{정격전압}}$$

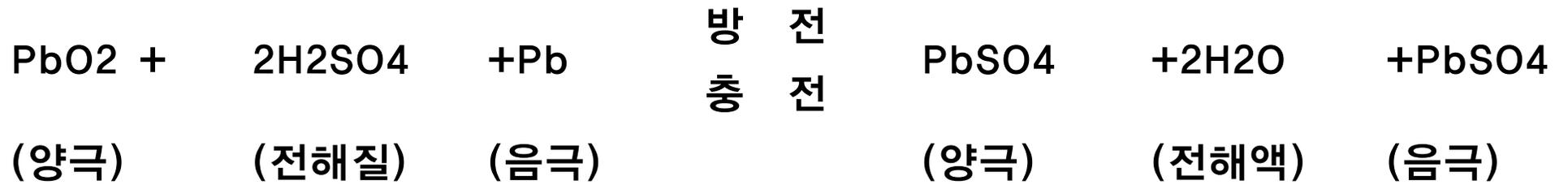
② 비상용 조명전원으로 사용하는 경우 전류값은 $\frac{\text{축전지 정격용량}}{10}$ 만으로 충분 함

연 축전지와 알칼리 축전지의 비교

구 분	연 축전지	알칼리 축전지
종 류	클래드식, 패이스트식	포켓식, 소결식
공칭전압	2.0 [V/Cell]	1.2 [V/Cell]
공칭용량	10시간율	5시간율
특 징	<ul style="list-style-type: none"> • Ah당 단가가 낮다. • 축전지 필요 Cell수가 적어도 된다. • 충전 전압의 차이가 적다. • 부식가스 발생 • 전해액의 비중에 의해 충전 상태를 알 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 저온 특성이 좋다. • 고율방전 특성이 좋다. • 극판의 기계적 강도가 강하다. • 과방전, 과전류에 대해 강하다 • 부식성가스가 발생하지 않는다 • 보존이 용이하다.
수 명	<ul style="list-style-type: none"> • CS형 : 10~15형 • HS형 : 5~7년 	12~20년

축전지의 화학 반응식

1) 연 축전지

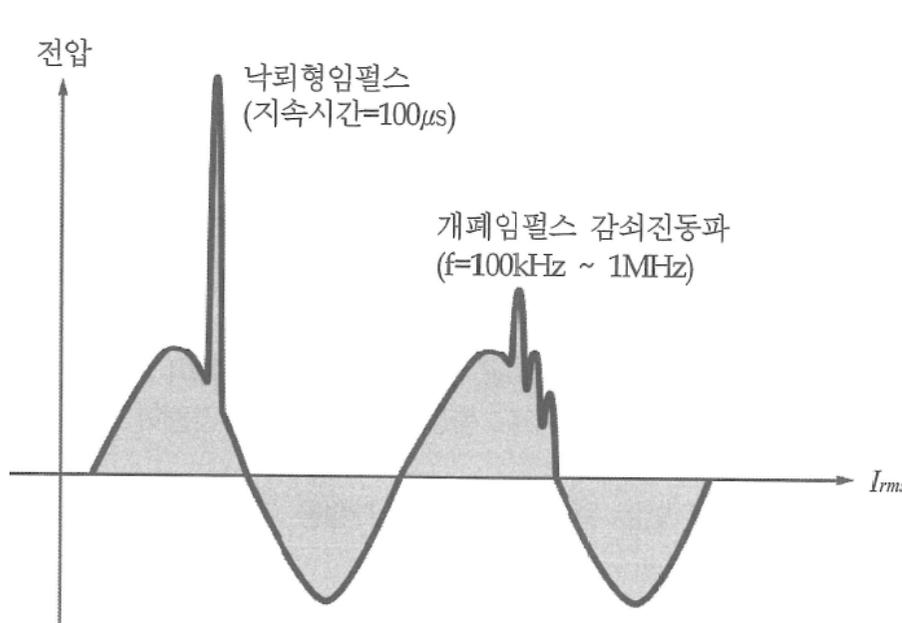


2) 알칼리 축전지(니켈 카드뮴 축전지)

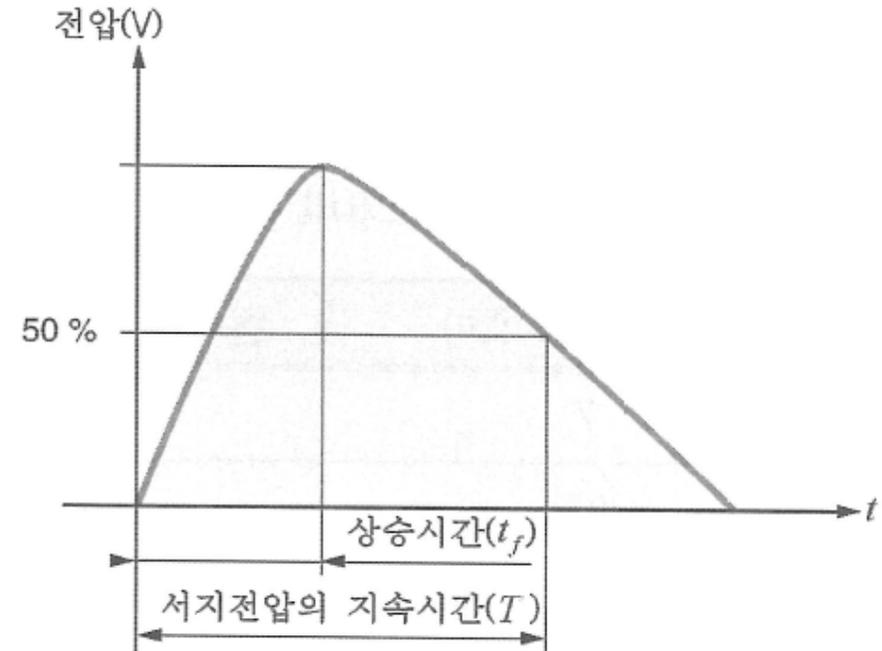


서지전압

- 서지전압은 계통의 정격전압에 중첩된 전압임펄스 또는 전압파형



서지전압의 예



과전압의 특성

서지전압의 파라미터

→ 상승시간 t_f [μ s], 변화율 S [$\text{kA}/\mu\text{s}$]

두가지 파라미터는 기기를 교란, 전자계의 방사를 일으키며, 서지전압의 지속시간(T)는 전기회로의 기기를 파손시킬수 있는 서지에너지를 공급

서지전압의 4가지 유형

- ➔ 대기(뇌)서지전압
- ➔ 개폐서지전압
- ➔ 상용주파수 과도서지전압
- ➔ 정전기방전에 의한 서지전압

1. 뇌서지전압

뇌방전은 대지와 커패시티를 이루는 적란운에 축적된 전하의 방전
도전성부분인 부하와 전선에 서지전압을 유도시키는 고주파수의 전기적 현상

뇌서지전압의 영향

열효과 : 뇌격전류에 의한 주울열

전자기적효과 : 뇌격전류가 도선에 흐를때 전자력에 의한 흡인력 또는 반발력

연소효과 : 뇌방전으로 압력상승 및 충격파(음파)에 의한 현상

가공선, 통신선로에 뇌격이 전파되는 서지전압

뇌방전 방사에 의해 유도된 서지전압

대지로 유입된 뇌격전류에 의한 재지전위의 상승, 보폭전압의 상승에 의한 감전사고
및 기기의 절연파괴

2. 개폐서지전압

전원계통의 개폐조작조건의 갑작스런 변동으로 과도현상 발생

고주파, 감쇠진동형 서지전압의 발생

파형의 상승시간은 느리고, 주파수는 수십 ~ 수백_{KHz} 범위이다.

개폐서지전압의 발생원인

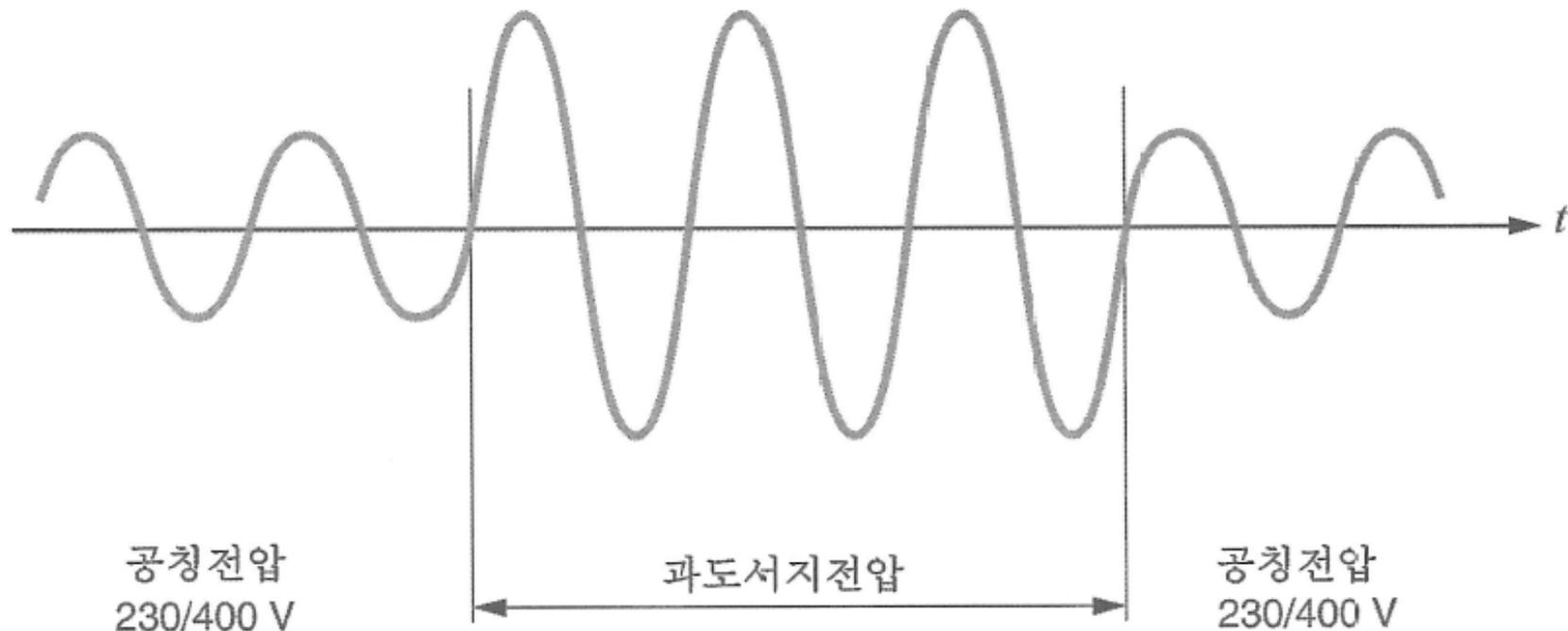
- ➔ 차단기로부터 발생하는 서지전압(보호장치의 동작, 제어기기의 개방 또는 투입)
- ➔ 전동기의 기동과 정지, 변전소 변압기개방 등 유도성회로에 발생하는 서지전압
- ➔ 전원계통의 커패시터 뱅크의 접속에 의한 용량성회로에서 발생하는 서지전압
- ➔ 전원의 인입전에서 코일, 커패시터, 변압기를 포함하는 모든 기기(계전기, 접촉기, 프린터, 전기오븐, 필터 등)

3. 과도상용주파 과도 전압

- ➔ 회로망의 주파수와 동일
- ➔ 비접지, 임피던스 접지 계통에서 충전도체와 외함 또는 대지사이의 절연파괴, 중성선 단선에 의한 서지전압

비고 : 이때 단상기기에는 230V 대신에 400V로 공급

- ➔ 케이블 파손에 의한 서지전압(예 : 저압선에 떨어진 중전압케이블)



과도 상용주파 서지전압

4. 정전기방전에 의한 서지전압

➔ 건조한환경에서 전하의 축적 및 매우 강한 정전계의 형성

- 예 : - . 절연바닥인 카펫트 위를 걷는 사람은 수 kV 정도의 전압으로 대전
- . 대전된 사람이 도전성 물체에 접근하면 수 ns 정도의 상승시간과 수 A의 전류가 흐르는 방전이 발생한다.
- . 민감한 전자기기의 부품 또는 회로기판이 손상될 수도 있다.

서지전압 발생의 주의사항

1. 직격뢰 또는 유도뢰는 뇌격이 발생한 지점으로부터 수 km 떨어진 장소의 전기설비를 파괴시키는 결과를 초래하기도 한다.
2. 상용주파서지전압 또는 개폐서지전압도 상당한 손상을 일으키게 된다.
3. 직격뢰에 대한 리스크를 제한했을지라도 지하에 설치되지않은 현장설비는 보호가 필요

서지전압의 주요 특성

서지전압의 유형	서지전압계수	지속시간	파두변화율 또는 주파수
상용주파수(절연고장)	≤ 1.7	길다 30 ~ 1,000 ms	상용주파수 (50, 60, 400Hz)
개폐조작 및 정전기 방전	2 ~ 4	짧다. 1 ~ 100ms	평균 1 ~ 200Hz
대기 (뇌방전)	> 4	매우 짧다. 1 ~ 100 μ s	매우 높다. 1 ~ 1,000 kV/ μ s

과전압 보호장치

- 서지전압을 억제하고 제한 하는 것으로 피뢰침과 SPD 2가지 보호장치

기본보호장치

- 피뢰설비인 피뢰침
- 수평도체
- 메시케이지 또는 패러데이케이지

1. 피뢰침

- 다른 매설금속계통(가스, 수도 등)과의 이격거리 준수
- 대지로 흐르는 뇌격전류로 보호하는 건물과 전기회로에 서지전압이 유도되므로
- 전자계영향을 최소화 하기 위해 인하도록선을 2조, 4조 또는 그이상으로 분할하여 대칭으로 배치

2. 수평도체

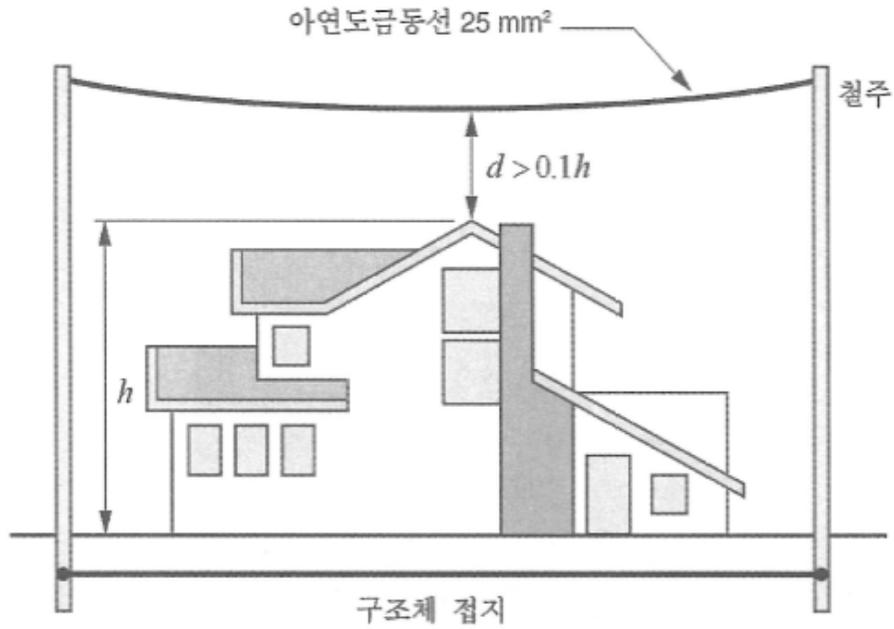
- 보호하고자 하는 건물의 상부에 설치
- 로켓발사대, 군사시설, 중앙전력선의 가공지선과 같은 특수한 구조물에 사용

3. 메시케이지(패러데이케이지)

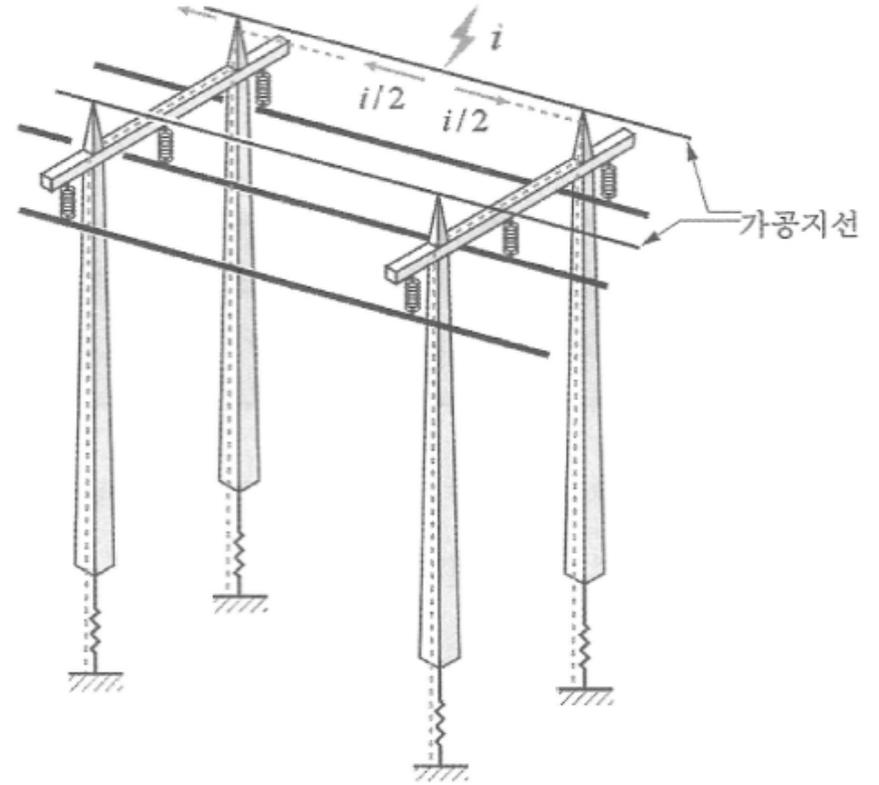
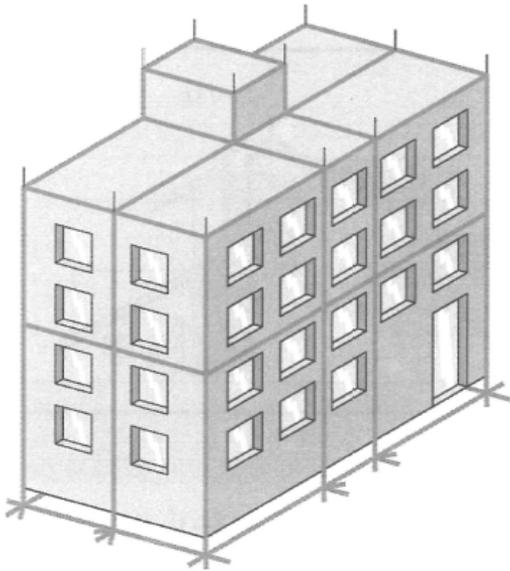
비고 : 메시케이지 또는 수평도체와 같은 기본수뢰도체는 직격뢰의 보호에 이용 이들 피뢰설비는 대지로 흐르는 뇌격전류에 의한 대지전위상승과 전자계유도로 발생하는 3차적인 파손은 방지하지 못한다.

이런 영향과 피해를 줄이기 위해서는 통신망과 전원회로에 저압서지보호장치를 추가로 시설 해야한다.

- 컴퓨터, 집적회로 생산설비가 설치된 매우 민감한 건물에 적용
- 매2층마다 수평환상도체를 설치
- 인하도선은 접지극으로 대지에 접속
- 15*15m, 10*10m 메시의 상호접속으로 하면 뇌격전류가 분산되고, 건축물의 등전위접속이 효과적으로 되어 전자계와 유도의 영향이 줄어든다.



수평도체를 이용한 피뢰설비



가공지선

← 메시케이시(패러데이 케이지)원리 피뢰설비

추가보호장치

비고 : 모든 보호장치는 기기와 응용에 대한 특수성이 있으며, 보호하고자하는 설비의 정격출력에 상응하는 규모이어야 한다.

대부분의 설비는 서지피뢰기를 이용한 추가보호를 필요로 한다.

➔ 직렬형보호장치

➔ 병렬형 보호장치

추가보호장치는 뇌서지전압, 개폐서지전압, 상용주파수 서지전압을 억제하며, 접속하는 방법에 따라 직렬보호 또는 병렬보호로 분류된다.

직렬형 보호장치

-. 피보호기기전원선에 직렬로 접속한다.



← 직렬형 보호장치의 원리

1. 변압기

- 인덕터 효과로 서지전압을 저감
- 결합작용으로 고조파의 일부를 제거하지만 매우 비효율적이다.

2. 필터

- 뇌서지전압의 억제에는 부적합
- 명확하게 정해진 주파수대역에 상응하는 상용주파수와 개폐조작에 의한 교란으로 발생하는 서지전압의 억제에 적합

3. 서지전압흡수기

- 서지전압을 제한하는 공심인덕턴스 코일과 전류를 흡수하는 서지피뢰기로 구성
- 민감한 전자기기와 컴퓨터 기기의 보호에 적합
- 서지전압에 대해서만 작용하고, 취급이 매우 불편하며, 가격도 비싸다.
- 전원의 공급중단에 부하를 보호하는 인버터에 대신할수는 없다.

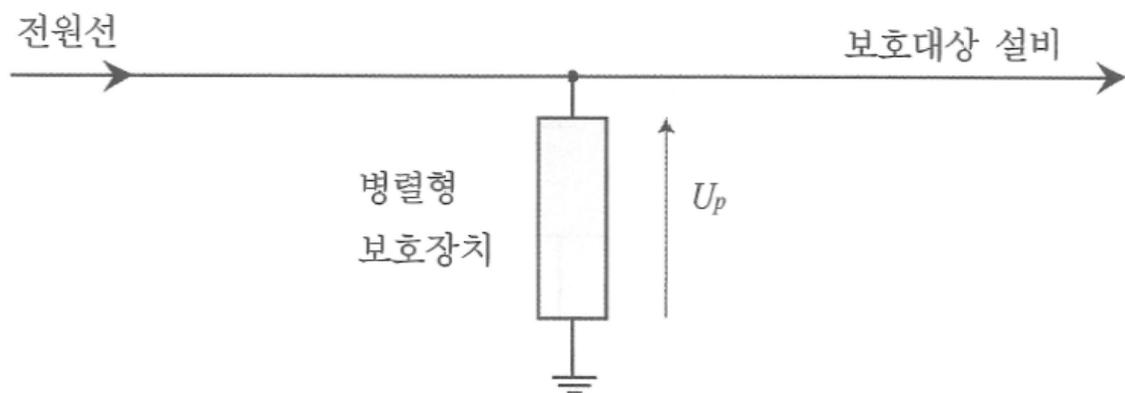
4. 계통전압조절장치 및 무정전전원장치

- 고품질의 전원이 필요한 기기의 보호에 사용
- 전압, 주파수로 조절되며, 전자장해를 차단하고, 정전에도 전원공급이 가능
- 서지피뢰기의 뇌서지전압에 대한 보호효과가 없다.

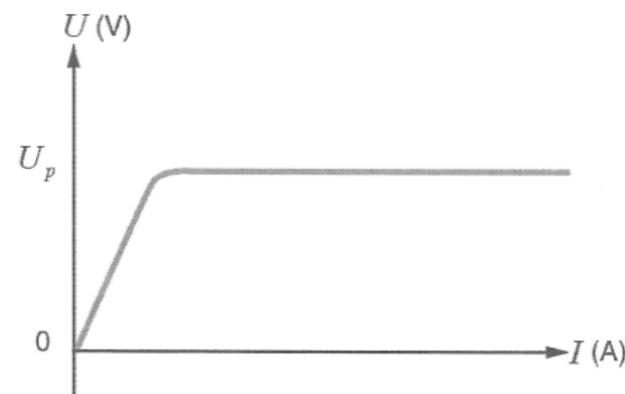
병렬형 보호장치

1. 원리

- 보호하고자 하는 설비에 병렬로 접속하는 과전압보호장치의 유형



병렬형 보호장치의 원리



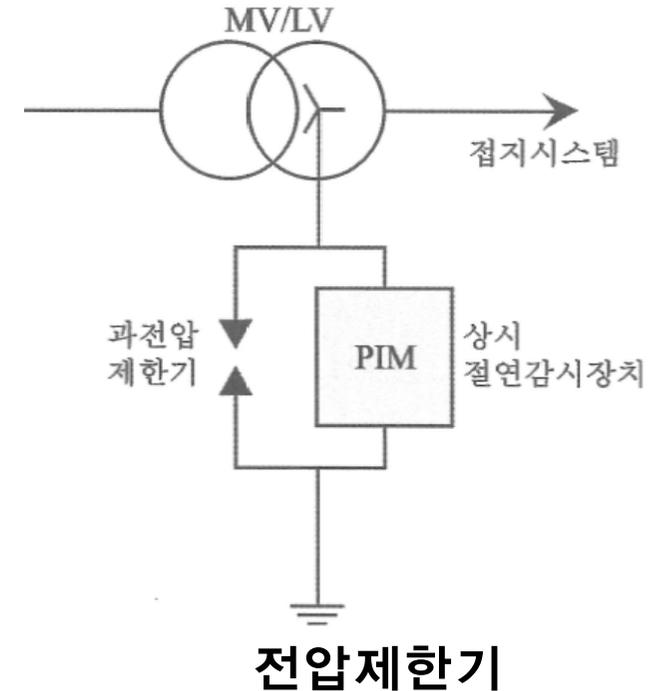
이상적인 서지보호장치의 특성곡선

2. 주요특성

- 서지보호장치의 정격전압은 기기의 단자에서 계통전압(230/400V)과 같아야 한다.
- 서지전압이 입사하지 않는 대기상태에서는 누설전류가 없어야 한다.
- 설비의 허용전압보다 높은 서지전압에서는 서지전류를 대지로 방출하여 원하는 보호레벨 U_p 로 제한하여야 한다.
- 서지전압이 없어지면 속류없이 대기상태로 복원하여 U-I 특성곡선을 유지
- 서지보호장치의 응답시간(t_r)은 설비를 보호할수 있도록 빨라야 한다.
- 용량은 예상되는 서지전압의 에너지를 도통시킬수 있는 용량이어야 한다.
- 서지피뢰기는 정격전류 I_n 에 견딜수 있어야 한다

전압제한기

- 전압제한기는 변압기의 출력단자에 설치
- 비접지 또는 임피던스접지계통의 중성선에만 사용된다.
- 서지전압, 사용주파서지를 대지로 방출한다.



저압 서지피뢰기

- 저압분전반내에 설치되는 모듈의 형태, 플러그인이다.
- 저압 서지피뢰기는 전자소자의 2차보호를 확실하게 할수 있지만 전류용량이 적다.
- 부하기기에 내장하여 사용하기도 한다.

소전류 서지피뢰기 또는 과전압보호장치

- 내부서지전압 또는 낙뢰에 의한 외부서지전압으로부터 전화 또는 네트워크를 보호
- 소전류 서지피뢰기는 분전함 또는 부하회로에 내장한다.