

전력기기의 고조파 발생원인과 영향 및 측정 ②

글/ 김 응 상 한국전기연구원



목 차

- 1. 서론
- 2. 고조파 원인, 영향 및 측정
 - 2.1 고조파 발생 원인
 - 2.2 고조파에 의한 영향
 - 2.2.3 변압기
 - 2.2.4 전력케이블
 - 2.2.5 Capacitors
 - 2.2.6 전자장비
 - 2.2.7 Metering
 - 2.2.8 Switchgear and Relaying
 - 2.2.9 Telephone Interference
 - 2.2.10 Static Power Converters
 - 2.3 고조파 측정
 - 2.3.1 측정
 - 2.3.2 측정기준
- 3. 결론

2.2.3 변압기

변압기에서의 고조파의 영향은 두 부분이 있다. 고조파 전류는 동손과 stray flux 손실을 증가시키는 원인이 되고, 고조파 전압은 철손을 증가시킨다. 포괄적으로 순수한 정현파(기본파) 동작에 비해서, 변압기를 과열시킨다. IEEE C57.12.00-1987는 변압기 전류의 고조파 제한치를 제공한다. 전류 왜형률의 상위 제한치는 정격 전류의 5%이다. 또한 여기서는 변압기가 정상상태에서 견딜 수 있어야 하는 최대 과전압의 실효치를 보여준다(정격 부하 시 5%, 무부하 시 10%). 적용되는 전압의 고조파 전류들에 의해 총 전압의 실효치가 이 기준을 초과해서는 안 된다.

고조파 전압과 고조파 전류에 의해 발생하는 변압기 손실은 주파수에 의존한다는 것에 유의해야 한다. 주파수가 증가함에 따라 손실이 증가하므로 변압기 과열 측면에서는 고주파 성분이 저주파 성분보다 중요할 수 있다. 변압기 손실은 부하 손실과 무부하 손실로 분류되며 부하 손실은 다시 I^2R (권선 손실)과 stray 손실로 나눌 수 있다. stray 손실은 비정현파 전류의 영향으로 인해 추가된 열을 평가할 때 특히 중요하다.

2.2.4 전력 케이블

시스템 공진에 수반되는 전력용 케이블은 전압 스트레스와 코로나에 영향을 받아서 절연과 파괴로 이어질 수 있다. 보통 수준의 고조파 전류에 영향을 받는 케이블은 과열되기 쉽다. 도체에 비정형과 전류가 흐르게 되면 파형의 실효치에 대한 기대 값 이상으로 추가적인 과열현상이 발생되게 된다. 이것은 표피효과(skin effect) 및 근접효과(proximity effect)라고 알려진 두 가지 현상 때문인데, 이 두 가지 현상은 도체의 크기와 간격뿐만 아니라 주파수에 대한 함수로서 변화한다. 이 두 가지 효과의 결과로서 유효 교류저항 RAC는 직류 저항 RDC를 초과하는데 특히 큰 도체의 경우 이러한 현상이 두드러진다. 고주파수의 고조파 성분이 많은 전류가 케이블에 흐를 때, 케이블에 대한 등가 RAC는 더욱더 커지고, 따라서 I²RAC 손실은 증대된다.

2.2.5 Capacitors

전력 계통에서 커패시터를 사용하는 데 있어서 주요한 관심은 시스템 공진의 가능성이다. 이 효과로 인해 전압과 전류는 공진이 없는 경우보다 상당히 더 높아진다. 커패시터 뱅크의 리액턴스는 주파수에 따라 감소하고 따라서 고조파 전류가 클수록 이 뱅크는 'sink'로 작용하게 되는데 이로 인해 과열과 절연에 대한 부담이 가중된다. 변압기와 리액터와 같은, 비선형 자기 성분들을 빈번하게 스위칭하게 되면 고조파를 발생하여 커패시터의 부담을 가중시킬 수 있다. IEEE Std 18-1992에서 커패시터 뱅크에 대한 전압, 전류 및 무효 전력에 대해 제한을 두고 있는데 이를 이용하여 최대 허용할 수 있는 고조파의 수준을 결정할 수 있다. 고조파에 의한 과열 및 전압 가중으로 인해 커패시터의 수명이 줄어들 수 있다.

2.2.6 전자장비

전력전자 장비는 고조파 왜곡에 의해 야기되는 오동작에 쉽게 영향을 받는다. 흔히 이 장비는 전압의 영점 결정이나 전압 파형의 다른 측

면들에 의해 좌우된다. 고조파 왜곡은 전압의 영점이나 한 선간 전압이 다른 선간 전압보다 커지는 지점을 이동시키게 된다. 이 두 점들은 많은 종류의 전자회로 제어에 있어서 중요한 점들인데, 이 두 점이 이동하게 되면 오동작이 발생할 수 있다. 다른 종류의 전자장비들은 장비의 공급전원을 통해 AC 공급 고조파가 전송될 때나 고조파의 자기 커플링이 장비의 구성요소에 작용할 때 영향을 받을 수 있다. 프로그램이 가능한 제어기와 같은 컴퓨터와 유사장비들에 공급되는 AC 전원은 최대 단일 고조파가 기본 전압의 3%를 넘지 않아야 하고 고조파 전압 왜형률이 5% 이하를 유지해야 하는 경우가 많다. 이러한 허용치 이상의 고조파로 인해 심각한 결과가 야기되는 기능이상이 초래된다. 계측기의 경우도 마찬가지로 잘못된 데이터를 내거나 그 동작이 예측할 수 없게 된다. 더구나 의료 장비에 이러한 기능 이상이 발생하면 가장 심각한 결과가 초래된다. 따라서 많은 의료 계측기들은 line-conditioned power를 공급받는다.

2.2.7 Metering

계량기와 계측기도 고조파 성분들에 의해 영향을 받는데, 특히 회로 상에서 높은 고조파 전압과 고조파 전류를 일으키는 공진 현상이 존재한다면 더욱 그러하다. Watt-hour 미터기와 같은 유도 디스크 장치는 정상 동작 시에 기본 전류만 보인다. 그러나, 고조파 왜형에 의한 상 불평형은 이들 장치의 오동작을 야기할 수 있다. 고조파 왜곡 현상이 있을 때 해당 계량기와 고조파의 종류에 따라 positive 및 negative 에러가 발생할 수 있다는 것이 연구결과를 통해 입증되었다. 일반적으로 왜형률이 20%를 초과할 정도로 심각해야만 중요한 에러가 검출된다. 계량과 릴레이에 사용되는 60Hz의 계측 변압기는 정상적으로 발생하는 고조파에 의해 크게 영향을 받지 않는다.

2.2.8 Switchgear and Relaying

다른 종류의 장비와 같이, switchgear에서도

고조파 전류들은 과열현상과 손실을 증가시켜서 정상 상태의 전류의 수송능력을 감소시키고, 절연 성분의 수명을 단축시킨다. 정상적인 운전동안 고조파에 의해 발생하는 열로 인해 퓨즈는 성능이 저하된다. 현재 스위칭 장치나 퓨즈에 대한 고조파 전류의 기준은 없으며 정격 공급 주파수에서 모든 시험이 시행된다.

2.2.9 Telephone Interference

전력변환 장치와 관련된 회로 소자에서 고조파 전류나 전압이 작용하면 magnetic field와 electric field이 발생하고 통신 시스템의 가까이에서 민감하게 반응하여 동작을 교란시킬 수 있다. 변환장치에서 진폭과 주파수 모두 방해 요소이다.

2.2.10 Static Power Converters

정지형 전력변환 장치들은 일반적으로 그 기능의 부산물로서 고조파를 발생시킨다. 어떤 상황에서 변환장치는 자체에서 발생한 고조파나 또는 다른 고조파 발생원에서 발생한 고조파로부터 영향을 받는다. AC 전원에 병렬로 연결된 컨버터나 유사한 장치가 고조파의 발생원이 되는 일이 자주 있다. 컨버터는 기능적인 면이나 구성 방법에 있어서 그 종류가 매우 다양하다. 이들 중 몇 가지 종류는 고조파에 민감하지 않으며 일반적으로 다이오드 정류기는 영향을 받지 않는다. 그러나, 이 정류기가 전압을 공유하는 회로망(즉, 고전압 정류기에서 직렬 다이오드)에서 캐패시터를 사용 한다면, 설계 시 고려됐던 것 이상의 열적인 스트레스를 받게 되는데, 그 이유는 교류에 포함된 고조파에 의해 큰 전류가 커패시터에 영향을 주기 때문이다. 이러한 고조파들은 또한 정류기 부하로 유입되어 DC 측의 공정 장치를 해롭게 하거나 교란시킨다.

다이오드 정류기에서 발생한 어려운 점은 사이리스터나 인버터와 같은 다른 종류의 변환장치에서도 비슷하게 발생한다. 후자는 여러 부분의 민감한 영역이 있다. 이들에는 대개 고조파 전류에 의해 과열되기 쉬운 전력용 필터, EMI

필터 및 스너버(snubber)와 같은 용량성(capacitive) 회로가 있다. 대부분의 컨버터들은 제어를 위하여 교류 공급 전압(예를 들어, zero crossing 시간)의 다양한 특성에 의존하는데 만약, 입력 교류 전원이 고조파에 의해 심하게 왜곡되었다면, 이 컨버터는 잘못된 점호 신호를 발생시키거나 교신이 실패하거나, 혹은 비 특성 고조파를 발생하게 한다. 또한, 컨버터의 제어회로에는 종종 플립플롭과 같은 부품들이 포함되는 데, 이러한 부품은 고주파의 고조파 현상에 매우 민감하다. 따라서, 제어 장치는 잘못된 신호를 받을 수 있고, 이 때문에 기능 고장이 유발되거나 또는 부품이 파괴되는 경우도 생길 수 있다.

2.3 고조파 측정

2.3.1 측정

● IEEE Std. 519-1992

IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems

(1) 개요

고조파 전류 및 전압의 측정은 전기 에너지의 신뢰성 있는 배전계통에 있어 필수적이다. 다음은 측정의 중요성을 강조한 몇 가지 이유이다.

- ① 고조파의 값을 모니터링하고 허용치나 규제치를 넘지 않도록 감시
- ② 고조파를 발생하는 장비의 시험
- ③ 장비가 전력회사나 수용가에 악영향을 미치는 상황의 진단과 고장 수리
- ④ 현재의 허용 수준을 준수 및 시간매일, 매달, 계절 따라)에 대한 고조파 전압 및 전류의 동향 추적
- ⑤ 고조파 조류를 포함하는 시뮬레이션 연구의 검증을 위한 측정
- ⑥ 개개의 위상각을 가지는 고조파 전류 및 전압의 측정. 비선형 부하가 연결된 상태

또는 그렇지 않은 상태에 대해서 측정할 수 있고 주어진 위치에서 고조파 운전 점 임피던스를 결정하는 데에 도움이 된다.

고조파 측정을 위해 사용되는 기술들은 보통 전력 계통 측정을 위해 사용되는 것들과 차이가 있다. 일반적으로 전압, 전류, 전력을 측정할 때의 주파수 대역폭은 배전계통 주파수 근처의 좁은 주파수의 대역에 주의하여 얻을 수 있다. 실질적으로 더 넓은 대역폭(3kHz까지)들은 계통 고조파의 연구에서 필요하다.

(2) 비정현파 전압 및 전류 분석에 사용되는 기본 장비

① Oscilloscope

오실로스코프상의 파형 display는 왜곡의 정도와 종류에 관한 질적인 정보를 제공한다.

② Spectrum Analyzers

이 계기들은 주파수 함수와 같은 신호의 전력 분배를 display한다. 주파수들의 어떤 범위가 scan되고, 분석된 신호의 고조파, 내부고조파, 모든 구성요소들이 display된다. display format은 CRT나 chart recorder이다.

③ Harmonic Analyzers 또는 Wave Analyzers

이 계기들은 주기함수의 진폭(파 복소 단위, 위상각)을 측정하고, 관찰된 신호의 선스펙트럼을 제공한다. 출력은 아날로그나 디지털 계기들을 사용하여 모니터 될 수 있거나 저장될 수 있다.

④ Distortion Analyzers

이 계기들은 총 고조파 왜곡(THD)을 직접 나타낸다.

⑤ Digital Harmonics Measuring Equipment

디지털 분석은 2가지 기본 기술로써 수행될 수 있다.

▶ 디지털 필터에 의해

이 방법은 아날로그 필터링과 유사하다. 이 중 채널 디지털 신호 분석기는 디지털 필터링을 포함한다. 특정한 측정을 위해 setup할 때,

측정되는 주파수 범위는 그 범위에 대해 디지털 필터들을 설정한다. 또한 매우 큰 기본파에서 작은 고조파들을 최적상태로 나타낼 수 있도록 대역폭이 변한다.

▶ 고속 푸우리에 변환 기술 (Fast Fourier Transform technique)

이것은 실시간으로 스펙트럼 분석을 실행하기에 아주 빠른 방법이다. 다중 채널 analog-digital 컨버터와 micro나 mini 컴퓨터는 실시간 데이터 취득에 사용된다. 파형이 on-line으로 아날로그나 디지털 기술을 이용하여 적절한 대역폭으로 기록될 때, 고조파 성분들의 고속 푸리에 변환(FFT) 계산, engineering units로의 변환, 통계의 계산, 그리고 결과의 도시 및 출력은 적절한 설비들을 사용하여 실험실에서 off-line으로 수행될 수 있다.

(3) Requirements for Instrument Response

정확한 고조파 측정을 위해, 아래의 중요한 조건들이 충족되어야 한다.

① Accuracy

계기는 정상 상태의 고조파 성분을 허용 제한치와 양립할 수 있는 에러율을 가지고 측정해야 한다. 허용 제한치의 5%보다 크지 않는 불확실성을 갖는 계기를 사용하는 것이 합리적이다. 예를 들어, 제 11차 고조파가 0.70% 미만이어야 하는 480V, 3상 시스템을 가정한다. 선로와 중성점 사이의 11차 고조파 V_{11} 은 1.94V 미만으로, 계기가 $\pm(0.05)(1.94) = \pm 0.097V$ 미만의 불확실성을 가져야 하는 것을 가리킨다.

② Selectivity

계기의 선택성은 다른 주파수를 갖는 고조파 성분들을 분리할 수 있는 능력을 가리킨다. 좋은 선택성을 갖도록 하는 실제적인 방법은 계기가 주파수 $f_b = 60Hz$ 로 설정되는 동안, 주입된 주파수의 최소 감쇠(minimum attenuation)에 대한 요건을 정의하는 것이다.

표 6 Minimum Required Attenuation(dB)

Injected Frequency (Hz)	Frequency-Domain Instrument	Time-Domain Instrument
60	0	0
80	50	60
120 to 720	30	50
720 to 1200	20	40
1200 to 2400	15	35

③ Averaging or Snapshot

측정된 고조파가 시간에 따라 바뀌면, 빠르게 변동하고 있는 성분을 한 주기에 대해 늘여 놓을 필요가 있다.

▶ Dynamic Response

예를 들어, 3초의 주기에 걸친 평균치가 바람직하다면, 출력계기의 응답은 1.5 ± 0.15 초의 시정수를 갖는 1차 low-pass filter와 동일해야 한다.

▶ Bandwidth

기기의 대역폭은 특히 고조파가 변동하고 있을 때, 눈금에 많은 영향을 미친다. 전 범위의 주파수에서 일정한 대역폭을 갖는 계기의 사용이 추천된다. 대역폭은 $f_n + 15\text{Hz}$ 의 주파수에서 40dB의 minimum attenuation을 갖는 -3dB 포인트들 사이에서 $3 \pm 0.5\text{Hz}$ 이어야 한다. 내부고조파와 과도현상이 존재하는 상태에서 대역폭이 클 수록 큰 positive error가 발생할 것이다.

2.3.2 측정 기준

- 고조파 제한치, 측정 기준(측정 장비 및 요건, 시험 조건)

IEC 61000-3-2 : Quasi Static and Transitory Harmonics

EMC Part 3-2 : Limits-Limits for harmonic current emissions(equipment input current $\leq 16\text{A}$ per phase)

(1) 설비의 등급

고조파 전류를 제한하기 위하여 전기 설비들

을 다음과 같이 분류한다.

Class A : 평형 3상 설비와 Class A, B, C를 제외한 모든 설비

Class B : 이동용 설비

Class C : 감광 장치(dimming device)를 포함하고 있는 조명설비

Class D : "special wave shape"로 입력전류를 가지는 장비는 그림 3.10에서와 같이 정의된다. 600W이하인 유효 입력 전력(P)은 부록 C의 관련된 절에서 주어진 시험조건하에 측정되었다. 입력전류의 파형에 관계없이 위상각 제어가 되는 Class B, Class C와 전동기로 구동되는 설비는 Class D 설비로 간주하지 않는다. 부록 C에 주어진 시험 조건하에서 각각의 반주기의 입력전류 파형이 최소한 반주기의 95% 동안 그림 9의 포락선(envelope) 내에 있으면, 그 설비는 class D로 간주해야 한다(포락선(envelope) 외부에서 small peak들을 갖는 파형은 포락선 내에서 떨어지는 것으로 고려한다는 것을 암시한다). 중앙선 M은 입력전류의 peak 값과 일치한다. 또한 그림 10의 flow chart를 이용하여 Class를 결정할 수 있다.

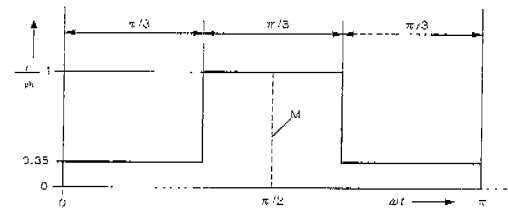


그림 9 "special wave shape"를 정의하고 class D 장비로 구분하기 위한 입력전류의 포락선(envelope)

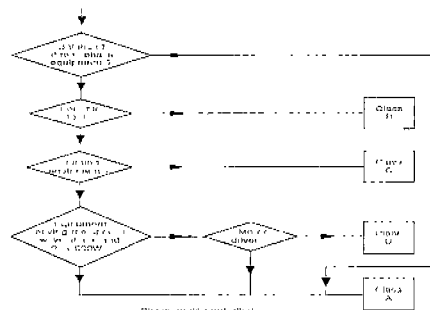


그림 10 설비의 분류를 위한 flow chart

(2) 일반적인 요건

여기서 명기된 요건과 제한치는 50Hz나 60Hz에서 작동하는 220/380V, 230/400V와 240/415V 시스템에 연결된 설비의 전원 입력 단자에 적용될 수 있다. 그 밖의 경우에 대한 요건과 제한치는 아직 고려되지 않았다.

① 제어방법

다음의 제어 방법은 정상적인 작동상태에서는 사용되지 않는다.

▶ IEV 161-07-11에 의한 비대칭 제어 (asymmetrical control). 단, 이 제어방법이 불안정한 조건을 검출하기 위한 유일한 해결책인 경우는 제외한다.

▶ 주 공급의 반파 정류. 단, 이 제어방법이 불안정 조건들을 검출하기 위한 유일한 해결책이거나, 제어유효전력 입력이 100W이하인 경우 또는 헤어 드라이어와 같이 이동이 가능하고, two-core flexible cord에 적합하며, 몇 분의 짧은 시간에 사용될 수 있는 controlled appliance는 제외한다.

입력 전류에서 낮은 차수($n \leq 40$)의 고조파를 발생시키는 경향이 있는 대칭 제어 방식은, 완

전한 정현파 입력 전력이 200W이하이거나 표 3.8의 제한치를 초과하지 않는다면, heating element에 공급되는 전력을 제어하는 데에 사용될 수 있다. 대칭적인 제어 방법으로 짧은 시간에 사용되는 가정용 기기(예를 들면, 헤어 드라이어)는 class A로 시험될 수 있다. 비록 비대칭 제어와 반파 정류가 위의 주어진 조건하에서 허용될지라도, 그 장비는 이 규범의 고조파 요건을 준수해야 한다.

② 고조파 전류 측정

고조파 전류 제한치는 모든 형태의 전력 연결과 부하의 유형에 대한 전류에 적용된다. 설비의 종류에 대한 고조파 전류 측정 시험 조건은 부록 C에서 주어진다. 19차 이상의 고조파에 대해서는 그 스펙트럼을 개별적으로 검사하는데, 스펙트럼 포락선(spectrum envelope)이 차수가 증가함에 따라 단조롭게 감소하는 형태를 보이면 측정은 19차수 이하의 고조파에 대해

서만 한다. 시험 조건에서 측정된 입력 전류의 0.6%보다 작거나 또는 5mA보다 작은 고조파 전류는 무시한다. 고조파 전류의 제한치가 기본적인 전류나 입력 유효전력의 함수로서 주어질 때, 그 전류와 입력 전력은 같은 조건에서 측정되어야 한다.

▶ 정상상태

제한치는 부록 A, B, C에 따라 측정된 정상상태 고조파 전류에 적용시킬 수 있다.

▶ 순시상태(Transitory state)

부록 A, B, C에 따라 측정된 순시 고조파 전류에 대해 다음 사항이 적용된다.

i) 수동적으로 또는 자동적으로 설비를 동작시키거나 정지시킬 때, 지속시간이 10초 이하인 고조파 전류는 무시한다.

ii) 표 3.6에서 3.8까지 나오는 제한치는 부록 C에 따라 설비나 설비의 일부분을 시험하는 동안 발생하는 그 밖의 모든 순시 고조파 전류에 적용될 수 있다.

그러나, 2에서 10까지의 차수 중 짝수 차수의 순시 고조파 전류와 3에서 19까지의 차수 중 홀수 차수의 고조파 전류의 경우, 2.5분의 관찰시간 중 최대 10%의 시간동안 표 3.6, 3.7, 3.8에 나온 제한치의 1.5배까지는 허용된다..

(3) 고조파 전류 제한치

다음의 제한치는 전문적인 용도를 갖는 고출력(1kW 초과)설비에 대한 제한치가 고려되고 있다는 조건하에서 적용된다.

① Class A 설비에 대한 제한치

Class A 설비의 경우, 입력전류의 고조파는 표 7에서 주어진 절대값들을 초과해서는 안 된다.

② Class B 설비에 대한 제한치

Class B 설비의 경우, 입력전류의 고조파는 표 7에서 주어진 최대 허용치의 1.5배를 초과해서는 안 된다.

③ Class C 설비에 대한 제한치

▶ 조명 설비

i) 입력 유효전력 > 25W

고조파 전류는 표 8에서 주어진 제한치를 초과해서는 안 된다.

ii) 입력 유효전력 $\leq 25W$

다음의 2가지 요건 중 하나를 따른다.

가) 고조파전류는 표 9의 2열의 power-related limits를 초과해서는 안 된다.

NOTE - Class D에 적용되는, 하한 75W 또는 50W 가 이 경우에는 유효하지 않다.

나) 기본전류의 백분율로 표현되는 3차 고조파 전류는 86%를 초과하지 않고, 5차 고조파는 61%를 초과해서는 안된다. 게다가, 입력전류의 파형은 60° 나 그 이전 지점에서 진행되기 시작하여, 65° 나 그 이전 지점에서 마지막 피크를 가져야 하고(반주기 당 몇 개의 피크가 있다면), 90° 지점 전에 멈추어서는 안된다.

▶ 감광장치(Dimming devices)

독립형 또는 내장형 감광장치(dimming device)나 램프, luminaire에 대해서, 다음의 조건들이 적용된다.

i) 독립형 감광장치 (Independent dimming devices)

독립형 dimming device의 고조파 전류가 표 7에서 주어진 값을 초과해서는 안 된다. 위상제어가 사용되는 곳에서 점호각이 145° 를 초과해서는 안되고 감광장치는 조건에 따라 시험되어야 한다.

ii) 내장형 감광장치 (Built-in dimming devices)

백열 램프 luminaire의 경우, 내장형 dimming device의 고조파 전류 값이 표 7에서 주어진 값을 초과해서는 안된다. 위상제어가 사용되는 곳에서 점호각이 145° 를 초과해서는 안되고 감광장치는 조건에 따라 시험되어야 한다. 방전 램프 luminaire의 경우, 표 8에서 주어진 백분율 제한 치로부터 유도된 최대 부하조건에 대해서 고조파 전류 값을 초과해서는 안된다. 어떤 감광 위치에서도 고조파 전류는 최대 부하조건과 관련된 전류 값을 초과해서는 안된다.

④ Class D 설비에 대한 제한치

Class D 설비의 경우 고조파 전류의 제한치는 정격 부하 조건에 대해 정의된다. 입력전류

의 고조파는 표 9에서 유도될 수 있는 값을 초과해서는 안 된다. 표 9에서 주어진 제한치는 75W이상의 입력 유효전력을 가지는 모든 경우에 대해 유효하다. 75W이하의 입력 유효전력을 갖는 설비에 대해 적용되는 제한치는 없다. 이 규범의 시행날짜 일로부터 4년 후에, 75W이하한은 50W로 감소될 것이다.

표 7 Class A 설비에 대한 제한치

고조파 차수	최대 허용 고조파 전류 A
홀수차수 고조파	
3	2.30
5	1.14
5	0.77
9	0.40
11	0.33
13	0.21
$15 \leq n \leq 39$	$0.15 \ 15/n$
짝수차수 고조파	
2	0.18
4	0.43
6	0.30
$8 \leq n \leq 40$	$0.23 \ 8/n$

표 8 Class C 설비에 대한 제한치

고조파 차수	기본 주파수에서 입력전류의 %로 나타난 최대 허용 고조파 전류 %
2	2
3	$30 \cdot \lambda_n$
5	10
9	7
$11 \leq n \leq 39$ (홀수 고조파 경우만)	5
	3
λ : 회로의 역률	

표 9 Class D 설비에 대한 제한치

고조파 차수 n	w당 최대 허용 고조파 전류 mA/W	최대 허용 고조파 전류 A
3	3.4	2.30
5	1.9	1.14
7	1.0	0.77
9	0.5	0.40
11	0.35	0.33
$13 \leq n \leq 39$	$3.85/n$	표 7 참고

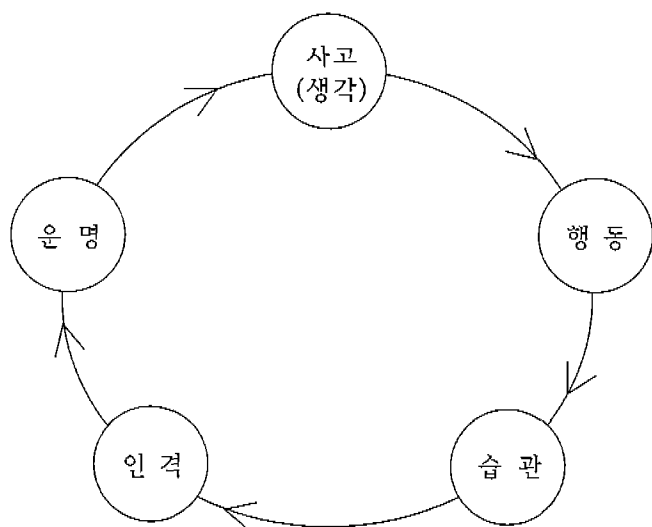
3. 결론

전력품질은 전력공급의 연속성과 전압의 여러 가지 특성의 관점에서 전력의 속성을 정의하는 여러 가지 파라미터의 집합을 뜻한다. 전력회사의 측면에서는 공급신뢰도에 관계되고 수용가의 측면에서는 전기설비에 공급되는 전력의 상태로 말할 수 있다. 현재 우리 나라의 전력품질관리는 전기사업법에 근거하여 전력회사측에서는 정전시간 및 정전회수, 30분 평균 전압유지율, 주파수 유지율에 대한 목표 관리치를 부여함으로써 적정하게 유지되고 있다. 그리고 최근 정보·통신·제어기술의 발달에 따라 정보통신기기, 정밀제어 기기, 사무자동화 기기, 전산 기기, 자동생산라인 등에 마이크로프로세서 및 전력용 반도체소자가 많이 도입되고 있고 고효율 속도제어용 모터와 역률 보상용 콘덴서의 사용, 그리고 경제발전과 산업활성화 등으로 인한 고정밀 단일대형부하의 증가, 도시중심으

로의 변화에 따른 대규모 아파트단지의 등장, 단상 220V 가전제품의 대형화 등이 기존에는 그다지 문제가 되지 않았던 주파수 변동, 역률의 변동, 전압·전류의 고조파성분, 순간전압변동, 고주파의 영향, 플리커 등과 같은 사항들이 전력품질을 크게 위협하고 있으며, 이는 곧 산업현장에서 막대한 경제적 손실을 초래하게 된다. 이러한 상황 하에서 현재 산업현장에서 이구 동성으로 문제를 야기 시키고 있다고 하는 고조파에 대해 국내외 자료를 수집하고 분석하여 고조파의 발생원인, 미치는 영향 및 측정 방법 등을 제시함으로써 관련 분야에서의 대응책 마련에 조금이나마 도움이 되었으면 하는 취지이며, 본 고 역시 순수한 자료분석을 통하여 제시하였으나 더욱더 현실감이 있으려면 실제 산업현장에서 예상되는 지역에 정확한 측정시스템 설치와 장기간의 데이터 취득을 통해 결과를 제시하는 것이 문제 해결에 더욱 도움이 크리라 기대됩니다.

생각을 바꾸면

성공이 보인다.



William James의 운명론