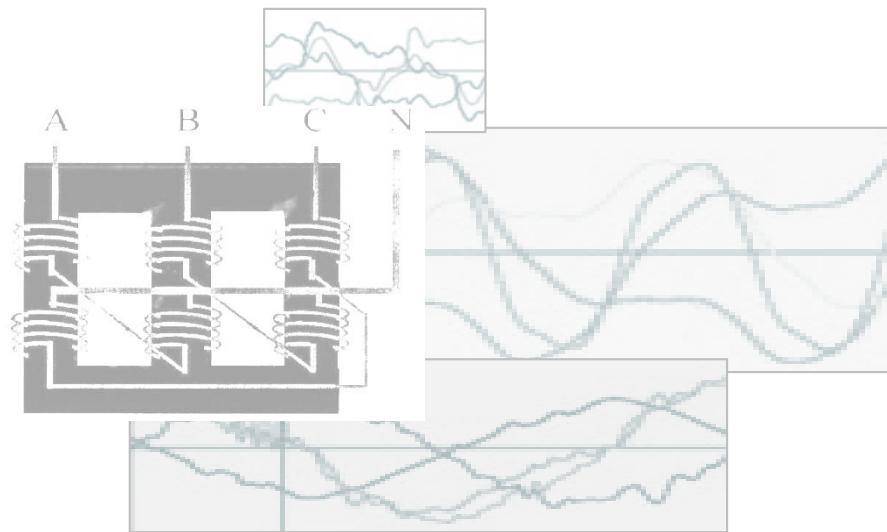


# 영상 고조파 저감 장치 설치 제안서

2025.01

(주)씨케이산전

전력품질 사업부

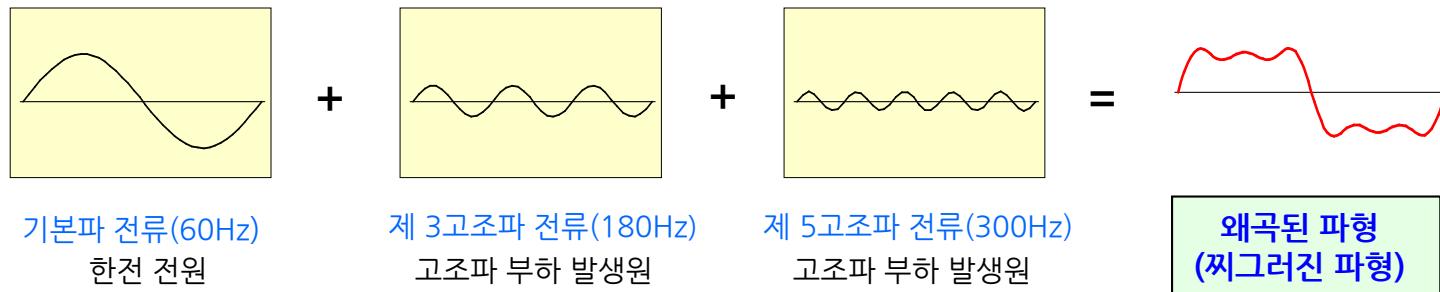


# 목차

- 
1. 고조파란?
  2. 고조파 발생 원인
  3. 고조파의 영향
  4. 고조파 필터 종류 및 검토
  5. 고조파 필터 용량 산출
  6. 고조파 필터 설치 비교
  7. 영상고조파 필터 설치 후 측정 결과
-

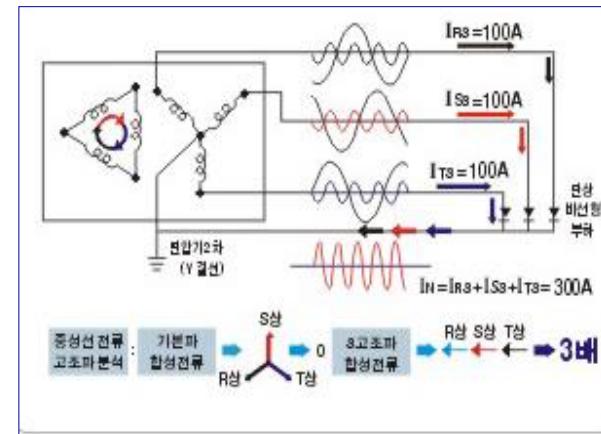
# 1. 1 고조파 개요

- 기본 주파수(국내 60Hz)의 정수배 주파수로, 전력 계통에 함유 되면 파형이 찌그러지며 전력기기 및 선로에 심각한 악영향을 주는 왜곡된 파형을 의미 합니다



# 1.2 영상고조파

- ◆ 기본 주파수의 3의 배수가 되는 고조파
  - ⇒ 영상고조파 : 3차(180HZ), 6차(360HZ), 9차 (540HZ)..
- ◆ 일반적으로 3차 고조파가 가장 많이 발생 함



## 2. 1 고조파 발생 원인

전압에 대한 전류특성이 비선형인 부하에서 발생

첨단 제어장치, 전력 전자기기 등 다양한 **반도체 전력변환 설비**

전력기기(변압기 및 회전기)의 **비선형 특성 영역에서의 운전**

## 2.2 고조파 발생 부하

비선형 부하의 유형이나 양이 커지면서 전원 측으로 고조파 전류 유출

전산.오디오장비 (컴퓨터, 모니터, 앰프, CCTV 등)

무대 조명 및 기계 장치 (SCR 교류 위상 제어 장치, Dimmer, 자동스크린 등)

UPS, 인버터(V.V.V.F) 등 전력변환기

LED 조명, HQI 전등 (조명등), 형광등 전자식안정기

AC/DC 정류기, 컨버터

철심을 갖는 모든 기기(변압기, 전동기 등)

### 3. 고조파의 영향

구 분	내 용	비 고
중성선(N상) 과전류 발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>3상 4선식 회로의 중성선에 고조파 전류 유입에 의한 중성선 과열/화재발생</li> <li>전자유도에 의한 잡음 전압이 발생, 통신/통화감도 저하, 소음발생</li> <li>영상고조파의 영향으로 발생</li> </ul>	전력케이블 2배 이상 용량으로 포설 필요 (설치공사비 증가)
소음 및 진동의 발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>볼트 풀림 현상으로 과열 및 단락 사고 발생</li> </ul>	단락사고에 의한 2차 피해 발생
무효 전력의 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>역률이 나빠지며 ,무효전력으로 인한 전력 손실 증가</li> </ul>	전력손실 증가
변압기 및 발전기	<ul style="list-style-type: none"> <li>고조파 전류에 의한 철심의 자화 현상으로 소음,진동 발생</li> <li>고조파 전류, 전압에 의한 철손, 동손의 증가로 용량 감소</li> </ul>	전력손실 증가 수명 감소
누설전류 증대	<ul style="list-style-type: none"> <li>내선규정에 누설전류 규제 : 변압기 정격전류의 1/2000이하</li> <li>영상고조파전류에 의해 누설전류 증가, 안전점검 지적사항 발생</li> <li>영상고조파에 의한 누설저항 감소로 누설전류 증대, 누전차단기 동작</li> </ul>	안전공사 지적 사항 발생 우려 됨
보호 계전기 및 차단기 (ACB, MCB, ELB) 오동작 발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>고조파 전류,전압에 의한 다이오드, 트랜지스터, 콘덴서 등 부품의 고장, 수명 및 성능의 저하, 위상변화에 의한 오동작,부동작</li> <li>60Hz기준으로 제작, 180Hz이상의 전류에 대한 보호계전기 오동작</li> </ul>	단전에 의한 2차 피해 발생
부하 기기 악 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>전자 기기 및 조명기기의 오동작 및 수명의 감소</li> </ul>	유지 보수비 증가
콘덴서 및 직렬 리액터	<ul style="list-style-type: none"> <li>고조파 전류에 대한 회로의 임피던스가 공진현상 등에 의해 감소하여 대전류 가 유입하고 과열, 소손 또는 진동, 소음이 발생</li> </ul>	콘덴서 폭발 위험

## 4. 1 고조파 필터의 종류

항 목	영상고조파 필터 (Zig Zag TR. 방식)	능동형 고조파 필터(AHF)	비고
사진			
동작 원리	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zig Zag 변압기로 영상고조파 흡수 제거</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>역고조파를 발생하여 고조파 상쇄</li> </ul>	
설치 면적	<ul style="list-style-type: none"> <li>불 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>폭800 x 깊이1,000mm</li> </ul>	
설치 위치	<ul style="list-style-type: none"> <li>EPS실 분전반 내장 및 벽부형 또는 자립형 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주변전실에 자립형으로 설치</li> </ul>	
저감 고조파	<ul style="list-style-type: none"> <li>영상고조파 (주로 3차 고조파)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3~50차 (선택 보상 가능)</li> </ul>	
과부하 보호	<ul style="list-style-type: none"> <li>과부하 보호, 역.결상 방지회로 내장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자체 보호(전력 전자회로)</li> </ul>	
고조파 개선효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>60~85%</li> <li>고조파 발생원과 가장 근접한 위치에 설치 되므로 개선 효과가 가장 우수 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>80~95%</li> </ul>	
간선 고조파 전류저감 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>가능</li> <li>중성선 과열 방지 및 전력에너지 절감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음, 간선의 중성선 과열 우려 됨</li> </ul>	
경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>능동필터 대비 10~20%,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고가, 설치 공간과 공사비가 소요 됨</li> </ul>	

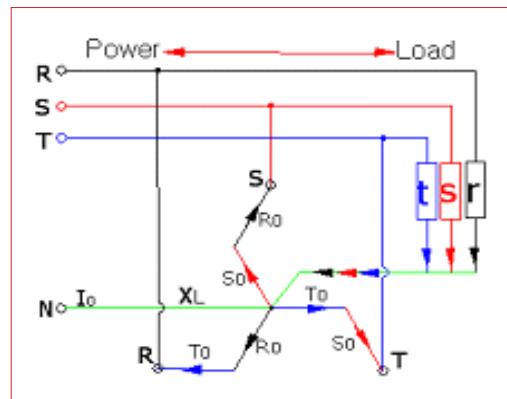
## 4. 2 영상고조파 필터 ( Active Zero Harmonics Eliminating Device )

### 저감 원리

Zig Zag 결선으로 영상임피던스를 낮게 하여 영상고조파를 흡수

- 1990년 3M사의 PREM P. KEERA가 Zig Zag 결선 변압기를 중성선 고조파 저감기기로 논문 발표

### 설치 효과



Zig-Zag 결선의 영상 고조파(기본파×3의 배수)

$$RN = Ro - To = 0$$

$$\begin{aligned} 1. Zo &= SN = So - Ro = 0 \\ TN &= To - So = 0 \end{aligned}$$

$$Zo = RN + SN + TN = 0 \text{ (0 보다 큼)}$$

$$2. \text{ 라인 고유 임피던스} = XL$$

$$3. \text{ 부하 불평형 전류} = Ib$$

$$4. \text{ 설치위치에 따라 변동} : XL$$

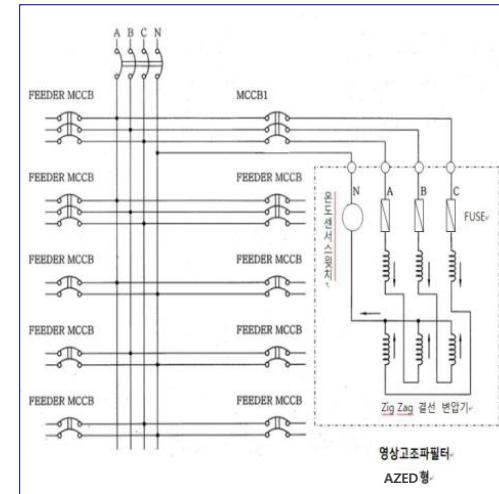
$$\therefore \text{중성선 전류} (Io) = Ib \quad (XL \gg Zo \text{인 경우})$$

### 설치 위치

분전반에 각각 설치

### 보호 장치

- 과전류보호
- 과온도보호
- 결상 및 역상보호
- 자동연속운전



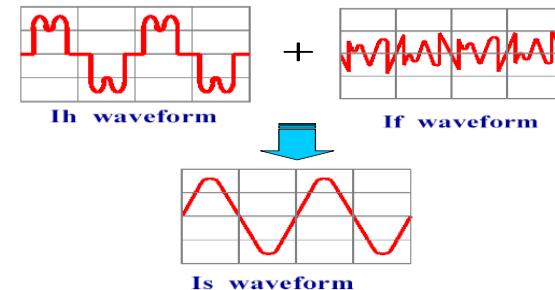
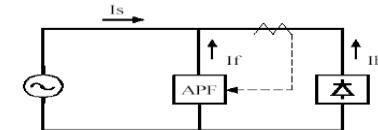
## 4. 3 능동형 고조파 필터 (Active Harmonics Filter)

### 저감 원리

부하의 고조파와 반대되는 역 고조파를 발생시켜 제거

$$(I + \sum I_n) + (-\sum I_n) = I$$

기본파 고조파      역고조파

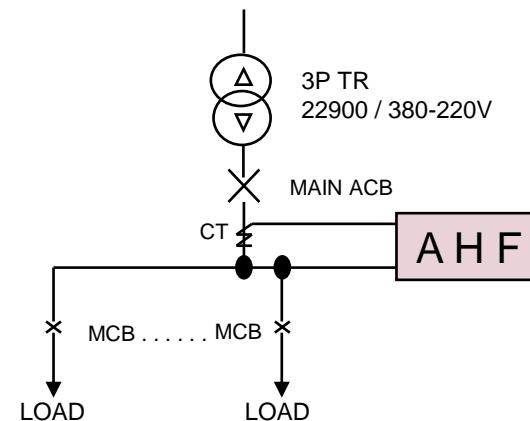


### 설치 효과

부하에서 발생하는 5,7,11,13,17,19,23..차수 고조파 제거

### 설치 위치

Main ACB반에 근접하게 독립 PANEL로 설치



## 5. 고조파 필터 용량 산출

- 설계시 용량 산출 예시

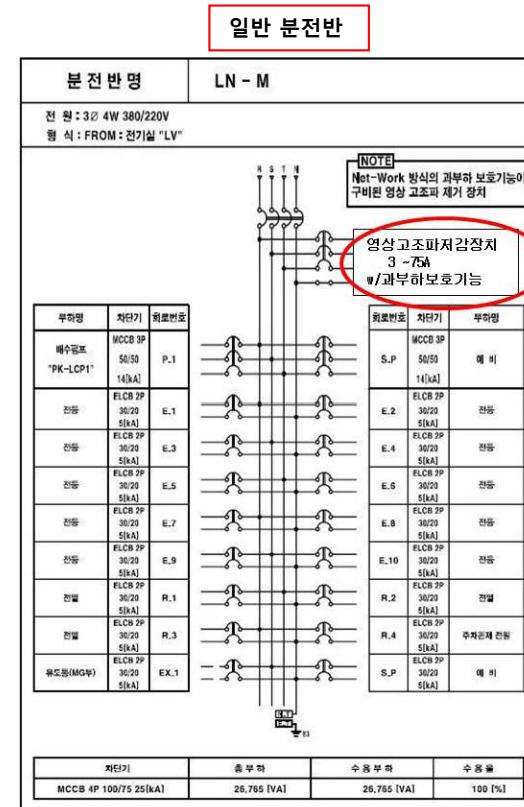
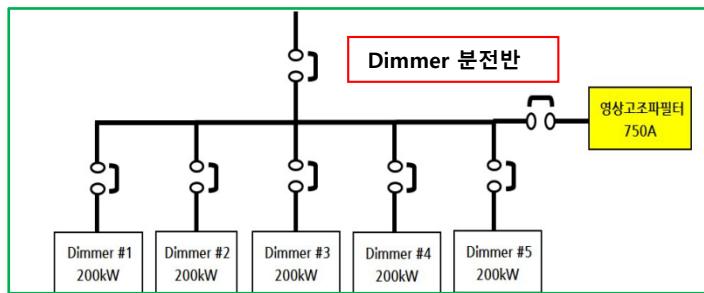
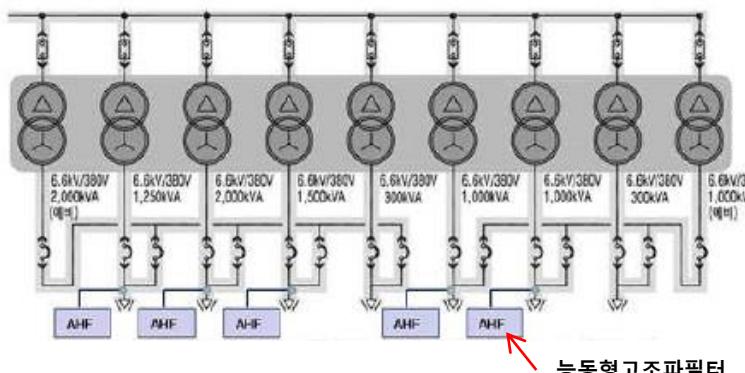


- 기준설비 용량 산출 예시

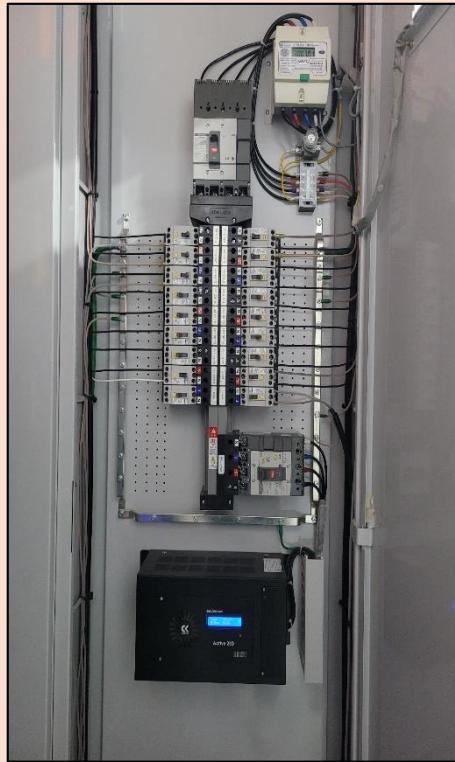


# 6. 공공 PROJECT 고조파 저감설비 설치 (안)

- 고조파발생량이 많은 무대기계 및 조명설비용 변압기에 능동형고조파 필터를 설치하여 고조파를 저감함.  
(설치 목표 : 전류고조파를 8% 이내로 유지)
- 분전반에는 Zig Zag 변압기형 영상고조파 저감설비를 설치하여 효과적으로 영상고조파 제거함.
- 분전반에서 영상고조파(3차) 제거, 능동형필터에서 5차, 7차 이상의 고차 고조파 제거로 경제적으로 구성함.
- 3차 고조파가 다량 발생하는 Dimmer용 분전반에는 대용량 영상고조파필터 설치함.



## 7. 1 영상고조파 필터 설치 사진



ActiveZED EPS실 설치



ActiveZED 단독 설치

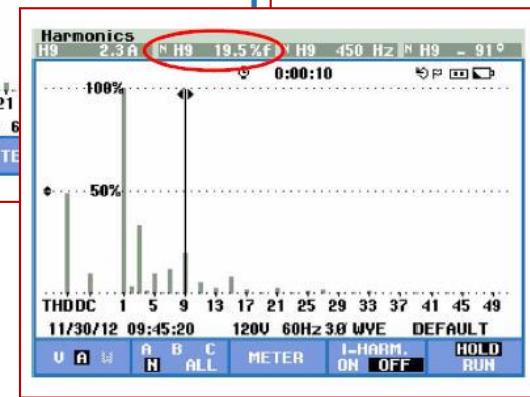
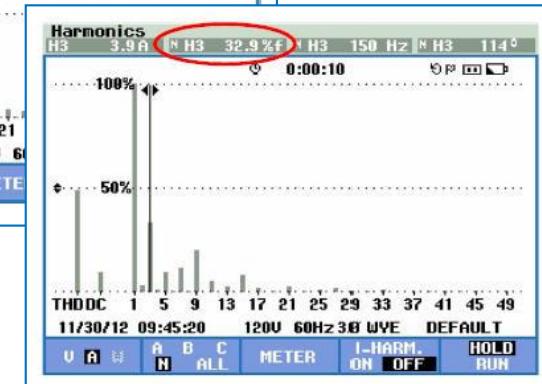
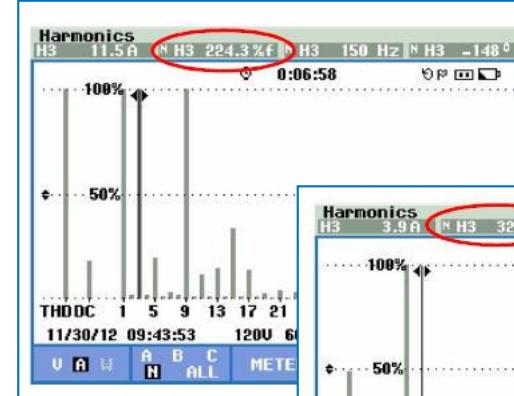
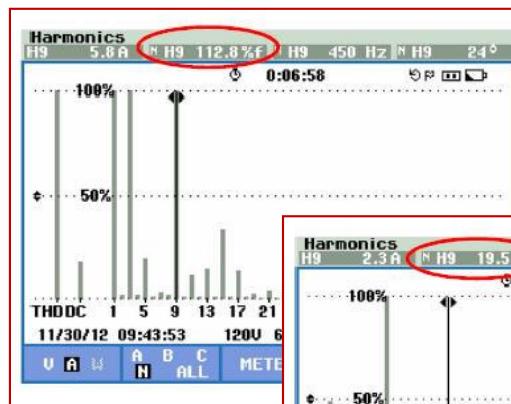


AHF 설치

## 7. 2 영상고조파 필터 설치 후 측정 결과

Model : AZED-HC  
AC 400V 50HZ / 60A

✓ 3고조파 감쇄율 224.3% - 32.9%로 감쇄



✓ 9고조파 감쇄율 112.8% - 19.5%로 감쇄

## 7. 3 영상고조파 필터 설치 비교표

필터 설치 전	구분	분전반형 영상고조파필터 설치 후
<ul style="list-style-type: none"> <li>각종 계전기 오작동</li> <li>전력전자제품 수명단축</li> <li>정밀전자기기 동작불량</li> <li>기기 이음, 이상진동, 발열 및 잡음발생</li> </ul>	비선형부하에서 상용전원의 변형	<ul style="list-style-type: none"> <li>각종 전력기기 및 OA 기기의 안정된 입력전원 공급</li> </ul>
고조파가 함유된 합성파에 의한 전력요금상승	전력요금	<ul style="list-style-type: none"> <li>집중 비선형부하의 경우 약5~10% 전기요금 절감 효과</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>영상고조파 중첩에 따른 표피효과로 인한 2배의 중성선 필요</li> <li>중성선 과열 및 진동, 화재사고 발생</li> </ul>	전력간선	<ul style="list-style-type: none"> <li>중성선에 흐르는 영상고조파 제거로 사고방지</li> </ul>
부하 변동에 따른 중성선 불평형전류 발생	불평형전류	<ul style="list-style-type: none"> <li>지그재그결선 방식의 필터 설치, 불평형전류 완벽 제거</li> </ul>
변압기 $\Delta$ 권선내 순환전류로 인한 과열, 진동, 손실 발생	변압기	<ul style="list-style-type: none"> <li>효율증대 및 수명연장</li> </ul>

고조파는 부하에서 발생하여 전원측으로 유출되므로 발생부하와 가까운 분전반에 영상고조파필터를 설치함으로 상기 비교표와 같이 **전력설비의 안정화와 효율 및 수명증대를 기대할 수 있으며, 일그러진 파형이 개선되어 전력 요금을 절약할 수 있음.**

# 감사합니다

---