

# 건축전기설비기술사 문제 해설.

글 / 김세동 (두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kmse@doowon.ac.kr)

## 【전원 외란의 발생원인과 전기설비에 미치는 영향을 설명하시오.】

☞ 본 문제를 이해하기 위한 스스로의 문제생성과 함께 답을 구하는 노력이 필요합니다. 기억을 오래 가져갈 수 있는 아이디어를 기록하는 습관 또한 요청됩니다.

항 목	Key Point 및 확인 사항
가장 중요한 Key Word는?	전원 외란
관련 이론 및 실무 사항	1. 전원 외란의 개념 2. 전원 외란의 형태 3. 전원 외란의 기본특성과 발생원인 4. 전원 외란으로 인해 미치는 영향

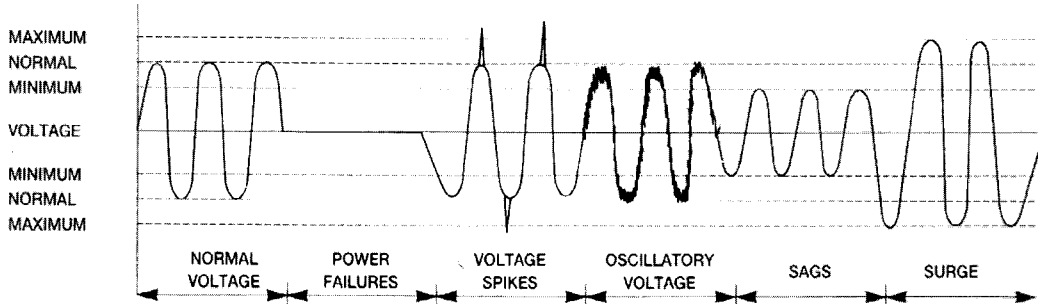
### [해설]

#### 1. 전원 외란의 개념

전원 외란(Power Disturbance) 또는 전원 교란이라 함은 전원의 정상상태에서 벗어나는 현상을 통칭하여 말한다. 즉, 낙뢰, 갑작스런 부하 감소, 전력선 사고, 대형전동기의 기동 등으로 인해 전력계통에 순간 정전, 순간 전압강하 및 전압상승, 서지 등이 발생하는 현상을 전원 외란이라 한다.

## 2. 전원 외란의 기본 특성 및 발생원인

전원 외란의 형태로는 순간전압저하, 순간전압상승, 정전, 서지, 고조파 왜형, 전기적 소음, 전압 불평형 등을 들 수 있으며, 그림 1은 전원교란의 종류별 파형의 형태를 보여주고 있다. 그리고, 각각에 대한 현상 및 발생 원인은 표 1과 같다.



(그림 1) 전원 교란의 종류별 파형의 형태

(표 1) 전원 외란의 기본 특성 및 발생원인

외란 형태	현상	기본 특성		발생 원인
		지속시간	전압크기	
전압 이도 (Voltage Sag)	순간적 강하가 30사이클 이하로 지속됨	0.5~30사이클/분	0.1~0.9pu	· 낙뢰, 중부하 이상의 개폐 · 계통의 순간적 부하 급증 · 대형전동기의 기동
전압 용기 (Voltage Swell)	순간적 상승이 30사이클 이하로 지속됨	0.5~30사이클/분	1.1~1.4pu	· 갑작스런 부하 감소 · 다른 상의 사고 · 느슨한 접속상태로 인한 아크 발생
정전 (Interruption, Outage)	전력의 완전 소실이 수 $\mu$ s에서 수 시간까지 지속시간으로 순간정전, 일시정전으로 구분	수 $\mu$ s~수시간	0.1pu 이하	· 약전후, 전력선 사고 · 발전기 변압기 고장 · 퓨즈, 차단기 작동 · 부정확한 보호협조체제
서지(Surge, Spike, Impulse)	전압상승이 $\mu$ s에서 ms 동안 지속됨	$\mu$ s~ms	1.4pu 이상	· 낙뢰 전력간선개폐 · 단락이나 계통 고장 · 대용량전동기의 턴-오프
고조파 왜형 (Harmonics Distortion)	정상 정현파의 60Hz~3kHz 범위의 연속적인 왜형	정상 사용 상태	1.0~1.2pu	· 비선형부하 · 스위칭 소자
전기적 소음 (Electrica Noise)	5kHz 이상의 주파수에서 일어나는 정현파의 연속적인 왜형	간헐적	0.1~7%	· 형광등의 방전 · 전자식 안정기 · 아크로, 전력전자컨버터
전압 불평형 (Voltage Unbalance)	3상 전압전류의 평균치에 대한 최대 편차로 나타내는 전압불평형으로 영상분 전류의 영향 발생	정상 사용 상태	0.5~2%	· 단상 부하 · 역률, 불평형 3상 부하

### 3. 전원 외란으로 인해서 미치는 영향

#### 1) 순간전압강하(Voltage Sag) 영향

- (1) 방전등이 1cycle 미만, 전압정격치의 85%~90%에서 점멸되어 재점등되기까지 수분 소요
- (2) 전압정격치 80~85%에서 제어장비가 오동작하거나 생산라인 정지
- (3) 5~15% 전압변동범위에서 전동기의 갑작스런 속도변동이 일어나거나 마이크로 프로세서 기능이 유지되지 못해 정지
- (4) 강제전류형 인버터의 정류 실패
- (5) 1~5cycle 지속, 50~70% 전압범위에서 전자접촉기가 Trip되거나 손실
- (6) 컴퓨터 시스템 Crash
- (7) 공장 등의 수전설비의 부족전압계전기 작동
- (8) 전력전송의 용량이 적어지고 손실 증대

#### 2) 순간전압상승(Voltage Swell) 영향

- (1) 전기설비와 전자소자에 Stress를 가하여 수명을 단축시킴
- (2) 제어장비와 가변속 구동장치의 내부 보호장치 작동에 의해 Trip됨
- (3) 전자장비의 소손과 오동작이 일어날 수 있음
- (4) 전력계통에 설치한 무효전력 보상용 Capacitor Bank들의 접속/탈락을 유발시킴
- (5) 자성재 사용기기의 자기포화로 인한 고조파가 발생하여 기기의 절연열화를 가져옴

#### 3) 순간정전(Momentary Interruption) 영향

- (1) 수초 동안의 정전은 유도전동기의 속도를 급감시켜 공정 프로세서를 혼란시키고 유도전동기 가변속 구동 장치를 Tripping 시킴
- (2) 전자장비의 Reclosing 시간내 트립되고 Blinking-block이 정지되어 수동 Reset이 필요함

#### 4) 고조파 전류 및 고조파 전압 왜형의 영향

- (1) 고조파전류 왜형은 변압기, 전력케이블로 구성되는 계통의 과부하 상태로 만들
- (2) 직렬 저항값을 증대시키며, 실효치가 같은 정현파 전류보다 더 많은 손실을 유발
- (3) 회전기의 동손이나 철손을 증가시키고 효율과 토크에 영향을 준다.

#### 5) 전압 불평형의 영향

수용가들은 3상 유도전동기나 3상 전기로등 3상 부하를 제외하면 거의 단상 부하를 사용하기 때문에 각 상의 부하들의 크기와 역률이 다르게 되어 전압 불평형이 된다. 이와 같은 전압, 전류의 불평형은 설비의

이용률을 저하시키고, 평형3상 전력회로에 역상 및 영상 전류가 흐르게 하여 전압왜형을 일으켜 전력품질이 나빠진다. 3상부하에서 역상분 전압은 불평형 전압이 된다. 3상유도전동기의 경우 3.5%의 전압 불평형에서 역상 토크가 발생하고, 중형 유도전동기는 약 15%의 출력감소와 10% 이상의 온도상승, 그리고 4% 정도의 손실이 발생한다.

6) 전압변동(Voltage Fluctuation, Flicker)의 영향

정상운전상태에서 발생하는 부하전류의 크기가 연속적으로 빠르게 변화하므로 발생하는 0.9~1.1 p.u 범위의 전압변동이나 플리커는 TV의 화면과 조명기의 빛이 떨림을 일으키며, 컴퓨터와 정밀부하에도 악영향을 미친다.

4. 전원 외란을 해결하기 위한 전원장치 선택 방법

전원 외란을 해결하기 위한 전원장치에 대해서 외란 형태로 구분하여 기술하면 표 2와 같다.

(표 2) 전원 외란을 해결하기 위한 전원장치 선택 방법

전원장치	Power Failures	Voltage Spikes	Oscillatory Voltage	Sags	Surge
무정전전원장치(UPS)	○*	○	○	○	○
자동전압조정장치(AVR)		○	○	○	○
발전기(Generator)	○**	○	○	○	○
노이즈 절연변압기		○	○		
Variable Ratio Transformer				○	○

[주] \* 정전에 의한 보상시간은 축전지 용량에 의해서 결정됨.

\*\* 발전기가 정상적인 가동을 하기 위해서는 발전기 운전시 초기에 약 5초에서 30초 정도의 초기 기동 시간이 소요됨.

5. 맺음말

전력품질은 크게 공급 신뢰성과 전압의 질로 평가된다. 전력의 공급 신뢰성에 영향을 주는 요인으로는 전력의 공급이 일시적으로 중단되거나 외란 등으로 인해 전압이 순간적으로 허용 범위를 벗어나는 것들이다. 그리고, 전압의 질을 떨어뜨리는 요인으로는 고조파 문제, 전압 불평형, 전압의 순간 급상승, 서지의 발생 등을 들 수 있고, 이 요인들은 수용가측 설비의 회로와 부하에 전기적인 절연을 파괴하고, 오동작을 일으키는 등 악영향을 끼치게 된다.

그래서, 수용가에 공급신뢰성이 높고 전압의 질이 좋은 양질의 전력을 공급하기 위해 전력품질개선장치 등이 개발 보급되고 있으며, 전원동요에 의해 발생하는 긴급사항의 완전 해결과 순간적인 정전없이 전력을 공급하는 기술의 확립이 매우 시급하고 중요하다.

## 추가 검토 사항

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적인 사고를 많이 하는 사람이란 것을 잊지 말아야 합니다. 본 문제에서 정확하게 이해하지 못하는 것은 관련 문헌을 확인해 보는 습관을 길러야 엔지니어링 사고를 하게 되고, 완벽하게 이해하는 것이 된다는 것을 명심하기 바랍니다. 상기 문제를 이해하기 위해서는 다음의 사항을 확인바랍니다.

### 1. 전원 외란과 전력품질과는 어떠한 개념의 차이 확인.

전력품질(PQ) 문제란 실제로 전력시스템에서 발생하는 전기·자기적 외란현상(Electromagnetic Disturbance Phenomenon)으로 규정되며, 주로 전압·전류 및 주파수 성질을 나타낸다. 따라서, PQ는 전력시스템에 대한 광범위한 전력외란(Power Disturbance)이나 신호 간섭(Signal Perturbance)에 대해 적용된다.

IEEE 1159에서 규정하고 있는 PQ는 과도특성, 단주기변동, 장주기변동 및 파형 왜곡의 4가지 주요 특성과 전압변동, 전력 주파수변동 등이 표준화되어 있다.

### 2. 전력품질의 개선장치에는 어떠한 종류가 있는지?

Custom Power기기로는 고조파전류 보상장치인 능동필터(Active Filter), 정지형 동적 전압컨트롤러(Dynamic Voltage Restorer), 무효전력조정장치(SVC와 STATCON), 정지형 고속절환스위치(Sub-cycle Switch 또는 Solid-state Transfer Switch : SSTS), 무효전력보상장치(Soft Switch Capacitor), 다기능 전원공급장치 등을 들 수 있다. 이들 기기에 대한 역할 및 기능에 대해서 확인바랍니다. KEA

#### [참고문헌]

1. 임수생, 이은웅, 전력품질 개선의 필요성과 STATCOM
2. 김재철, 윤상윤, 배전계통의 전력품질 및 신뢰도 평가의 방법, 전기학회지, 제50권 제3호, 2001
3. 서장철, 전력품질 및 전력수요관리시스템, 전기저널, 2002. 1