

제정 기술표준원고시 제2006-0951호(2006.12.27.)

개정 기술표준원고시 제2010-0698호(2010.12.24)

개정 기술표준원고시 제2011-44호 (2011. 2. 28)

전기용품안전기준

K 61000-4-13

[IEC 61000-4-13 Ed.1.1 : 2009-07]

전기자기적합성(EMC)

제4부 : 시험 및 측정방법

제13절 : 교류전원단에서 주전원선 신호화를
포함한 고조파와 중간고조파, 저주파내성시험

목 차

서 문	1
1. 적용범위	1
2. 인용규격	2
3. 용어 정의	2
4. 일반사항	3
4.1 현상에 대한 서술	3
4.2 발생원	4
5. 시험 레벨	4
5.1 고조파 시험 레벨	5
5.2 중간 고조파 및 주전원선 신호화를 위한 시험 레벨	6
6. 시험기기	7
6.1 시험 발생기	7
6.2 발생기의 특성 검증	10
7. 시험 배치	10
8. 시험 절차	11
8.1 시험 절차	11
8.2 시험 적용	11
9. 시험 결과의 평가	17
10. 시험 보고서	17
부록 A(정보) 전압원과 시험품 사이의 임피던스 회로망	21
부록 B(정보) 공진점	22
부록 C(정보) 전기자기 환경 등급	23

참고문헌	24
------------	----

전기용품안전기준(K 61000-4-13)

전기자기 적합성(EMC) Electromagnetic compatibility

교류전원단에서 주전원선 신호화를 포함한 고조파와 중간 고조파, 저주파 내성시험

서문

본 규격은 국제표준기술 변화에 신속히 대응하고, 현 전기용품안전기준의 운영 및 표준기술 발전을 위해 2009년 7월에 발행된 IEC 61000-4-13 Ed. 1.1 교류 전원단에서 주전원 신호화를 포함한 고조파 및 중간 고조파, 저주파 내성 시험(Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests)을 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 작성한 안전인증기술기준이다.

1. 적용범위

본 규격은 저전압 전력 회로망 상에서의 고조파 및 중간 고조파들에 관련하여, 상당 정격 전류 16 A 이하인 전기·전자기기를 대상으로 2 kHz (50 Hz 전원의 경우) 및 2.4 kHz (60 Hz 전원의 경우) 이하의 간섭주파수에서의 내성 시험 방법 및 권장 기본 시험 레벨의 범위를 규정한다.

16 2/3 Hz 또는 400 Hz 교류 회로망에 연결되는 전기·전자기기에는 적용하지 않는다. 이러한 회로망에 대한 시험은 향후 규격에 의해 다루어 질 것이다.

본 규격의 목적은 고조파, 중간 고조파 및 주전원선 신호화 주파수에 노출된 전기·전자기기의 기능에 대한 내성을 평가하기 위한 공통 기준을 확립하고자 함에 있다. 본 규격에 기록된 시험 방법은 정의된 현상에 대한 기기 및 시스템의 내성 평가를 위한 일관된 방법을 기술하고 있다. IEC Guide 107에 설명된 대로, 본 규격은 IEC 소속 제품위원회의 사용을 위한 기본 EMC 출판물이다. 또한, Guide 107에 언급된 대로, IEC 제품위원회는 본 내성 시험 규격을 적용할 것인지의 여부를 결정할 책임이 있으며, 만일 적용한다면, 적절한 시험 레벨 및 성능 평가 기준을 결정할 책임이 있다. TC 77 및 소속 소위원회는 제품에 대한 특정 내성 시험 값을 산출함에 있어서 제품위원회와 공동 연구할 준비가 되어 있다.

전기 부품(예를 들면 캐패시터, 필터 등)의 신뢰성 검증은 본 규격의 적용범위에 속하지 않는다. 장시간(15분 이상) 열적 영향도 본 규격에서는 고려하지 않는다.

제안된 레벨은 주거용, 상업용 및 경공업 환경에 좀 더 적합한 것이다. 중공업 환경에 대하여는 필요한 레벨을 갖는 X등급의 정의를 내릴 책임이 제품위원회에 있다. 제품위원회는 또한 자체적인 필요에 의해 좀 더 복잡한 파형을 정의할 수도 있다. 그럼에도 불구하고, 제안된 단순한 파형들은 여러 회로망에서(단상 시스템에 대해서는 더욱 평탄한 곡선) 및 산업용 회로망(삼상 시스템에

대해서는 더욱 과진동하는 곡선) 에서 주로 관측된 것 들이다.

2. 인용규격

다음의 인용규격들은 본 규격의 적용을 위해 필수 불가결한 것이다. 날짜가 명기된 규격에 대해서는 인용된 것만 적용한다. 날짜가 명시되지 않은 규격에 대해서는 기준 문서의 (개정안을 포함하여) 최신판이 적용된다.

KS C IEC 60050(161), 국제 전자기술 용어집 (IEV) - 161부 : 전기자기적합성

KS C IEC 61000-2-2, 전기자기적합성 (EMC) - 2-2 부 : 환경 - 공공 저전압 배전 시스템에서 저주파 전도 방해와 신호화를 위한 적합성 레벨

K61000-3-2, 전기자기적합성 (EMC) - 3-2 부: 한계값 - 고조파 전류 방사 한계값 (기기 입력 전류 $\leq$ 상당 16 A)

KS C IEC 61000-4-7, 전기자기적합성 (EMC) - 4-7 부 : 시험 및 측정기술 - 전원 공급 시스템 및 전원 공급 시스템에 연결된 기기를 위하여, 고조파 및 중간 고조파 측정 및 기기에 대한 일반 지침

3. 용어 정의

본 규격의 목적을 위해서 IEC 60050(161)의 정의뿐만 아니라 다음의 정의와 용어를 적용한다:

3.1 내성, immunity : 장치, 장비 또는 시스템이 전기자기 간섭 하에서 성능 저하 없이 수행하는 능력 [IEV 161-01-20]

3.2 고조파 (성분), harmonic (component) : 주기적인 양의 푸리에 급수의 1 보다 큰 차수의 성분 [IEV 161-02-18]

3.3 기본파 (성분), fundamental (component) : 주기적인 양의 푸리에 급수의 1차 성분 [IEV 161-02-17]

3.4 평탄 곡선 파형(flat curve waveshape) : 각각의 반파장이 다음의 3 부분으로 구성된 시간 관련 함수의 파형 ;

- 1 부분 : 0에서 출발하여 특정한 값까지 순수한 사인 함수로 상승하는 부분;
- 2 부분 : 상수 값인 부분;
- 3 부분 : 0에 이르기까지 순수한 사인 함수로 하강하는 부분

3.5 과 진동 파형 (overswing waveshape) : 기본 고조파와 특정한 위상 천이를 가지는 제 3차 및 제 5차 고조파들의 이산 값으로 구성된 파형

3.6 f_1 : 기본파 주파수

3.7 주전원선 신호화 주파수 (mains signalling frequencies) : 제어 및 통신을 위해 사용되는 고조파들 사이의 신호 주파수들

3.8 EUT : 시험품

4. 일반사항

4.1 현상에 대한 서술

4.1.1 고조파

고조파는 공급 시스템이 동작하는 주파수의 정수배인 주파수들을 갖는 정현파 전압 및 전류이다.

고조파 방해는 일반적으로 비선형성 전압-전류 특성을 갖는 기기나 부하의 주기적이며 전원선-동기 스위칭하는 특성에 의해 야기된다. 그러한 기기는 고조파 전류원으로 고려될 수 있다.

기타 고조파 발생원으로부터 발생된 고조파 전류는 전원 공급 회로망의 임피던스단에 고조파 전압 강하를 일으킨다.

케이블 커패시턴스, 전원선 인덕턴스 및 전력 인자 보정용 커패시터 연결의 결과로서, 병렬 또는 직렬 공진이 전원 공급 회로망에 발생되어 왜곡발생 부하로부터 멀리 떨어진 지점까지도 고조파 전압 증폭 현상을 야기 시킬 수 있다. 제안된 파형은 하나 또는 몇몇 고조파 발생원의 여러가지 고조파 차수들을 합한 결과이다.

4.1.2 중간 고조파(interharmonics)

전원 주파수 전압 및 전류의 고조파들 사이에, 기본파의 정수배가 아닌 몇 개의 주파수들이 관측될 수 있다. 그들은 이산 주파수로서 나타날 수도 있고, 광대역 스펙트럼으로 나타날 수도 있다. 서로 다른 중간 고조파 발생원들의 합은 쉽지 않으며 본 규격에서 고려하지 않는다.

4.1.3 주전원선 신호화 (리플 제어)

정보를 한 송신 지점으로부터 하나 또는 여러 수신 지점까지 전송하기 위해 전원 공급 회로망이나 그 일부분에서 사용되는 110 Hz ~ 3 kHz 범위의 신호 주파수.

본 규격의 적용 범위를 위하여, 주파수 범위는 2 kHz/50 Hz (2.4 kHz/60 Hz)까지로 제한한다.

4.2 발생원

4.2.1 고조파

고조파 전류는 발전, 송전 및 배전기기에 의해서 소규모로 그리고 산업용 및 주거용 부하에 의해서 보다 큰 규모로 발생된다. 때로는, 전원 회로망 내에 상당한 크기의 고조파 전류를 발생시키는 발생원이 불과 몇 개만 존재한다 ; 다수의 다른 기기들의 합으로 인해서 적어도 낮은 차수의 고조파들에서는 고조파 전압 왜곡에 상대적으로 큰 영향을 일으킬 수 있음에도 불구하고 이들 기기들의 개별 고조파 레벨은 낮다.

전원 공급 회로망에서 상당한 양의 고조파 전류는 비선형성 부하에 의해 발생될 수 있다.

예를 들면;

- 제어 및 비제어 정류기, 특히 용량성 평활회로를 갖는 정류기 (예를 들면, 텔레비전, 간접 및 직접 정전 주파수 변환기, 안정기 일체형 램프), 이러한 고조파들은 대체적으로 다른 발생원으로부터 같은 위상을 갖으며 전원 공급 회로망 내의 보상 특성의 질이 낮기 때문이다.
- 위상 제어되는 기기, 몇몇 유형의 컴퓨터 및 UPS 기기

발생원은 동작 방법에 따라 일정하거나 또는 변화하는 레벨의 고조파를 발생시킨다.

4.2.2 중간 고조파

중간 고조파의 발생원은 중전압 및 고전압 회로망에서와 마찬가지로 저전압 회로망에서도 발견될 수 있다. 중전압 및 고전압 회로망에서 생성된 중간 고조파는 그들이 공급하는 저전압 회로망으로 또는 그와 반대로 흐른다.

주요 발생원은 간접 및 직접 정전 주파수 변환기, 용접 기계 및 아크로 등이다.

4.2.3 주전원선 신호화 (리플 제어)

본 규격에서 다루는 주전원선 신호화 주파수의 발생원은 공공 전원 공급자가 전원 공급 회로망의 기기(공공 조명, 요금징수용 미터 등)를 제어하기 위하여 110 Hz ~ 2 kHz(2.4 kHz)의 주파수범위에서 대부분이 동작되는 송신기들이다. 송신기 에너지는 HV, MV, LV 수준으로 시스템에 결합된다. 송신기는 단속 신호로 보통 짧은 시간동안만 동작한다. 사용된 주파수들은 일반적으로 고조파들 사이에 존재한다.

5. 시험 레벨

시험 레벨은 기본과 전압의 백분율로서 명시되는 고조파 전압이다. 본 규격에서 나타내는 전압들은 기본적으로 전원 공급 회로망 공칭전압 (U_1 기본과)이다.

해당 표에 지시된 백분율에 따라 기본과 및 고조파의 전압 값을 조정함으로써 시험 적용 동안에는 결과 파형의 r.m.s. 전압은 공칭전압 값을 유지해야 한다(예를 들어 220 Vr.m.s., 110 Vr.m.s.).

5.1 고조파 시험 레벨

각각의 고조파들 시험 레벨에 대한 선택 범위는 표 1 ~ 3과 같다.

시험 레벨이 3 % 이상인, 9차 고조파까지, 고조파 전압은 기본파의 전압이 양(+)방향으로 영-교차(zero-crossing)되는 지점에 대하여 0°와 180°의 위상 천이를 사용하여 적용되어야 한다. 3 % 미만의 시험레벨을 갖는 고조파 전압은 기본파의 전압이 양(+)방향으로 영-교차되는 지점에 대하여 위상 천이 없이 적용되어야 한다.

적합성 레벨에 대하여는 k 인자를 사용하는 KS C IEC 61000-2-2를 참조한다. 내성 레벨은 보다 더 높아야 한다(예를 들면 추가로 1.5배).

다상(multiphase) 전원을 갖는 시험품에 대한 시험적용은 8.2.5와 같다.

표 1 - 제 3차 고조파의 배수가 아닌 홀수차 고조파

h	1 등급	2 등급	3 등급	X 등급
	시험 레벨 % U_1	시험 레벨 % U_1	시험 레벨 % U_1	시험 레벨 % U_1
5	4.5	9	12	개방
7	4.5	7.5	10	개방
11	4.5	5	7	개방
13	4	4.5	7	개방
17	3	3	6	개방
19	2	2	6	개방
23	2	2	6	개방
25	2	2	6	개방
29	1.5	1.5	5	개방
31	1.5	1.5	3	개방
35	1.5	1.5	3	개방
37	1.5	1.5	3	개방

주1 1 등급, 2 등급, 3 등급은 부록 C에 정의되어 있다.

주2 X 등급의 시험 레벨은 개방되어 있다. 시험 레벨은 제품위원회에서 정의되어야 한다. 그러나 저전압 공공 전원 공급시스템에 의해 공급되는 기기의 경우, 시험 레벨은 2급 시험 레벨보다 낮으면 안된다.

표 2 - 제 3차 고조파의 배수인 홀수차 고조파

h	1 등급	2 등급	3 등급	X 등급
	시험 레벨 % U_1	시험 레벨 % U_1	시험 레벨 % U_1	시험 레벨 % U_1
3	4.5	8	9	개방
9	2	2.5	4	개방
15	시험하지 않음	시험하지 않음	3	개방
21	시험하지 않음	시험하지 않음	2	개방
27	시험하지 않음	시험하지 않음	2	개방
33	시험하지 않음	시험하지 않음	2	개방
39	시험하지 않음	시험하지 않음	2	개방

주1 1 등급, 2 등급, 3 등급은 부록 C에 정의되어 있다.
주2 X 등급의 시험 레벨은 개방되어 있다. 시험 레벨은 제품위원회에서 정의되어야 한다. 그러나 저전압 공공 전원 공급시스템에 의해 공급되는 기기의 경우, 시험 레벨은 2급 시험 레벨보다 낮으면 안된다.

표 3 - 짝수차 고조파

h	1 등급	2 등급	3 등급	X 등급
	시험 레벨 U_1 의 백분율(%)	시험 레벨 U_1 의 백분율(%)	시험 레벨 U_1 의 백분율(%)	시험 레벨 U_1 의 백분율(%)
2	3	3	5	개방
4	1.5	1.5	2	개방
6	시험하지 않음	시험하지 않음	1.5	개방
8	시험하지 않음	시험하지 않음	1.5	개방
10	시험하지 않음	시험하지 않음	1.5	개방
12~40	시험하지 않음	시험하지 않음	1.5	개방

주1 1 등급, 2 등급, 3 등급은 부록 C에 정의되어 있다.
주2 X 등급의 시험 레벨은 개방되어 있다. 시험 레벨은 제품위원회에서 정의되어야 한다. 그러나 저전압 공공 전원 공급시스템에 의해 공급되는 기기의 경우, 시험 레벨은 2급 시험 레벨보다 낮으면 안된다.

5.2 중간 고조파 및 주전원선 신호화 시험 레벨

시험 레벨에 대한 선택 범위는 표 4a 및 4b와 같다.

100 Hz 이상의 중간 고조파 내성 시험 레벨은 시험품의 등급에 따라 주전원 신호레벨 또는 8.2.4에서 정의한 마이스터(Meister) 곡선 레벨에 기초한다. 주전원 신호레벨은 U_1 의 2 % ~ 6 % 범위이다. 불연속적 중간고조파 주파수(Discrete interharmonic frequencies)는 (공진이 없을 때) 기본 주파수 전압 U_1 의 약 0.5 % 레벨이다. 산업용 전원 회로망에 대한 3등급 기기의 경우, 이들 시험 레벨은 상당히 더 높을 수 있다

표 4 고조파 주파수 사이의 주파수

표 4a - 고조파 주파수 사이의 주파수 (50 Hz 전원용)

주파수 범위	1 등급	2 등급	3 등급	X 등급
Hz	시험 레벨 % U ₁	시험 레벨 % U ₁	시험 레벨 % U ₁	시험 레벨 % U ₁
16 ~ 100	시험하지 않음	2.5	4	개방
100 ~ 500	시험하지 않음	5	9	개방
500 ~ 750	시험하지 않음	3.5	5	개방
750 ~ 1 000	시험하지 않음	2	3	개방
1 000 ~ 2 000	시험하지 않음	1.5	2	개방

주1 1 등급, 2 등급, 3 등급은 부록 C에 정의되어 있다.
 주2 X 등급의 시험 레벨은 개방되어 있다. 시험 레벨은 제품위원회에서 정의되어야 한다.

표 4b - 고조파 주파수 사이의 주파수 (60 Hz 전원용)

주파수 범위	1 등급	2 등급	3 등급	X 등급
Hz	시험 레벨 % U ₁	시험 레벨 % U ₁	시험 레벨 % U ₁	시험 레벨 % U ₁
20 ~ 120	시험하지 않음	2.5	4	개방
120 ~ 600	시험하지 않음	5	7.5	개방
600 ~ 900	시험하지 않음	3.5	5	개방
900 ~ 1 200	시험하지 않음	2	3	개방
1 200 ~ 2 400	시험하지 않음	1.5	2	개방

주1 1 등급, 2 등급, 3 등급은 부록 C에 정의되어 있다.
 주2 X 등급의 시험 레벨은 개방되어 있다. 시험 레벨은 제품위원회에서 정의되어야 한다.

6 시험기기

6.1 시험발생기

시험발생기는 50 Hz 또는 60 Hz 기본파 신호를 발생시키고 요구되는 주파수들(고조파 및 고조파들 사이의 주파수들)을 중첩시킬 수 있어야 한다.

시험발생기는 고조파 및 중간 고조파 간섭이 시험 수행을 위해 사용되는 보조 기기에 영향을 주지 않을 충분한 필터 기능을 가져야 한다.

표 1 ~ 4에 따른 시험 레벨은 정상 조건(단상 또는 삼상)으로 연결되어 관련 제품 규격에서 명시된 대로 동작하는 시험품의 단자에 적용되어야 한다.

시험발생기는 다음과 같은 사양을 보유해야 한다.

표 5 - 시험발생기의 특성

정격 전압에서의 상당 출력 전류	동작 중인 시험품의 요구 사항을 충족시키기 위해 필요한 사항 (주1 참조)
기본파 전압; - U_1 의 크기 - 주파수 - 상간 위상각 선택가능한 개별 고조파; - 차수 - U_h 의 크기 • 범위 • 정확도 - 위상각 ϕ_h • $h = 2 \sim 9$ • 기본파에 대하여 영 위상 교차(zero phase crossing) 변위의 정확도 고조파의 조합; 고조파들 사이의 주파수들; - 크기 • 범위 • 정확도 - 주파수 • 범위 • 조정 간격 $f = (0.33 \sim 2) \times f_1$ $f = (2 \sim 20) \times f_1$ $f > 20 \times f_1$ • 조정치 값의 최대 오차	공칭 주전원 전압 $\pm 2\%$ 단상 공칭 주전원 전압 $\pm 2\%$ 삼상 $50 \text{ Hz} \pm 0.5\%$ 또는 $60 \text{ Hz} \pm 0.5\%$ $120^\circ \pm 1.5^\circ$ (Y 결선) 주2 참조 $2 \sim 40$ U_1 의 $0\% \sim 14\%$ U_h 의 $\pm 5\%$ 또는 U_1 의 0.1% 중 더 큰 값 $0^\circ; 180^\circ$ (주6 참조) 기본파의 $\pm 2^\circ$ 주3 참조 주2 참조 U_1 의 $0\% \sim 10\%$ U_h 의 $\pm 5\%$ 또는 U_1 의 0.1% 중 더 큰 값 $0.33 \times f_1 \sim 40 \times f_1$ $= 0.1 \times f_1$ $= 0.2 \times f_1$ $= 0.5 \times f_1$ f 의 $\pm 0.5\%$
출력 임피던스	주4 참조
외부 임피던스 회로망	주5 참조
주1 시험발생기는 시험품을 시험하기에 충분한 또는 상당 최대 정격 입력 전류 16 A r.m.s.까지 출력을 제공할 수 있어야 한다. 제품 규격 또는 제품 사양에서 다른 값을 요구할 수도 있다. 주2 시험발생기는 중첩되는 전압의 크기, 주파수, 위상각, 순서를 선택할 수 있는 제어 입력단을 제공하여야 한다. 주3 시험발생기는 각 상에서 하나 이상의 전압을 중첩할 수 있는 선택사양을 제공하여야 한다. 주4 내부 임피던스에서의 전압강하를 보상하고 설정된 값이 시험품의 단자에서 만족되게 하기위해서 내부 전압원을 제어하여야 하기 때문에 출력 임피던스는 규정하지 않는다. 연결은 가능한 한 짧게 되어야 한다. 주5 외부 직렬 임피던스 회로망이 사용될 수 있지만, 고조파에 의하여 공진이 일어날 가능성이 있는 경우에 한정된다. KS C IEC 60725 임피던스 회로망을 권고한다. 이를 위해 부록 A가 본 규격에 포함되었다. 주6 ϕ_h 기본파 전압의 양(+)의 영교차 위상과 각 고조파 주파수에 따라 표현된 고조파 전압의 양(+)의 영교차 위상과의 위상 차이를 나타낸다.	

6.2 발생기의 특성 검증

발생기 출력 특성은 시험을 실시하기 전에 발생원의 단자에서 검증되어야 한다. 이러한 목적을 위해, 단자 전압은 KS C IEC 61000-4-7, 정확도 A급에 따라 고조파 분석기에 의해 관찰되어야 하며 중첩된 값은 저장 또는 인쇄되어야 한다. 개략적인 관찰을 위해 오실로스코프가 추가로 사용될 수도 있다.

발생기의 최대 고조파 전압 왜곡은 K 61000-3-2에 따라야 한다(고조파/중간 고조파가 선택되지 않았을 경우). 시험품에 전원이 공급될 때 최대 왜곡 한계값은 표 6과 같다.

표 6 - 최대 고조파 전압 왜곡

고조파 차수	% U_1
3	0.9
5	0.4
7	0.3
9	0.2
2 ~ 10 (짝수 고조파)	0.2
11 ~ 40	0.1

시험 전압의 첨두값은 rms 값의 1.40 배와 1.42 배 이내이어야 하며 영 교차 이후에 $87^\circ \sim 93^\circ$ 이내에 도달해야 한다. 무부하일 때와 시험품의 정격 전류일 때 사이의 최대 출력 전압 변동은 공칭 전압의 $\pm 2\%$ 이하 이어야 한다.

6.1에 명시된 발생기의 특성은 발생기가 낮은 내부 임피던스를 갖도록 하고 있다. 절차를 간소화하기 위해 6.2에 따른 발생기의 특성 검증은 외부 임피던스 회로망 없이 수행되어야 한다.

7 시험 배치

시험 발생기에 추가하여, 다음의 시험 장비가 내성 시험을 위하여 필요하다.

- 시험품 단자에서의 시험 전압 검증을 위하여 KS C IEC 61000-4-7에 적합한 고조파 및 중간 고조파 분석기;
- 시험 중에 선택된 중첩 전압의 순서를 제공하기 위한 제어기기;
- 시험 전압 순서 기록용 프린터 또는 플로터;
- 시험품 공급 전압 모니터링용 오실로스코프;

이들 항목 중 몇 가지는 하나의 기기 내에 결합되어 있을 수도 있다.

시험 배열의 예를 다음과 같이 나타내었다:

- 단상 시험품을 위한 예 : 그림 2
- 삼상 시험품을 위한 예 : 그림 3

8. 시험 절차

8.1 시험 절차

8.1.1 기후 조건

일반규격 또는 제품규격에 대한 책임이 있는 위원회의 별도 다른 명시가 없는 한, 시험실 기후 조건은 시험품 및 시험 장비의 동작을 위해 해당 제조자에 의해 명시된 한계값 이내이어야 한다.

만일 상대 습도가 너무 높아서 시험품 또는 시험장비 위에 응축이 발생된다면 시험을 수행해서는 안된다.

주 본 규격에서 다루고 있는 현상의 효과가 기후조건에 의해 영향을 받고 있다고 증명하는 충분한 증거가 있다고 간주되는 경우에는, 이것은 본 규격에 대한 책임이 있는 위원회에 제출되어야 한다.

8.1.2 시험 계획

시험장비로 시험을 시작하기 전에 시험 계획이 세워져야 한다.

시험 계획에는 다음과 같은 내용들이 포함될 것을 권고한다.

- 시험품에 대한 설명
- 케이블 및 주변기기에 맞는 연결(플러그, 단자 등)에 대한 정보
- 시험되는 기기의 입력 전원단
- 시험을 위하여 시험품의 대표적인 동작 모드
- 시험 종류 및 시험 레벨
- 규격 또는 제조자에 의해 규정된 시험 조건하에서의 성능 판정
- 시험 배치에 관한 설명

만일 보조 기기가 시험품에 사용될 수 없다면, 모의될 수도 있다.

각 시험에 대하여, 어떠한 성능 저하도 기록되어야 한다. 모니터링 장비는 시험 중 또는 시험 후의 시험품의 동작 모드에 대한 상태를 표시할 수 있어야 한다. 각 그룹의 시험 후에, 관련사항 점검이 수행될 것이다.

8.2 시험의 적용

그림 1a 및 1b는 시험 성능의 높은 신뢰성을 갖도록 시험 시간 최적화 방법에 관한 안내를 보여주고 있다. 《고조파 조합》시험 및 《주파수 소인》시험에 대한 시험 레벨은 《개별 고조파》시험의 시험 레벨보다 높다.

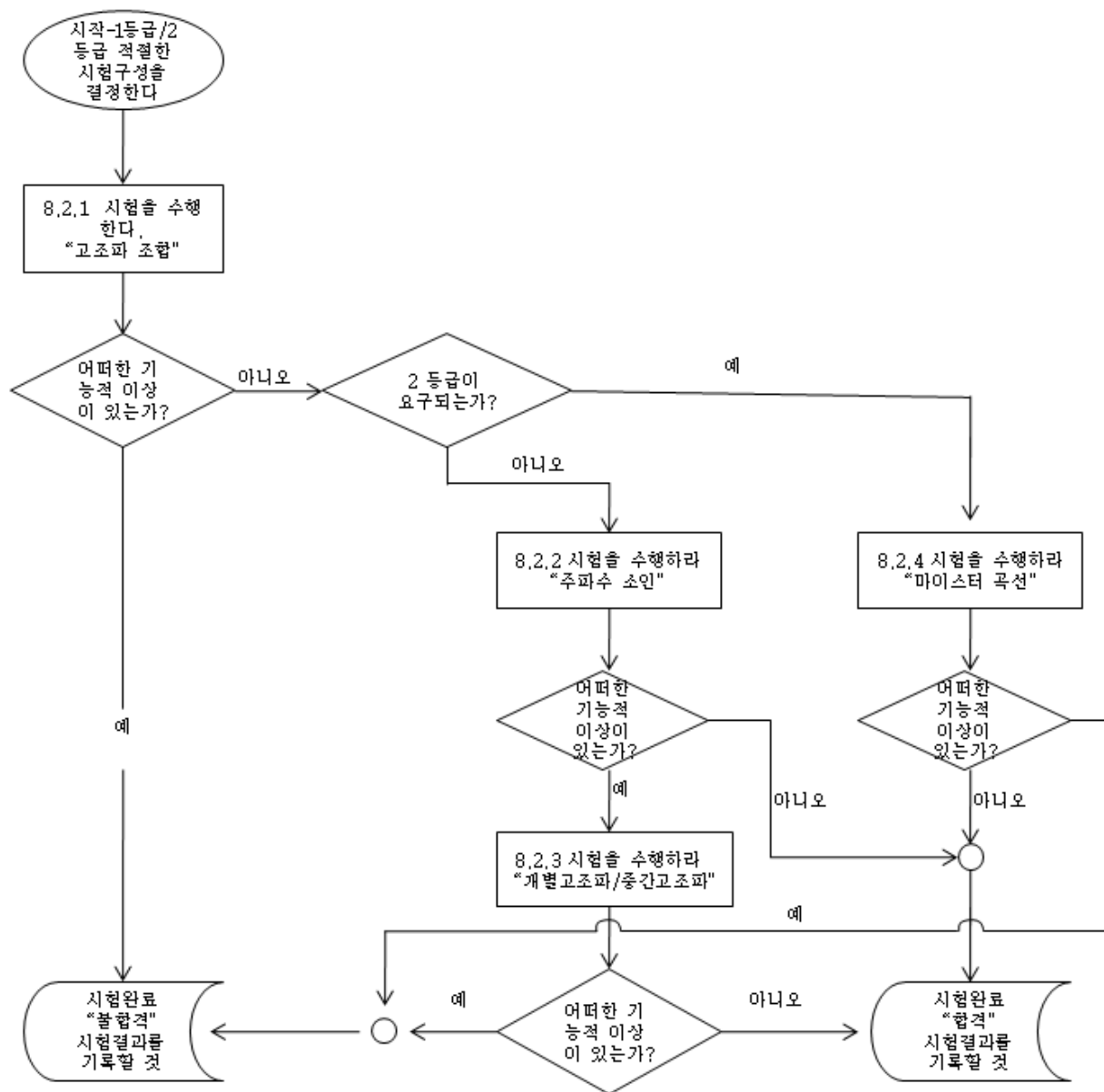


그림 1a - 1 등급 및 2 등급 시험 순차도

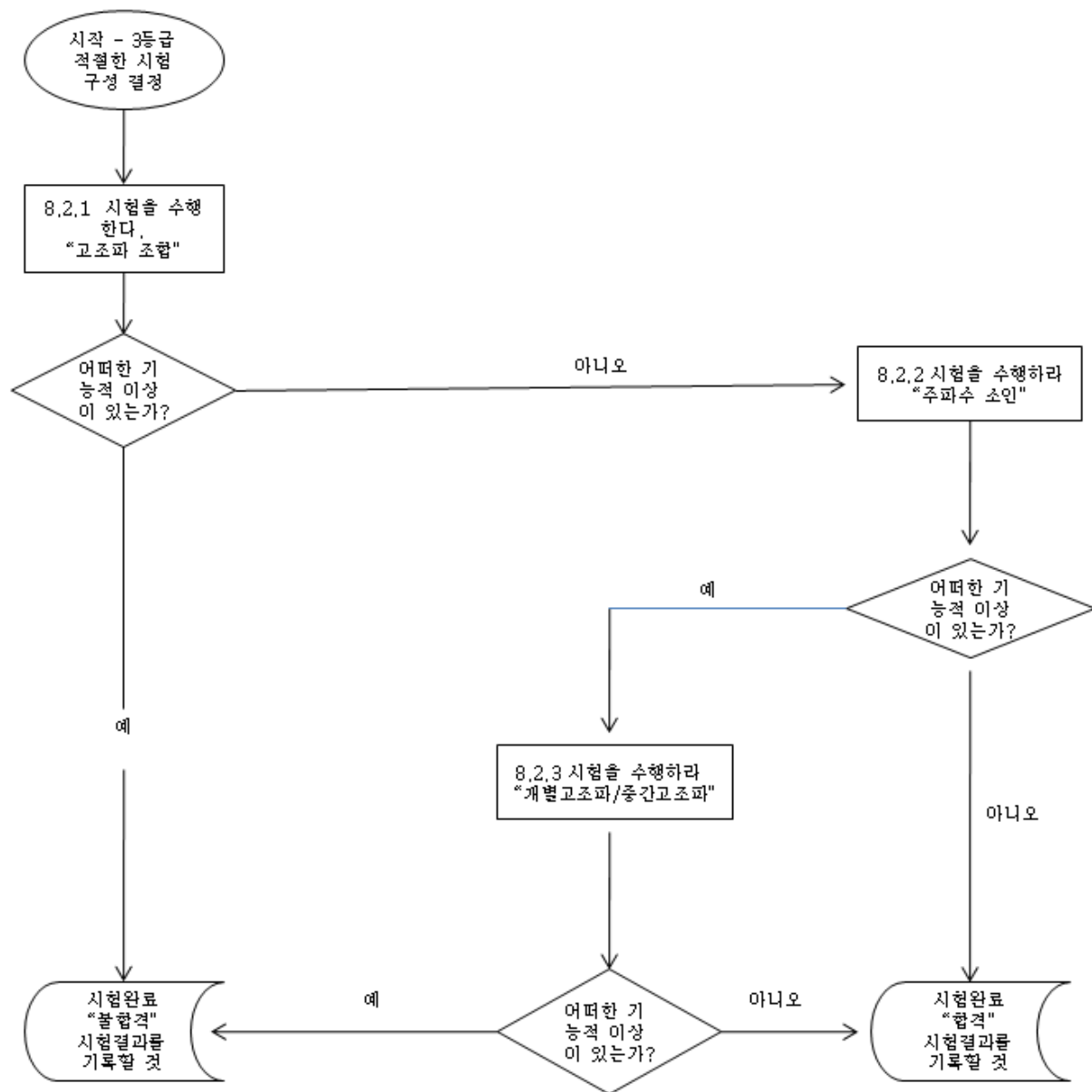


그림 1b - 3 등급 시험 순차도

그림 1 - 시험 순차도

8.2.1 평탄 곡선 및 과 진동 고조파의 조합 시험

시험하고자 하는 두 개의 고조파 조합 시험은 평탄 곡선과 과 진동 시험이다. 시험품은 표 7과 8에 따라 2분 동안 각각의 고조파 조합에 대하여 시험되어야 한다. 평탄 곡선과 과진동 시험에 대한 각각의 시간영역 파형은 그림 6, 7과 같다.

평탄 곡선 : 전압은 각각의 반파장이 3개 부분으로 구성된 시간 관련 함수에 따른다. 그림 6 참조.

- 1 부분은 영에서 시작하며 1 등급의 경우 첨두 값의 최대 95 %, 2등급인 경우 첨두 값의 90 %, 3 등급인 경우 80 %까지 순수한 사인 함수를 따른다.
- 2 부분은 일정한 전압을 유지한다.
- 3 부분은 부분 1과 같다(순수한 사인 함수를 따름).

결과 파형의 실효값은 이 시험의 적용 기간 동안 공칭전압을 유지하여야 한다. 이는 파형의 사인부 진폭이 표7에서 보듯 계수 K_Y 에 의해 증가함을 의미한다.

표 7 - 시간 관련 함수, “평탄 곡선”

함수(부분 1 및 3)	전압비율 K_Y	전압(부분 1 및 3)	함수(부분 2)	전압(부분 2)	등급
$0 \leq \sin(\omega t) \leq 0.95$	1.013 3	$u = U_1 \times \sqrt{2} \times \sin(\omega t)$	$0.95 \leq \sin(\omega t) \leq 1$	$u = \pm 0.95 \times U_1 \times \sqrt{2}$	1
$0 \leq \sin(\omega t) \leq 0.9$	1.037 9	$u = U_1 \times \sqrt{2} \times \sin(\omega t)$	$0.9 \leq \sin(\omega t) \leq 1$	$u = \pm 0.9 \times U_1 \times \sqrt{2}$	2
$0 \leq \sin(\omega t) \leq 0.8$	1.111 7	$u = U_1 \times \sqrt{2} \times \sin(\omega t)$	$0.8 \leq \sin(\omega t) \leq 1$	$u = \pm 0.8 \times U_1 \times \sqrt{2}$	3
$0 \leq \sin(\omega t) \leq X$	X	$u = U_1 \times \sqrt{2} \times \sin(\omega t)$	$X \leq \sin(\omega t) \leq 1$	$u = \pm X \times U_1 \times \sqrt{2}$	X
주1 1 등급, 2 등급, 3 등급은 부록 C에 정의되어 있다. 주2 X 등급의 시험 레벨은 개방되어 있다. 시험 레벨은 제품위원회에서 정의되어야 한다. 그러나 저전압 공공 전원 공급시스템에 의해 공급되는 기기의 경우, 시험 레벨은 2급 시험 레벨보다 낮으면 안된다. 주3 최대 편차 : $\Delta u = \pm (0.01 \times U_1 \times \sqrt{2} + 0.005 \times u)$.					

과진동 : 과진동은 위상의 상관관계가 있는 3차 고조파와 5차 고조파의 이산 값이 더해져서 발생한다.

표 8 - 고조파 조합, “과 진동”

h	3	5	등급
U_1 의 백분율 %	4 % / 180°	3 % / 0°	1
U_1 의 백분율 %	6 % / 180°	4 % / 0°	2
U_1 의 백분율 %	8 % / 180°	5 % / 0°	3
U_1 의 백분율 %	X / 180°	X / 0°	X
주1 1 등급, 2 등급, 3 등급은 부록 C에 정의되어 있다. 주2 X 등급의 시험 레벨은 개방되어 있다. 시험 레벨은 제품위원회에서 정의되어야 한다. 그러나 저전압 공공 전원 공급시스템에 의해 공급되는 기기의 경우, 시험 레벨은 2급 시험 레벨보다 낮으면 안된다.			

8.2.2 “주파수 소인” 시험 방법

주파수 소인 시험에 대한 기기 배치는 그림 2 및 3과 같다. 소인 주파수의 크기는 주파수 범위에 의존한다(표 9 및 그림 5 참조). 소인 율(아날로그) 또는 증가분 크기(디지털)는 (취해진 시간)/(디케이드)가 5분 이상이어야 한다. 주파수 소인은 모든 공진 주파수에서 뿐만 아니라 기능상에 이상이 검출되는 주파수에서 일정 시간 유지되어야 한다. 각 유지 지점에서, 시험 시간은 최소한 120초 이상이어야 한다.

주) 공진에 의해 또 다른 현상이 생길 수 있다. 더 자세한 정보는 부록 B에서 설명한다.

표 9 - 주파수 소인 시험 레벨

주파수 범위	주파수 증가분	1 등급	2 등급	3 등급	X 등급
f	Δf	시험레벨 % U_1	시험레벨 % U_1	시험레벨 % U_1	시험레벨 % U_1
$0.3 \times f_1 \sim 2 \times f_1$	$0.1 \times f_1$	2	3	4.5	개방
$2 \times f_1 \sim 10 \times f_1$	$0.2 \times f_1$	5	9	14	개방
$10 \times f_1 \sim 20 \times f_1$	$0.2 \times f_1$	4	4.5	9	개방
$20 \times f_1 \sim 30 \times f_1$	$0.5 \times f_1$	2	2	6	개방
$30 \times f_1 \sim 40 \times f_1$	$0.5 \times f_1$	2	2	4	개방

주1 1 등급, 2 등급, 3 등급은 부록 C에 정의되어 있다.
주2 X 등급의 시험 레벨은 개방되어 있다. 시험 레벨은 제품위원회에서 정의되어야 한다. 그러나 저전압 공공 전원 공급시스템에 의해 공급되는 기기의 경우, 시험 레벨은 2등급 시험레벨보다 낮으면 안된다.

8.2.3 규정된 시험 레벨 순서를 갖는 개별 고조파 및 중간 고조파

$2 \times f_1 \sim 40 \times f_1$ 의 주파수 범위에서, 표 1~3에 따른 크기를 갖는 하나의 정현파 전압이 기본파 전압 U_1 에 중첩되어야 한다. 각 주파수는 다음까지의 시간 간격을 1초로 하면서 5초 동안 적용하며(그림 4 참조) 결과 전압의 실효값은 전체 시험기간 동안 일정하게 유지되어야 한다.

중간 고조파 시험의 경우, 표 4a 및 4b에 나타난 주파수범위에서의 주파수 증가분 크기는 표 10에 나타내었다. 각 증가분 주파수는 5초 동안 적용하며 다음까지의 시간 간격은 1초로 하면서 결과 전압의 실효값은 전체 시험기간 동안 일정하게 유지되어야 한다.

표 10 - 중간 고조파 및 마이스터 곡선에 대한 주파수 증가분 크기

주파수 범위	주파수 증가분
f	Δf
$0.33 \times f_1 \sim 2 \times f_1$	$0.1 \times f_1$
$2 \times f_1 \sim 10 \times f_1$	$0.2 \times f_1$
$10 \times f_1 \sim 20 \times f_1$	$0.2 \times f_1$
$20 \times f_1 \sim 40 \times f_1$	$0.5 \times f_1$

8.2.4 마이스터 곡선의 적용

마이스터 곡선 시험은 2등급의 제품에 적용한다. 이 시험 동안, 소인(아날로그) 또는 스텝 비율(디지털)은 그림5에서 보듯 디케이드(Decade) 구간 당 5분 이상의 시간이 걸린다.

양쪽의 경우, 적용된 중간 고조파 레벨의 크기는 표 11에 주어진 값을 따라야 한다.

표 11 - 마이스터 곡선 시험 레벨

주파수 범위	주파수 증가분	1 등급	2 등급	3 등급	X 등급
f	Δf	시험레벨 % U_1	시험레벨 % U_1	시험레벨 % U_1	시험레벨 % U_1
$0.33 \times f_1 \sim 2 \times f_1$	$0.1 \times f_1$	시험하지 않음	3	4	개방
$2 \times f_1 \sim 10 \times f_1$	$0.2 \times f_1$	시험하지 않음	9	10	개방
$10 \times f_1 \sim 20 \times f_1$	$0.2 \times f_1$	시험하지 않음	$4\,500 / f$	$4\,500 / f$	개방
$20 \times f_1 \sim 40 \times f_1$	$0.5 \times f_1$	시험하지 않음	$4\,500 / f$	$4\,500 / f$	개방

8.2.5 다상 시험품에 대한 시험 적용

그림 3을 참조한다.

고조파 또는 중간 고조파 왜곡은 모든 라인-중성선에 동시에 인가되어야 하며 각 라인-중성선 전압의 고조파는 해당 파형의 기본파와 동일한 위상을 가져야 한다. 이것은 위상이 120° 이격되어야만 다중 파형은 저전압 회로망에서 가장 흔히 관찰되는 것과 같아진다는 것을 의미한다.

본 접근의 결론은 시험 발생기는 출력단에 중성선을 가져야 하며, 시험 발생기는 동일한 극성의 3의 배수 고조파를 전달하지 못하는 다상 출력 변압기를 가질 수 없다는 것이다.

중성선 연결이 없는 다상 장비의 경우에, 본 시험은 적용하지 않으며, 3의 배수 고조파를 갖는 시험이 요구되지 않는다.

9. 시험 결과의 평가

시험 결과는 제품 제조자나 시험 요청자가 규정한 또는 제조자 및 제품의 구매자가 합의한 성능 레벨과 비교하여 시험품의 기능 손실 또는 성능저하의 용어로 분류되어야 한다. 권고되는 분류는 다음과 같다:

- 제조자, 요청자 또는 구매자가 규정한 한계값 내에서 정상 성능
- 방해가 중단된 후 중단되는 일시적인 기능의 상실 또는 성능 저하, 그리고 시험품은 조작자의 간섭 없이 정상 성능을 회복한다.
- 일시적인 기능의 상실 또는 성능 저하, 조작자의 간섭이 필요한 수정

d) 하드웨어나 소프트웨어의 손상 또는 데이터의 상실로 인한 회복할 수 없는 기능 상실 또는 성능 저하

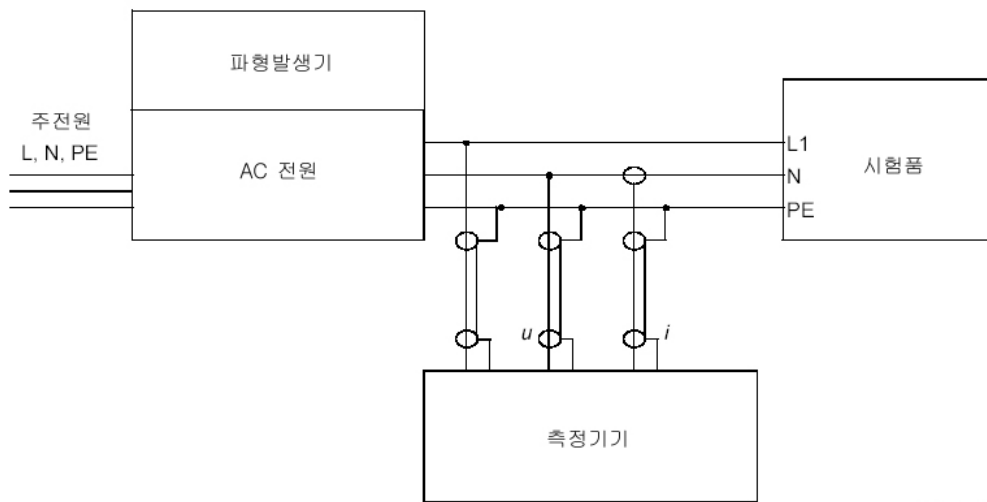
무시할 수 있다고 판단되어 허용할 수도 있는 시험품에서의 영향을 제조자의 사양에 정의할 수도 있다.

이와 같은 분류는 일반규격, 제품규격, 제품군 규격에 대하여 책임 있는 위원회에 의해 성능 판정을 공식화하는데 지침으로서 또는 예를 들어 일반규격, 제품규격, 제품군 규격이 존재하지 않는 경우 제조자와 구매자 사이에 성능 판정에 관한 합의를 위한 기초로서 사용될 수도 있다.

10. 시험 보고서

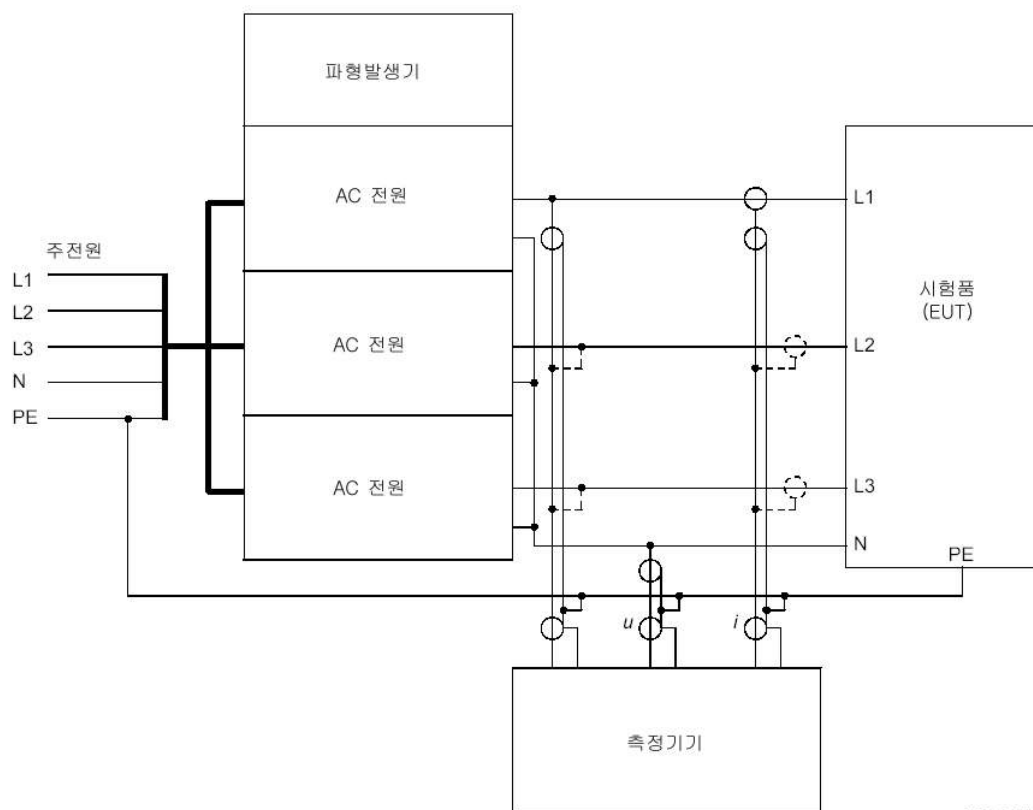
시험 보고서는 시험을 재현하기 위해 필요한 모든 정보를 포함해야 한다. 특히, 다음사항들이 기록되어야한다 ;

- 본 규격의 8절에서 요구되는 시험 계획에서 명시된 항목들;
- 시험품과 관련 장비들의 식별, 예를 들어 회사명, 제품명, 고유 번호;
- 시험 장비의 식별, 예를 들어 회사명, 장비명, 고유 번호
- 시험이 실시되었던 특별 환경 조건, 예를 들어 차폐실;
- 시험을 실시하는데 필요한 특정 조건;
- 제조자, 요청자, 또는 구매자가 규정한 성능 레벨;
- 일반규격, 제품규격, 제품군 규격에서 명시된 성능 판정;
- 시험 방해신호를 적용하는 동안 또는 적용 후에 그리고 이러한 영향이 지속되는 동안에 관찰된 시험품상에서의 영향;
- (일반규격, 제품규격 또는 제품군 규격에서 명시되거나 또는 제조자와 구매자 사이에 합의된 성능 기준에 기초한) 합격/불합격 결정을 위한 타당성;
- 적합성을 달성하기 위해 요구되는 예를 들어 케이블 길이 또는 종류, 차폐 또는 접지, 또는 시험품 동작조건과 같은 사용상의 특정 조건.



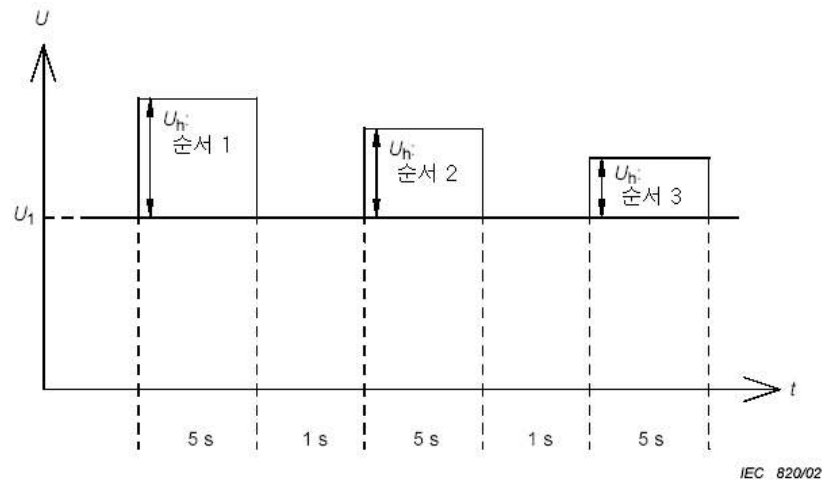
IEC 818/02

그림 2 - 단상용 시험배치의 예



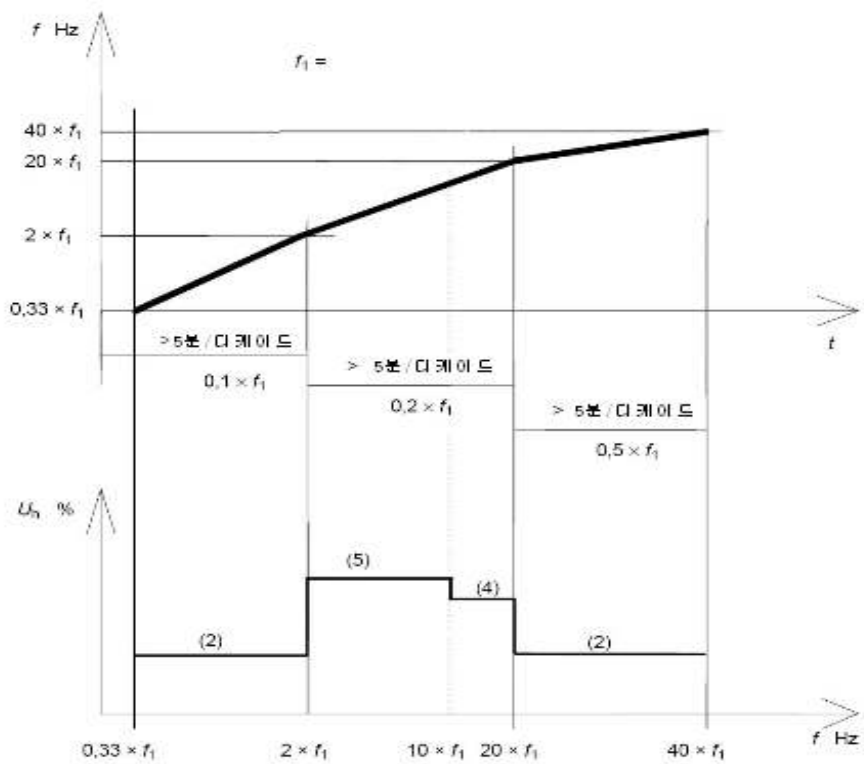
IEC 819/02

그림 3 - 삼상용 시험배치의 예



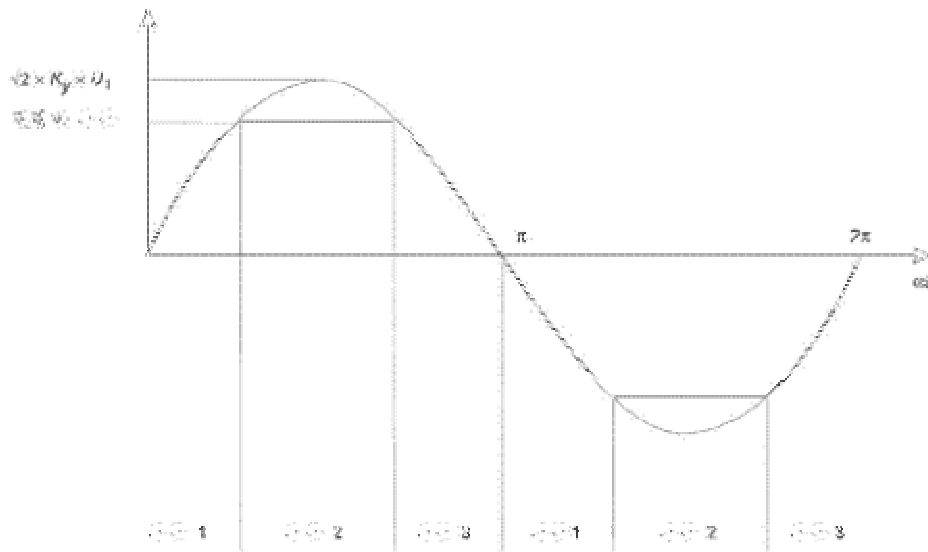
주 모든 고조파 시험 동안에 실효값 전압은 일정하게 유지해야 한다.

그림 4. 개별 고조파의 시험 순서



주 U_h = 중첩된 고조파의 백분율 값 %

그림 5. 주파수 소인 시험의 예
(표9의 1 등급 장비 예)



$U_1 = 230 \text{ V}$ 의 예

1등급: $K_1 = 1,013 \ 3$

첨두 전압: $U_1 \times K_1 \times \sqrt{2} = 329,6 \text{ V}$

2등급: $K_2 = 1,037 \ 9$

첨두 전압: $U_1 \times K_2 \times \sqrt{2} = 337,6 \text{ V}$

3등급: $K_3 = 1,111 \ 7$

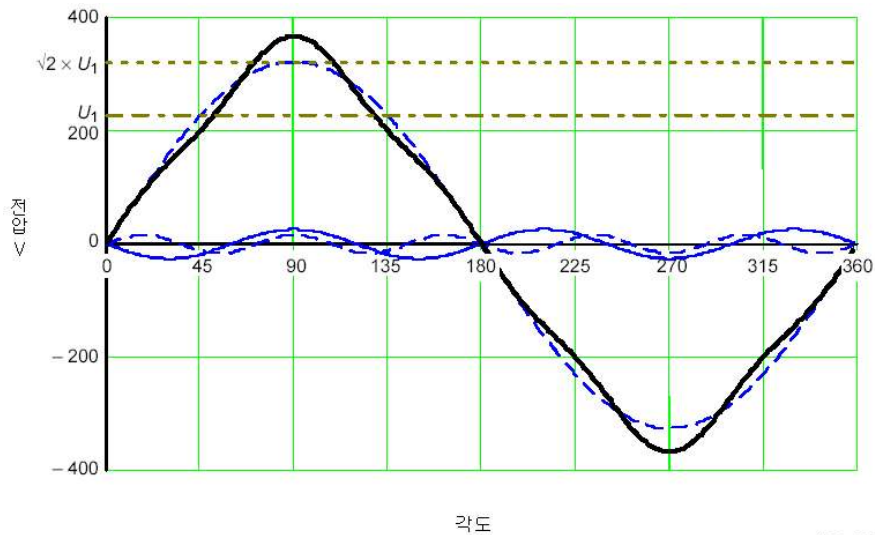
첨두 전압: $U_1 \times K_3 \times \sqrt{2} = 361,6 \text{ V}$

편평한 부분의 전압: $0,95 \times U_1 \times K_1 \times \sqrt{2} = 313,1 \text{ V}$

편평한 부분의 전압: $0,9 \times U_1 \times K_2 \times \sqrt{2} = 303,8 \text{ V}$

편평한 부분의 전압: $0,8 \times U_1 \times K_3 \times \sqrt{2} = 289,3 \text{ V}$

그림 6. 평탄 곡선 파형



IEC 823/02

3 등급에 대한 예

$U_{r.m.s.} = 230 \text{ V}$ (결과 전압)

$U_1 = 229 \text{ V}$ (기본파 전압)

$h = 3 : U_1$ 의 8 % / 180°

$h = 5 : U_1$ 의 5 % / 0°

그림 7. 파 진동 파형

부록 A (정보)

전압원과 시험품 사이의 임피던스 회로망

대부분의 시험 발생기는 시험 시 문제를 발생시키지 않는 아주 낮은, 영에 가까운, 임피던스를 가지고 있다. 그러나 만일 전원선과 시험품 사이에 고조파에 의해 여기될 수 있는 공진 가능성을 찾기 위해 임피던스 회로망이 사용되는 것이 제품위원회에 의해 결정된다면, KS C IEC 60725 임피던스 회로망이 추천된다.

회로망 전원선 임피던스와 시험품 내부의 캐패시터에 의해 형성된 LC 공진회로의 결과로서 고조파 전압원에 의해 야기된 현상이 나타날 수 있다. 이러한 공진현상은 시험품의 정상적인 동작에 영향을 줄 수 있다.

이러한 이유로 기본파 전압과 고조파원과 시험품 사이에 임피던스를 두는 것이 필요하다. 주된 방해 영향은 이것들이 이런 공진 회로를 여기 시켰을 때 높은 레벨의 저주파수 고조파를 쉽게 발생시킨다는 것이다.

KS C IEC 60725 임피던스 회로망(50 Hz에서 라인 $Z = 0.24 + j 0.15 \Omega$ 중성선 $Z = 0.16 + j 0.10 \Omega$)은 고조파에 의해 여기 되는 손상 가능성이 있는 공진현상을 검출하기 위하여 전압원과 시험품 사이에 삽입되어서 규정되었다.

60 Hz 회로망을 대표하는 임피던스는 다음과 같이 추천된다:

- 220 V의 경우 (라인 $Z = 0.33 + j 0.20 \Omega$ 중성선 $Z = 0.34 + j 0.17 \Omega$)

제품위원회는 시험품과의 상호작용에 상당한 관심이 있는 것으로 고려되는 다른 임피던스 값을 가지고 추가적인 시험을 할 수 있다.

부록 B (정보)

공진점

예를 들어 연속적인 고조파(Constant harmonic) 전압 진폭에서 고조파 또는 중간 고조파 전류가 주파수 f_{res} 에서 최대값에 도달한다면 그 전류는 주파수 범위 f_{res} 에서 $1.5 f_{res}$ 까지 3 dB 만큼 감소한다. 공진 주파수는 중요한 열 장애(thermal disturbances)를 일으킬 수 있다. 열 효과(Thermal effects)는 이 표준에서는 고려하진 않는다.

실제로, 공진은 특별히 높은 주파수에서 발생한다.

예:

변압기는 캐패시터에 의해 부하를 받는다. 캐패시터는 주파수가 증가함으로써 변압기 전류를 증가시킨다. 만일 변압기와 캐패시터의 누설 인덕턴스가 공진을 일으킨다면, 전류 진폭의 최대가 발생될 수 있다. 만일 주파수가 더 증가한다면, 변압기 전류는 감소한다.

고조파 및 중간 고조파 전류는 변압기에서 추가적인 손실을 야기시킬 수 있다. 이러한 작용은 시험품의 성능 저하를 가져올 수 있다. 이렇게 증가된 손실로 인한 가열 효과(heating effects)는 본 규격에서는 고려하지 않는다.

부록 C (정보)

전기자기적 환경 등급

전기자기적 환경에 대한 다음의 등급은 KS C IEC 61000-2-4에 요약되어 있다.

1등급 (Class 1)

본 등급은 보호된 전원 공급에 적용되며 공공 회로망보다 더 낮은 적합성 레벨을 갖는다. 이것은 전원공급에 있어서 방해에 매우 민감한 기기의 사용에 관계된다. 예를 들어, 과학기술 실험실 기기, 일부 자동화 및 보호기기, 일부 컴퓨터 등등

주1 1 등급 환경은 주로 무정전 전원장치(UPS) 또는 필터와 같은 기기에 의해 보호를 요하는 기기를 포함하고 있다.

주2 만일 높은 왜곡 레벨을 갖는 UPS가 사용된다면, 2 등급이 추천된다.

2 등급 (Class 2)

본 등급은 공통 결합점(소비자 시스템의 PCC) 및 일반적으로 산업 환경에서의 공통 결합점(IPC)에 적용된다. 본 등급의 적합성 레벨은 공공 회로망과 같다; 그러므로 공공 회로망에 적용될 부품들은 산업 환경의 본 등급에서 사용된다.

3 등급 (Class 3)

본 등급은 산업 환경의 공통 결합점(IPC)에만 적용한다. 이것은 일부 방해 현상에 대한 2 등급보다 더 높은 적합성 레벨을 갖는다. 예를 들면, 본 등급은 다음의 조건들 중 일치하는 경우가 있을 때 고려되어야 한다:

- 부하의 주된 부분이 변환기를 통하여 공급받을 경우;
- 용접 기계가 있을 경우;
- 대형 모터가 자주 시동될 경우;
- 매우 빠른 부하의 경우.

주1 버스-바(bus-bar)로부터 일반적으로 공급되는 아크로, 대형 변환기와 같이 방해가 부하가 높게 공급되는 것은 자주 3등급을 초과하는 방해 레벨을 갖는다(가혹한 환경). 그러한 특별한 환경에서, 적합성 레벨은 합의되어야 한다.

주2 새로운 공장 및 현존하는 공장을 확장하는 경우에 적용할 등급은 고려되는 장비의 종류 및 공정과 관련하여 결정하여야 한다.

참고문헌

KS C IEC 60068-1 : 환경시험 - 1장 : 일반사항 및 지침

KS C IEC 60725 : 환경시험 - 1장 : 일반사항 및 지침

KS C IEC 61000-2-4 : 전기자기적합성(EMC) - 2장 : 환경 - 4부 : 저주파 전도성 방해에 대한
산업용 공장에 대한 적합성 레벨