

[별표 1-9]

KN 61000-2-2

공공 저압 배전망에서의
저주파 내성 시험방법

목 차

| | |
|--|----|
| 1. 일반 사항 | 3 |
| 2. 참조 규격 | 3 |
| 3. 용어 정의 | 4 |
| 4. 적합성 레벨 | 7 |
| 부록 A (정보) 전자과적합성에서의 적합성 레벨과 계획레벨의 기능 | 15 |
| 부록 B (정보) 방해 현상 예에 대한 검토 | 20 |

1. 일반 사항

이 시험방법은 전원선 신호전송 시스템에 대해 0 kHz~9 kHz의 주파수대 및 148.5 kHz 주파수대까지 확장되는 주파수 범위 내에서의 전도성 방해에 관한 것이다. 이 시험방법은 단상 420 V 또는 삼상 690 V까지의 공칭 전압과 50 Hz 또는 60 Hz의 공칭 주파수를 가지는 공공 교류 저압 배전망에 대한 적합성 레벨을 제공한다.

다만, 이 적합성 레벨은 전자파 장애방지 기준 및 보호 기준에서 이 기준을 인용한 경우에만 한하여 적용한다.

이 시험방법에서 설명하는 적합성 레벨은 공통결합지점에 대해 적용한다. 상위 시스템으로부터 전원 공급을 수신하는 기기의 전력 입력 단자에서의 방해에 대한 엄격한 레벨은 거의 모든 부분에 대한 공통결합지점에서의 레벨과 같은 값으로 간주될 수 있다. 특별히 일정설비의 공급에 긴 선로가 소요되는 경우나 기기가 부품으로의 형태를 가지는 설비 내에서 생성 및 증폭되는 방해의 경우에는 이와 같지 않다.

적합성 레벨은 공공 저압 배전망에서 발생할 수 있는 종류의 전자파 방해로 설명되며, 이 지침을 위해

- 공공배전망을 통한 방해 방출에 대해 만들어진 허용기준(계획 레벨을 포함)
- 공공배전망에서 현재 장비가 전도 방해에 노출되는 경우에 대한 EMC기준전문위원회 및 다른 이들에 의해 만들어진 내성 허용기준

고려되는 방해 현상들

- 전압변동 및 플리커
- 50차까지의 고조파
- 50차까지의 상호고조파
- 높은 주파수(50차 이상)에서 전압 왜곡
- 전압 강하 및 순간 정전
- 전압 불평형
- 과도 과전압
- 전원 주파수 변동
- 직류 성분
- 전원선 신호전송

대부분의 이러한 현상은 KS C IEC 61000-2-1에 설명되어 있다. 이 기준이 아직 적합성 레벨을 규정하지 못하는 곳의 경우에 정보를 제공한다.

2. 참조 규격

다음의 참조규격은 이 시험방법의 적용에 반드시 필요하다. 출판연도가 표기된 참조규격은 인용된 판만을 적용한다. 출판연도가 표기되지 않은 참조규격은 개정 본을 포함하여 가장 최신판을 적용한다.

KN 61000-3-3 공공 저압 배전망에서의 전압 변동 및 플리커 시험방법(상당 정격전류 16A 이하의 기기)

KC C IEC 60664-1, 저전압기기의 절연협조-제1부 : 원칙, 요구사항 및 시험

KS C IEC 61000-2-1, 전기자기적합성(EMC)-제2부 : 환경-제1절 : 환경의 서술-저주파 전도 방해 및 공공 전력 공급 시스템 내의 시그널링에 대한 전자파 환경

KS C IEC 61000-4-7, 전기자기적합성(EMC)-제4부 : 시험 및 측정기술-제7절 : 전원계통 및 연결 기기의 고조파 측정 및 설치에 대한 일반지침

KS C IEC 61000-4-15, 전기자기적합성(EMC)-제4-15부 : 시험 및 측정방법-플리커미터-기능 및 설계 표준

3. 용어 정의

이 시험방법의 용어정의는 다음과 같다. 이 시험방법에서 규정하는 것 외의 용어는 전파법, 전파법 시행령, 전자파 장애방지 기준 및 전자파 보호 기준, 전자파적합성 관련 국제표준 및 국가표준에서 정하는 바에 따른다.

3.1 일반 정의

3.1.1 전자파 방해 (electromagnetic disturbance)

전자파환경에서 존재할 수 있는 전기기기를 오동작 시킬 수 있는 전자파현상

3.1.2 방해 레벨 (disturbance level)

특정한 방법으로 측정되고 평가되는 전자파방해의 세기

3.1.3 전자파적합성 (EMC)

전자파 환경 내 기기 및 시스템이 과도한 전자파 방해 없이 그 환경에서 정상적으로 동작하는 기기 및 시스템의 능력

주1) 전자파적합성은 모든 제품, 기기, 시스템이 제대로 동작하기 위해 방해 방출 레벨이 충분히 낮고 내성레벨이 충분히 높은 경우의 전자파 환경 조건이다.

주2) 제품, 기기 및 시스템의 내성레벨이 어느 장소에서든지 그 장소에서의 모든 발생원에서 방출된 출력의 합과 회로임피던스와 같은 다른 영향에 의해 생성되는 방해레벨에 의해 초과되지 않는 것처럼 방출과 내성레벨이 제어되는 경우에 전자파적합성은 얻어진다. 일반적으로 적 합성은 원래의 기능에서 벗어날 가능성이 충분히 낮은 것을 의미한다(KS C IEC 61000-2-1 의 4. 참조).

주3) 이러한 것을 요구하는 곳에서 적합성은 방해의 등급 또는 단일 방해를 언급하는 것으로 이해될 것이다.

주4) 전자파적합성은 또한 제품, 기기, 시스템이 각각 또는 전자파 현상으로부터 건디는 역 전자파 영향의 학문 범위를 나타내기 위해 사용하는 용어이다.

3.1.4 전자파적합성 레벨 (electromagnetic compatibility level)

정의된 환경에서 방사와 내성 허용기준 설정을 대등하게 하기 위한 특정 환경에서의 기준레벨로 사용되는 특정한 전자파 방해 레벨

주) 일반적으로 적합성 레벨은 실제 방해레벨이 초과할 가능성을 낮추기 위해서 선택한다.

3.1.5 계획 레벨 (planning level)

위의 허용기준을 배전망에 연결되는 기기에 적용할 수 있는 모든 허용기준과 동일하게 하기 위해 대형 부하 또는 설비로부터의 방사에서 허용기준 설정을 위한 기준 레벨로 선택되는 특정 환경에서의 특별한 방해 레벨

주) 계획레벨은 지역적으로 관련 지역에서 배전망의 계획 및 동작을 위한 책임에 의해서 채택한다(추가 정보는 부속서 A 참조).

3.1.6 공통 결합점 (point of common coupling : PCC)

공공배전망에서 다른 부하와 연결되어 있거나 연결될 수 있는 특정 부하에 전기적으로 가장 가까운 점

3.2 정의와 관련된 현상

고조파에 연관된 아래의 정의는 시스템 전압 또는 전류의 분석에서 이산 푸리에 변환 방법(DFT)에 의해 근거가 된다. 이것은 IEC 101-13-09에 정의된 것으로 푸리에 변환의 실제 적용이다(부록 B 참조).

주) 주기적 또는 비주기적인 시간함수의 푸리에 변환은 주파수 영역에서의 함수이고 시간함수의 주파수 스펙트럼 또는 간단한 스펙트럼으로 적용한다. 만약 시간함수가 주기적이면 스펙트럼은 불연속선(또는 성분)으로 만들어진다. 만약 시간함수가 주기적이지 않으면 스펙트럼은 모든 주파수에서 성분을 나타내는 연속함수이다.

고조파 또는 상호고조파와 관련된 다른 정의는 IEC와 다른 표준에서 주어진다. 이러한 정의 중 몇 가지는 이 기준에서 사용되지 않지만 부록 B에서 논의한다.

3.2.1 기본파 주파수 (fundamental frequency)

시간함수의 푸리에 변환을 통해서 얻어지는 스펙트럼에서의 주파수로 스펙트럼의 모든 주파수에서 적용한다. 이 기준에서 기본파 주파수는 전력 공급 주파수와 같다.

주1) 주기함수의 경우에 기본파 주파수는 일반적으로 기능 주파수와 같다(부록 B의 B.1 참조).

주2) 불명확하게 남는 위험성의 경우에 전력 공급 주파수는 극성과 시스템에 공급하는 동기식 발전기의 회전속도로 언급되어야 한다.

3.2.2 기본파 성분 (fundamental component)

기본파 주파수가 가지는 성분

3.2.3 고조파 주파수 (harmonic frequency)

기본파 주파수의 정수배 주파수. 기본파 주파수에 대한 고조파 주파수간의 비율은 고조파 차수이다(기호 “h”를 권장함).

3.2.4 고조파 성분 (harmonic component)

고조파 주파수를 가지는 신호성분. 이 성분의 크기는 일반적으로 실효값으로 표현한다. 간결하게 하기 위해 이러한 요소는 고조파로 간략하게 언급할 것이다.

3.2.5 상호고조파 주파수 (interharmonic frequency)

기본파 주파수의 정수배가 되지 않는 주파수

주1) 고조파 차수로부터의 연장으로 상호고조파 차수는 기본파 주파수에 대한 상호고조파 주파수간의 비율이다. 이 비율은 정수가 아니다(기호 “m”을 권장함).

주2) $m < 1$ 인 경우에는 저조파 주파수 용어가 사용될 수 있다.

3.2.6 상호고조파 성분 (interharmonic component)

상호고조파 주파수를 가지는 신호성분. 이 성분의 크기는 일반적으로 실효값으로 표현한다. 간략하게 표현하기 위해 이러한 성분은 “상호고조파”로 간단히 표현한다.

주) 이 기준과 KS C IEC 61000-4-7에서 언급된 것을 위해 시간 창은 10개의 기본 주기(50 Hz 시스템)의 너비 또는 12개의 기본주기 폭(60 Hz 시스템)을 가지는데 이것은 약 200 ms이다. 그 결과 두 개의 연속적인 상호고조파 성분 간의 주파수 차이는 약 5 Hz가 된다.

3.2.7 전체 고조파 왜곡 (total harmonic distortion : THD)

기본파 성분의 실효값에 대한 특정한 차수(기호 “H”를 권장)까지의 모든 고조파 성분합의 실효값 비율

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

여기에서

- Q : 전류 또는 전압
 Q₁ : 기본파 성분의 실효값
 h : 고조파 차수
 Q_h : 차수 h의 고조파 성분의 실효값
 H : 일반적으로 50 그러나 높은 차수에서 공진의 위험이 낮은 경우에는 25를 사용함.

주) THD는 오직 고조파의 합을 취한다. 상호고조파가 포함되는 경우에는 부록 B의 B.1.2.1을 참조한다.

3.2.8 전압 불평형 [voltage unbalance (imbalance)]

선간 전압(기본파 성분)의 실효값 또는 연속적인 선상 전압의 위상각도가 모두 동일하지 않는 다위상 시스템에서의 조건. 불일치 정도는 일반적으로 음의 비율과 양의 연속 성분에 대한 영점 연속성분의 비율로 나타낸다.

주1) 이 시험방법에서 전압 불평형은 3상 시스템 및 음위상 사이의 관계에서만 고려한다.

주2) 몇 개의 근사값은 일반적으로 발생하는 불평형 레벨의 경우에 어느 정도 정확한 결과를 나타낸다(음과 양의 연속 성분의 비).

$$\text{전압 불평형} = \sqrt{\frac{6 \times (V_{12}^2 + V_{23}^2 + V_{31}^2)}{(V_{12} + V_{23} + V_{31})^2} - 2}$$

여기에서 V₁₂, V₂₃, V₃₁은 세 개의 선간 전압이다.

4. 적합성 레벨

4.1 일반사항

다음의 세부조항은 각각의 원인에서 다양한 방해에 대한 적합성 레벨을 나타낸다. 그러나 전자파 환경은 일반적으로 동시에 나타나고, 몇몇 기기의 성능은 전자파 방해의 특정조합으로 저하된다. 부록 A를 참조한다.

4.2 전압 변동과 플리커

저압 배전망에서 전압변동은 변동하는 부하, 변압기 탭 전환기의 동작과 배전망의 다른 기능적 조정 또는 이것에 연결되는 기기에 의해서 발생한다.

일반적인 환경에서 빠른 전압변동의 값은 일반 공급전압의 3 %로 규제되고 있다. 그러나 3 %를 초과하는 단계 전압변동은 공공배전망에서 가끔 발생할 수 있다.

더욱이 예외적인 부하의 변화 또는 스위칭 동작에 따른 일반적인 구동 범위(예 : 명시된 공급전압의 ±10 %)를 벗어나는 전압 진폭은 초고압-고압 변환기에서 부하가 장착된 탭 전환기가 동작할 때까지 수십 초간 가능하다.

저압 배전망에서 전압변동은 플리커의 원인이 될 수 있다. 플리커의 가혹도는 KS C IEC 61000-4-15에 따라서 측정되고 KN 61000-3-3에 따라서 평가한다. 플리커의 가혹도는 단기 및 장기 영향 모두의 측면에서 계산한다.

P_{st} 로 표시되는 단기 가혹도 레벨은 10분 주기 동안에 결정된다. 그림 1은 다른 반복률에서 직각 모양의 전압변동으로부터 표준 전등에 대해 발생하는 허용 가능한 플리커의 한계곡선을 나타낸다. 이 곡선은 $P_{st} = 1$ 과 일치한다.

직각 모양이 아닌 전압 변동으로부터 발생하는 플리커의 가혹도는 플리커미터를 통한 측정 또는 KS C IEC 61000-3-3에 명시된 보정 계수의 적용으로 확인될 것이다.

P_{lt} 로 표시되는 장기 가혹도 레벨은 2시간 주기 동안에 계산한다. 이것은 12번의 연속적인 10분 주기 동안의 P_{st} 값으로부터 다음과 같이 유도한다.

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^{12} P_{sti}^3}$$

여기에서 $P_{sti}(i=1, 2, \dots, 12)$ 는 P_{st} 의 12번 연속된 값이다(KS C IEC 61000-4-15를 참조할 것).

적합성 레벨은 다음과 같다.

단기 : $P_{st} = 1$

장기 : $P_{lt} = 0.8$

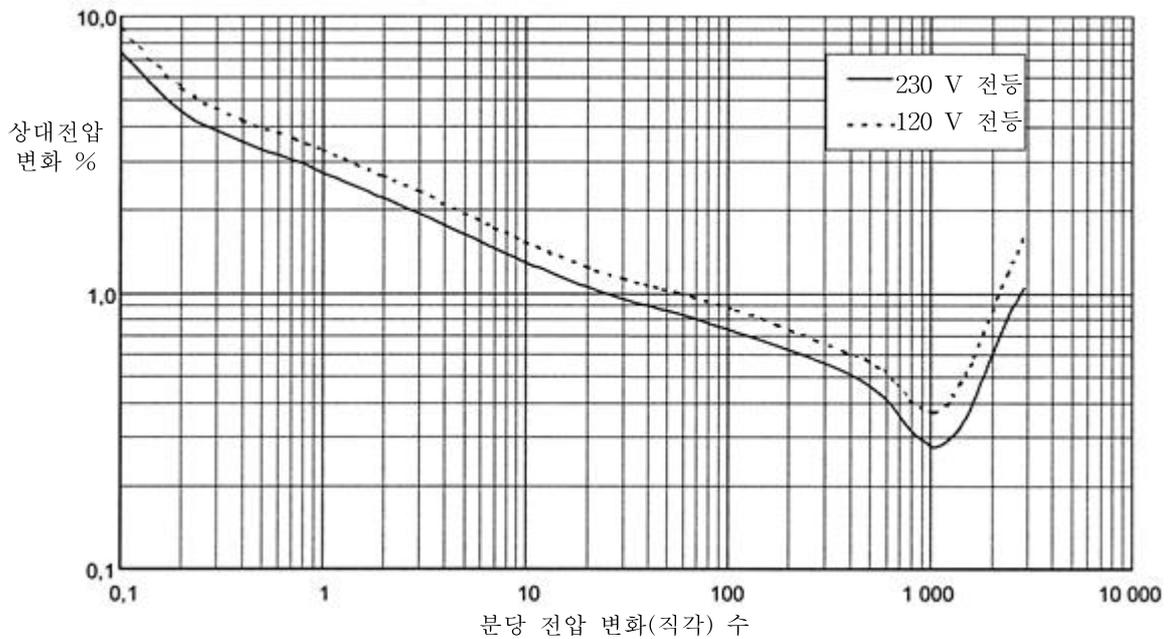


그림 1. 저압 배전망에서 직각 전압변동에 대한 등가 가혹도($P_{st} = 1$)의 플리커 곡선

4.3 고조파

고조파의 적합성 레벨을 정하는 데 두 가지 사항을 고려하여야 한다. 하나는 고조파 발생원의 숫자가 늘어나는 경우이고, 또 다른 하나는 제동 소자와 같은 순수 저항 부하(히팅 부하)의 비는 전체 부하와 관련되어 줄어드는 경우이다. 그래서 증가하는 고조파 레벨은 유효 허용기준 아래로 고조파 발생원이 있을 때까지 배전망에 존재할 것으로 예상된다.

이 기준에서의 적합성 레벨은 유사정지 또는 연속상태 고조파와 관련되어 해석되어야 하고, 장기 영향과 단기 영향 모두의 값에 기준레벨로 주어진다.

- 장기 영향은 케이블, 변압기 모터, 커패시터 등에서의 열효과와 주로 연관한다. 그것은 10분 또는 그 이상 동안 지속되는 고조파 레벨로부터 발생한다.
- 단기 영향은 3초 또는 그보다 짧은 시간 동안 지속되는 고조파레벨에 민감할 수 있는 전자제품에서의 방해 영향에 주로 연관한다. 과도현상은 포함되지 않는다.

장기 영향에서의 기준으로 전압에 대한 개개의 고조파 성분의 적합성 레벨은 표 1에 주어진다. 총 고조파 왜곡에 대한 적합성 레벨은 전체고조파 왜곡(THD)은 8 %이다.

표 1. 저압 배전망에서 개개의 고조파 전압에 대한 적합성 레벨
(기본파 성분의 실효값의 비율로서의 실효값)

| 홀수 고조파 3의 배수가 아님 | | 홀수 고조파 3의 배수 ^{주)} | | 짝수 고조파 | |
|---------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| 고조파 차수 h | 고조파 전압 % | 고조파 차수 h | 고조파 전압 % | 고조파 차수 h | 고조파 전압 % |
| 5 | 6 | 3 | 5 | 2 | 2 |
| 7 | 5 | 9 | 1.5 | 4 | 1 |
| 11 | 3.5 | 15 | 0.4 | 6 | 0.5 |
| 13 | 3 | 21 | 0.3 | 8 | 0.5 |
| 17 ≤ h ≤ 49 | 2.27 × (17/h) - 0.27 | 21 < h ≤ 45 | 0.2 | 10 ≤ h ≤ 50 | 0.25 × (10/h) + 0.25 |

주) 3의 배수인 홀수 고조파에 대해 주어진 레벨은 영 순차 고조파로 적용한다. 또한 중성선이 없거나 선로와 접지 간의 연결부하가 없는 3상 배전망에서 3차와 9차 고조파의 값은 시스템의 불평형에 따라서 적합성 레벨보다 많이 낮을 것이다.

단기 영향에서의 기준으로 전압에 각각의 고조파 성분의 적합성 레벨은 표 1에서 주어진 값으로 지 수 k를 곱하는데 여기서 k값은 다음과 같이 계산한다.

$$k = 1.3 + \frac{0.7}{45} \times (h - 5)$$

전체 고조파 왜곡(THD)에 대한 적합성레벨은 11 %이다.

주) 공급전압에서 그것이 고조파 레벨에 기여하는 것에 대해 정류 단계는 위에서 주어진 적합성 레벨에 수용된다. 그것의 다른 영향과 연관해서 아무리 다른 변환기의 정류에 의한 영향과 더 높은 차수의 고조파 성분과 관련되는 다른 장비에서의 영향을 포함한다고 해도 시간영역에 대한 기술이 요구된다. 관련 제품표준을 참조한다.

4.4 상호고조파

상호고조파와 관련된 전자파 방해에 대한 연구는 아직까지 진행 중이다. 추가적인 논의를 위해 부록 B를 참조한다.

이 기준에서의 적합성레벨은 기본파 주파수(50 Hz 또는 60 Hz)에 인접한 주파수에서 발생하고 공급 전압의 진폭변조의 결과로 나타나는 상호고조파 전압의 경우에 대해 주어진다.

특별하게 조명기구와 같이 이러한 조건에서 전압의 양에 민감한 특정 부하는 플리커의 결과로 발생하는 비트 영향을 나타낸다(4.2 참조). 비트 주파수는 두 개의 동시 발생 전압의 주파수 간 차이 즉 상호고조파와 기본파 주파수 간의 차가 된다.

위의 경우에 단일 상호고조파 전압에서 기본파 주파수의 진폭에 대해 상호고조파 진폭의 비율로 표현되는 적합성 레벨은 그림 2에 비트 주파수의 함수로 나타낸다. 4.2에 따라 120 V와 230 V로 구동되는 전등에 대한 P_{st} = 1의 플리커 레벨에 기초한다(측정은 종종 몇몇 상

호고조파의 존재를 보여 준다).

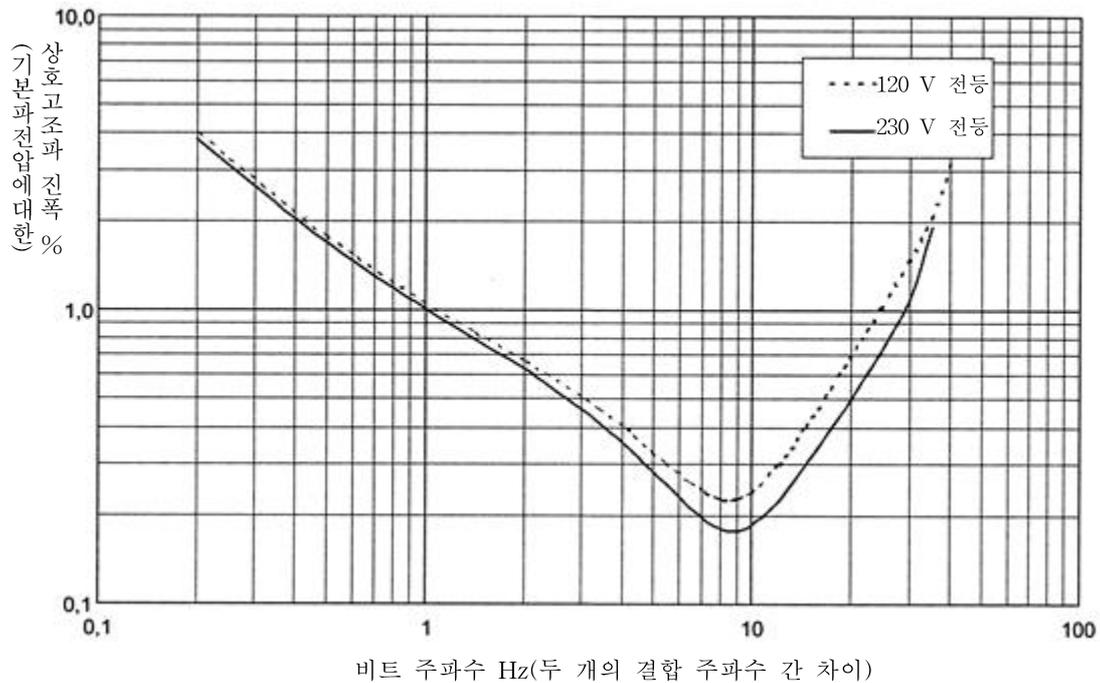


그림 2. 플리커와 관련된 상호고조파 전압에서의 적합성 레벨(비트 영향)

- 주1) 고조파 주파수(특히 3차 또는 5차)에 명확한 전압 레벨이 있을 때, 인근 주파수에서 상호고조파가 동시에 발생하는 유사한 상황이 존재할 수 있다. 이러한 경우에 영향은 그림 2의 고조파와 비트 주파수를 발생시키는 상호고조파 전압의 상대적 진폭 생성에 의해 주어지는 진폭에 따라서 평가되어야 한다. 이 결과는 매우 중요하다.
- 주2) 비트주파수 0.2 이하의 상호고조파 적합성레벨은 유사한 플리커 요구값에 의해 결정된다. 이것을 위해 플리커 가혹도는 주기적이고 정현파 형태의 전압변동에 대해 형태 계수를 사용하는 KS C IEC 61000-3-7의 부록 A에 따라서 계산되어야 한다. 형태 계수의 보존값은 $0.04 < m \leq 0.2$ 인 경우에 0.8이고 $m \leq 0.04$ 인 경우에 0.4이다.

4.5 전압강하와 일시적 전원공급 중단

이러한 현상에 대한 논의를 위해 KS C IEC 61000-2-8의 부록 A와 B를 참조한다.

4.6 전압 불평형

이 기준에서 전압 불평형은 예를 들어 10분 또는 그 이상의 장기 영향과 관련되는 것으로 고려한다. 이 기준에서 전압 불평형은 공공 저압 배전망에 연결되는 장비에서 발생할 수 있는 방해와 관련되는 요소인 음위상의 순차 성분과 연관된 것으로만 고려한다.

주) 중성점이 직접적으로 접지와 연결되는 시스템의 경우에 영-순차 불평형지수는 관련될 수 있다.

선간에 단상 부하에 의해 발생하는 전압 불평형은 부하 전력과 배전망 3상 단락 회로 전력과
과의 비와 실질적으로 같다.

불평형에서의 적합성 레벨은 양방향 성분에 대한 2 %의 음 방향 성분이다. 특별하게 실제
적으로 대형 단상 부하에 연결되는 곳에서는 3 %까지 값을 올린다.

4.7 과도 과전압

이러한 현상의 논의를 위해서 부록 B를 참조한다.

다른 발생원(주로 번개와 스위칭 서지)의 과도 과전압 간에 대해 진폭과 에너지의 측면에서
차이점을 고려해서 적합성 레벨은 기술하지 않는다. 절연등가를 위해 KS C IEC 60664-1을
참조한다.

4.8 순시 전원 주파수 변동

공공배전망에서 주파수는 공칭 주파수와 가능한 한 가깝게 유지한다. 그러나 주파수 변동이
발생할 수 있는 범위는 주로 동시에 상호 연결되는 시스템의 전체 크기에 따른다. 거의 대
부분 범위는 공칭주파수의 1 Hz 이내이다. 대규모 설비에서 동기 상호 연결이 수행되는 곳
에서는 일반적으로 변동이 훨씬 작다. 대형 시스템으로 동시에 연결되지 않는 격리된 시스
템은 다소의 큰 변동을 받을 수 있다.

공칭주파수로부터의 주파수 순시변동의 적합성 레벨은 ± 1 Hz이다.

공칭주파수로부터의 주파수 연속상태 편차는 훨씬 작다.

주) 몇몇 기기에서 주파수의 변화율은 중요한 사안이다.

4.9 직류 성분

이 시험방법에 포함되는 공공 저압 배전망의 전압은 중요한 레벨에서는 일반적으로 직류 성
분을 포함하지 않는다. 그러나 일정한 비대칭 제어 부하가 연결되는 경우에 직류성분은 발
생할 수 있다. 지자기 돌풍과 같이 제어할 수 없는 경우는 고려하지 않는다.

중요한 요점은 직류 전류의 레벨이다. 직류전압의 값은 직류 전류뿐 아니라 다른 요소에 의
해 결정되며, 특별하게 지점에서의 배전망 저항을 고려한다. 그래서 직류 전압에서 적합성
레벨은 정의되지 않는다. 부록 B를 참조한다.

4.10 전원선 신호전송

4.10.1 일반사항

공공 배전망은 소비자에게 전기에너지를 공급하는 것을 일차적 목적으로 하지만, 또한 부하 일정 부분의 제어와 같은 배전망 운영 목적으로 신호전송을 위해 사용한다. 이러한 배전망은 개인 사용자 간의 신호전송을 위해서는 사용하지 않는다.

기술적으로 전원선 신호전송은 상호고조파 전압의 발생원이며 4.4와 부록 B를 참조한다. 이런 경우에 신호전압은 공급시스템의 선택된 부분에 의도적으로 인가된다. 방출되는 신호의 전압과 주파수는 미리 결정되며 정해진 시간에 신호를 전송한다.

전원선 신호가 존재하는 배전망에 연결되는 장비에 대해 내성을 동등하게 하기 위해 이러한 신호의 전압레벨이 고려될 필요가 있다.

전원선 신호전송 시스템의 설계 시 다음 세 가지를 준수해야 한다.

- 인접 설비 간에 적합성을 보증해야 한다.
- 배전망에 연결되거나 배전망 상의 전원선 신호전송 시스템과 그 소자에 의한 장애가 없어야 한다.
- 기기 또는 배전망에 연결되는 기기의 방해로부터 전원선 신호전송 시스템을 보호해야 한다.

전원선 신호전송 시스템의 네 가지 종류는 KS C IEC 61000-2-1의 10.에서 언급한다(논의된 주파수 범위는 공칭되고 공통적인 실제상황에서의 문제가 된다).

4.10.2 리플 제어 시스템(110 Hz부터 3000 Hz)

리플 제어 신호는 펄스의 배열로 전송되고, 각각의 펄스는 0.1초에서 7초 범위의 지속시간을 가지며, 6초부터 180초의 전 배열 범위의 지속시간을 가진다. 일반적으로, 펄스 지속시간은 약 0.5초 정도이며, 배열 지속시간은 약 30초 정도이다.

이러한 시스템은 일반적으로 110 Hz에서 3000 Hz의 주파수 범위에서 구동한다. 인가되는 사인파 신호의 값은 공칭 공급 전압의 2 %에서 5 % 영역에 있으며, 지역적 상황을 따르지만, 공진은 9 %까지 상승 레벨의 원인이 될 수 있다. 좀더 최근에 설치된 시스템에서는 신호는 일반적으로 110 Hz에서 500 Hz의 범위를 사용한다.

일부 국가에서는 그림 3에 주어진 이른바 마이스터 곡선을 공식적으로 승인한다. 마이스터 곡선이 적용되지 않는 곳에서는 이러한 인가신호의 폭이 표 1에 주어진 흡수 고조파(3의 배수가 아님)의 레벨을 초과할 수 없다.

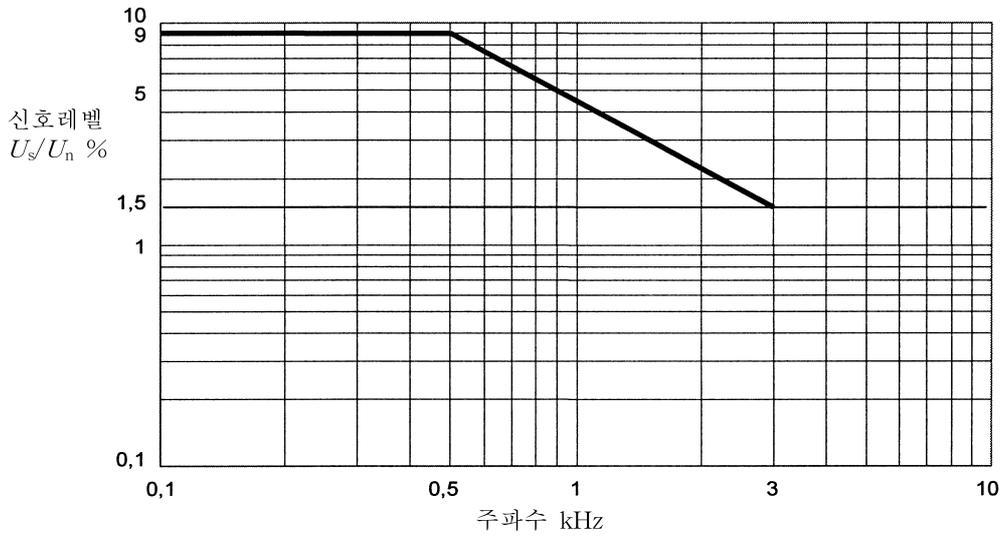


그림 3. 공공 배전망에서 리플 조절 시스템의 메이스터 곡선(100 ~3 000 Hz)

4.10.3 중간 주파수 전원선 반송파 시스템(3 ~20 kHz)

(검토 중)

4.10.4 무선 주파수 전원선 반송파 시스템 (20 ~148.5 kHz)

(검토 중)

4.10.5 주전원-마크 시스템

다양한 시스템의 다른 특성 때문에, 일반적인 안내 자료가 주어질 수 없다. 이런 시스템의 제조자는 시스템 간의 적합성을 스스로 보증해야 한다.

부록 A

(정보)

전자과적합성에서의 적합성 레벨과 계획레벨의 기능

A.1 적합성 레벨의 필요성

전자과적합성(EMC)은 장비가 동작하는 전자과 환경에서 존재하는 방해현상으로 인한 전자, 전기기기에서 발생할 수 있는 성능저하에 관련한다. 적합성 평가를 위해 두 가지 기본적 요구사항이 필요하다.

- 전자과 환경에서 방해과 방출은 환경 내에서 구동하는 기기의 성능을 수용할 수 없는 정도로 저하시키는 원인되는 레벨 이하로 유지되어야 한다.
- 전자과 환경에서 운용되는 모든 기기는 환경 내에서 존재하는 레벨에서 모든 방해로부터 충분한 내성을 가져야 한다.

방출과 내성의 허용기준은 각각 독립적으로 제정될 수 없다. 분명하게 좀 더 효과적으로 방출량이 제어 될수록, 장비가 갖추어야 하는 내성요구는 더욱 낮아진다. 유사하게 만약 기기가 높은 내성 값을 가지고 있다면 방해과의 방사에서 엄격한 허용기준의 필요성이 줄어들 것이다.

설명된 방해 현상은 공공 교류 전원 공급 시스템의 저압 배전망에서 전도되는 것이다. 사실상 발전소에서 사용기기로 이동되는 전기 에너지가 통과하는 경로가 되기 위한 전원 공급시스템은 또한 불가피하게 발전소로부터 전기기기에까지 영향을 주는 전자과 방해의 경로를 만든다.

각각의 현상에 대해서 적합성 레벨을 설정하는 것에 대해 세 가지 고려할 사항이 발생한다.

- 적합성 레벨은 그것이 초과되는 작은 확률(5 % 이내)이 허용되는 환경에서 예상될 수 있는 방해 레벨이다. 몇몇 방해 현상에 대해 엄격한 방해 레벨이 발생하며 그래서 장기 전망을 요구한다.
- 방해레벨은 방출에 대해 적용되는 실제적인 허용기준에 의해서 유지될 수 있다.
- 방해레벨은 관련 환경에서 장비동작에 있어야 하는 내성으로부터 적절한 마진을 가진다.

A.2 적합성 레벨과 내성레벨 간의 관계

각각의 방해 현상에서 적합성 레벨은 관련 환경에서 존재할 수 있는 엄격한 레벨로 인지되어야 한다. 모든 기기는 방해레벨에서 최소한의 내성을 가지는 환경에서 동작하는 것을 목적으로 한다. 일반적으로 마진은 기기와 관련되어서 발생하는 적합성과 내성레벨 간의 차이로 나타낼 것이다.

더욱이 적합성 레벨은 각각의 방해 현상과 각개 주파수에 대한 고조파 및 상호고조파의 경우에 대해 설정한다. 이것은 인식되어야 하지만 몇 가지 방해현상의 경우에 환경과 같이 공존하는 것은 일반적이며 또한 각각의 방해레벨이 적합성 레벨보다 낮음에도 불구하고 특별한 방해의 조합에 의해 몇몇 기기의 성능이 저하될 수 있다.

예를 들면 고조파와 상호고조파의 경우에 주파수, 크기, 위상의 일정한 조합은 실질적으로 전압 침투값 및 영교차점의 크기를 바꿀 수 있다. 더욱이 이러한 복잡한 사항은 다른 방해파의 존재에 의해서 추가될 수 있다.

이러한 변화의 수가 무한하기 때문에 방해의 조합에 대한 적합성 레벨을 결정하는 것은 불가능하다.

그래서 만약 적합성 레벨 내에서 특정 제품의 성능을 저하시킬 수 있는 방해의 조합이 존재하는 경우에 이러한 조합은 제품의 내성요구값가 그에 맞게 고려될 수 있도록 제품에 따라 확인하는 것이 필요하다.

A.3 적합성 레벨과 방출 허용기준 간의 관계

몇몇 방해받는 경우는 특별하게 번개와 같은 대기 중의 현상 또는 잘 설계된 공급시스템의 전기적 오류 또는 부하 및 특정 소자의 스위칭에 대한 일반적이고 불가피한 응답에 의해서 발생되며 이것은 기록되어야 한다. 이러한 범주에서의 주요한 방해는 과도 과전압, 전압강하와 순간정전 등이 있다. 이러한 방출원은 대부분 제어할 수 없기 때문에 방출 허용기준에는 이러한 현상이 고려되지 않는다. 이러한 경우에 적합성 레벨은 실제 상황에서 발생할 수 있는 가혹한 레벨을 반영하는 것을 목적으로 한다.

공급시스템의 일부분을 형성하는 기기에서 공공 전기 공급이 사용되거나 또는 연장되는 것에 의해 많은 방해는 기기 내에서 그 발생원을 가진다. 방해는 규칙적이거나 일정한 공급전압의 형태가 아닌 갑작스런 변동을 가지거나 전압 파형의 완전한 형태를 가지지 못하는 오류를 가지는 전류가 기기에 입력될 때에 발생한다. 이러한 불규칙적인 전류는 배전망의 임피던스를 통해 흐르며 전압에서의 불규칙성에 기인해서 발생한다.

비록 몇몇 배전망 임피던스의 감소가 종종 특정한 방해 발생원의 영향을 감소시키기 위해 고려되고 있지만 일반적인 경우에 이것은 고정되고, 대부분의 전압규정과 다른 고려사항에 근거로 방해 완 화와는 관련시키지 않는다.

전압 불규칙성은 그것이 성능을 저하시킬 수 있는 다른 기기로 차례로 전도된다. 전압 불규칙성이 다른 기기에 미치는 엄격한 레벨은 방출 발생원을 형성하는 기기의 종류와 주어진 시간에서 이러한 발생원이 구동되는 횟수와 위치 및 특정 위치에서 특별한 방해 레벨을 생성하기 위해 결합되는 다양한 발생원에 의해 좌우된다. 이러한 레벨은 적합성 레벨을 초과해서는 할 수 없다.

그래서 방출 허용기준은 내성레벨보다 적합성 레벨에 좀더 복잡하게 관련한다. 방출 발생원

이 매우 다양할 뿐 아니라 특별히 저주파 방해의 경우에 적용되는 허용기준의 몇몇 방사원은 적합성 레벨에 의해 나타나는 환경 방해 레벨을 생성하기 위해 결합하는 많은 방해 발생원 중 하나이다. 더욱이 많은 방출 허용기준은 적합성 레벨이 대부분 방해의 종류에서 전압의 용어로 정의됨에도 불구하고 전류 용어로 나타낸다. 이로 인해서 배전망 임피던스의 고려가 필요하다.

그렇지만 방출 허용기준을 설정하는 것의 목적은 전자과적합성에서 수용되는 낮은 확률과는 별개로 실제 방해 레벨이 적합성 레벨을 초과하지 않는 것을 확인하는 것이다.

이것은 어떤 특정한 종류의 기기에 대한 방출 허용기준이 독립적으로 정의될 수는 없지만 각각의 방해 현상에서 같은 방해의 모든 다른 방출원에 대해 허용기준이 동일해야 한다는 것을 의미한다. 동일함은 모든 발생원에 각각의 허용기준을 적용하고 관련 환경에서 예상할 수 있는 정도로 합쳐져 구동할 때 결과 방해 레벨이 적합성 레벨보다 낮게 나와야 하는 것이다.

방출 발생원은 매우 다양하지만 그것은 크게 두 개의 카테고리로 나누어 보는 것은 유용하다.

- **대형 기기와 설비** : 초기에 고조파 및 전압변동과 같은 저주파 방출의 중요한 발생원이 대형기기 및 설비이었다. 그것들과 관련된 주요한 사항은 항상 전기 공급자의 주의가 필요하며, 그래서 운용자 또는 방해 발생 기기의 소유자가 동반해서 허용되는 허용기준 내의 방사를 유지하기 위한 운용지침을 고안하기 위한 기회를 가지며 이러한 허용기준 내의 방사를 확인할 수 있는 공급방법은 배전망에 연결된 다른 기기를 방해하지는 않을 것이다. 이 방법은 연관된 장소에 특별하다.
- **소형 기기** : 증가하는 범위의 비교적 저전력으로 국내에서 광범위하게 사용되며, 상업적이고 작은 크기의 기기는 저주파 방해에서 높은 레벨의 발생원이 된다. 이러한 기기는 시장에서 구매할 수 있고 일반적으로 설치되며, 전기 공급자의 참고 없이 구동한다. 기기 단품에서의 방사는 매우 낮지만, 연결된 전체에서는 매우 크고, 시스템 요구값의 50 %로 설명될 것이다. 더욱이 이러한 기기에서의 다량의 방사는 정격전력과 크게 연관한다. 그래서 이러한 기기 종류는 저주파 방해의 중요 하면서도 증가하고 있는 발생원이 된다. 이러한 방출을 제어하는 가능한 유일한 방법은 기기가 적절한 방사 허용기준에 따라 설계 및 제조되는지를 확인하는 것이다.

그래서 전자과 환경에서 최대 예상 방해 레벨의 실제 표시로 적합성 레벨을 유지하기 위해, 이러한 전원 공급자의 주의를 필요로 하는 거대한 설비와 사용자의 판단을 통해서 설치하는 작은 기기를 포함하는 넓은 제품 범위에 대해 채택할 수 있는 방사 허용기준의 분명한 방법을 동일화하는 것이 필요하다.

주) 전원 공급자에 의해 특별히 고려되는 설비는 다량의 저전력 전문기기를 포함할 것이다. 이러한 경우에 허용기준은 각각의 부품에 부과되는 허용기준을 배제하고 전체적으로 관련된 설비를 고려한다.

A.4 계획 레벨

대용량 부하와 설비에 대해 전원공급 시스템을 위한 이러한 요구사항은 특별한 역할을 가지고 있다. 이러한 설비에 대해 적절한 방출 허용기준을 결정하는 것에 대해 3.1.5에 설명된 계획 레벨의 개념을 사용한다.

계획 레벨은 일차적으로 고압과 특고압 배전망에 관련되어 있다. 그러나 저주파 전도 방해는 저압과 고압 배전망 사이의 경로를 거친다. 방출 허용기준의 동일화는 모든 전압레벨을 참조해야 한다.

계획 레벨의 사용은 KS C IEC 61000-3-6과 KS C IEC 61000-3-7에 설명되어 있다. 중요한 요점은 다음과 같다.

- 계획 레벨은 특정지역에서 전력 공급시스템의 계획 및 구동에 대해 책임을 가지는 단체에 의해 고안된 값으로, 이것은 그 지역의 시스템에 연결되는 대형 부하 및 설비에서 방출 허용기준을 설정하기 위해 사용한다. 이것은 가능한 한 공정한 방출 허용기준의 적용에 기여하는 것을 돕기 위한 것으로 사용한다.
- 계획 레벨은 적합성 레벨보다 더 높을 수 없다. 일반적으로 계획 레벨은 연관되는 방해 현상, 전원 공급망(충분하게 설계되고 유지되어 공급하는)의 구조와 전기적인 특성, 방해 배경 레벨, 공진 가능성, 부하형상과 같은 요소에 따르는 마진에 의해 낮은 값을 가진다. 따라서 이것은 지역적으로 특수성을 가진다.
- 계획레벨이 주로 대형 기기와 설비에 관련되지만 근거는 또한 여러 다른 방해 발생원, 특히 저압에서 연결되는 수많은 저전력기기에 의한 것으로 간주되어야 한다. 대형 설비로부터 방출을 조절하는 데 유용한 마진은 저전력기기에 적용하는 허용기준이 얼마나 효과적인지에 따른다. 이러한 사항에 대해 어려운 점은 저전력기기로부터 허용기준으로 엄격한 접근이 요구됨을 표시하는 것이다. 최선의 목적은 방해의 예상 레벨이 적합성 레벨을 초과하지 않는 것을 확인하는 것이다.

A.5 적합성, 방사, 내성 및 계획레벨의 도해

다양한 전자파 관련 레벨과 허용기준은 그림 A.1에 나타난다. 수치적으로 정확하지 않지만 이것은 이러한 값들 간의 관계를 설명한다. 그림은 단지 개략적인 중요성을 나타내는 것을 의도한다. 특별하게 두 곡선에 관계되는 지점에서 겹치는 것이 발생할 수 있다는 것을 보여주지만, 겹치는 정도의 정확한 표시로써는 설명될 수 없다.

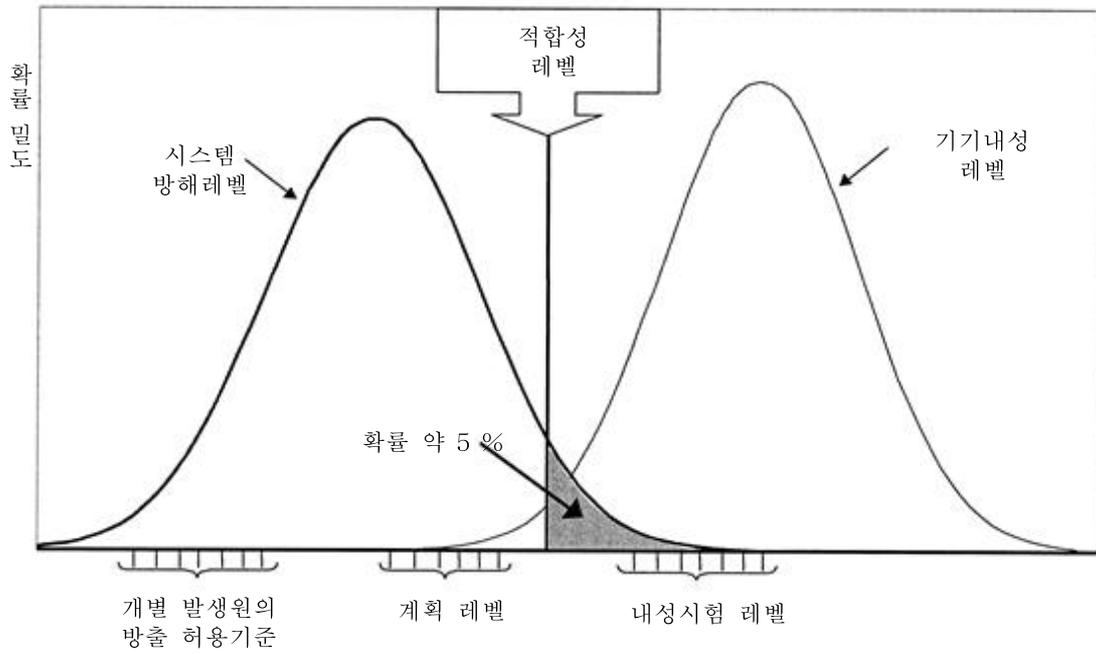


그림 A.1. 적합성, 내성, 계획 및 방출 레벨 간의 관계

부록 B

(정보)

방해 현상 예에 대한 검토

B.1 비정현 전압과 전류의 분석

원래 의도된 정현파 파형에서의 공급전압 왜곡은 하나 또는 그 이상의 불요 주파수를 가지는 정현파 전압이 목표전압에서 중첩된 것과 같다. 다음 사항은 전압과 전류 모두에서 유효하고, 그래서 양의 개념을 사용한다.

푸리에 급수 분석(IEV 101-13-08)은 주파수의 급수에서 순수 정현파 성분으로부터 분석되는 주기적인 양을 제외한 비정현파와 추가적인 직류, 교류 성분을 가능하게 한다. 급수에서 가장 낮은 주파수는 기본파 주파수(f_1)로 불린다(IEV 101-14-49). 급수에서의 다른 주파수는 기본파 주파수의 정수배이고 고조파 주파수라 불린다. 주기적인 양과 일치하는 성분은 각각 기본파 성분과 고조파 성분으로 나타낸다.

푸리에 변환(IEV 101-13-09)은 주기적이거나 비주기적인 함수로 적용될 것이다. 변환의 결과는 주파수영역의 스펙트럼이 될 것이며, 비주기인 경우에 시간 함수는 연속이고 기본파 성분을 가지지 않을 것이다. 주기 함수 적용의 특별한 경우는 주파수 영역에서 선형 스펙트럼을 나타내며, 스펙트럼의 선은 대응하는 푸리에 급수의 기본파 및 고조파가 된다.

이산 푸리에 변환(DFT)은 푸리에 변환의 실제적인 적용이다. 실제로 신호는 능동신호의 표본에 대한 제한된 수(M)로 사용하는 시간(기간 T_W 의 영역)의 제한된 주기로 분석한다. 이산 푸리에 변환의 결과는 T_W 와 M 과 같은 매개변수의 선택에 따른다. T_W 의 역수는 이산 푸리에 변환의 기본 주파수 f_b 가 된다.

이산 푸리에 변환은 범위내의 능동신호에 적용한다. 영역 외부의 신호는 처리되지 않지만 영역 내 신호의 동일한 반복이 되는 것으로 간주한다. 그래서 능동신호는 주기적이고 시간 영역의 주기를 가지는 실제신호에 의해 근사화한다.

고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)은 짧은 계산시간을 이용하는 특별한 알고리즘이다. 이것은 2의 정수배($M = 2^i$)가 되는 샘플의 수(M)를 요구한다(다시 말해 이것은 기본파의 2배로 고정된 정수배 전력이 되는 샘플링 주파수를 요구한다). 그러나 근래의 디지털 신호 처리기는 이산 푸리에 변환에서의 잉여 복잡성이 고속 푸리에 변환(FFT)을 고정하는 주파수에 비해 좀 더 경제적이고 유연성이 있게 될 수 있는 기능을 가지고 있다.

순서대로 주기적인 것으로 고려되는 함수에 적용되는 이산 푸리에 변환의 결과는 푸리에 급수 분석 결과와 같고, 기본파 주파수 f_1 는 기본 주파수의 정수배로 만들어진다(이것은 기본 주파수의 정확한 정수배가 되는 샘플링 주파수 [$f_s = M \times f_b$]를 요구한다). 동기식 샘플링은 필수적이다. 동기화의 손실은 부가적 표시선을 만들고 실제 진폭 표시선을 변화시켜 스펙트

럼 결과를 바꿀 수 있다.

따라서 KS C IEC 61000-4-7에 정의된 측정기술과 3.2.1에서 기본주파수의 정의는 모든 전기기술과 전력 전자 항목에 대한 적용에 부합된다. 다른 경우들은 추가적인 논의가 필요하다.

실례로 정현파 50 Hz 공급전압에서 175 Hz 대역 정현파 리플 제어신호의 중첩은 고려될 것이다.

이것은 40 ms의 주기와 25 Hz 주파수를 가지는 주기적인 전압에서 발생한다. 이러한 전압의 표준 푸리에 급수 분석은 25 Hz의 기본성분의 영점 진폭과 두 가지 성분의 비영점 진폭, 2차 고조파(50 Hz)의 공급전압과 같은 진폭, 7차 고조파(175 Hz)의 리플 제어 신호와 같은 진폭을 발생한다. 3.2에서의 정의는 이것에 접근하고자 할 때 발생할 수 있는 혼동을 피하게 하고, 50 Hz에서의 기본주파수와 3차, 5차 상호고조파에서 보이는 이산 푸리에 변환의 공통 실행으로 선형의 결과를 산출한다(KS C IEC 61000-4-7에 정의됨).

주1) 전력공급시스템의 전압을 분석할 때, 기본과 주파수에서의 성분은 최대 진폭의 성분이다. 이것은 반드시 시간 함수에 이산 푸리에 변환을 적용할 때에 얻어지는 스펙트럼에서 첫번째 표시선은 아니다.

주2) 전류를 분석할 때, 기본과 주파수에서의 성분은 반드시 최대 진폭의 성분이 아니다.

B.1.1 시변 현상

전형적인 전기 공급시스템의 전압과 전류는 끊임없는 스위칭과 선형 및 비선형 부하 모두의 변동으로부터 영향을 받는다. 그러나 분석을 위해서 그들을 전력공급전압 주기의 정수배인 측정영역(약 200 ms) 내에서 고정된 것으로 간주한다. 고조파 분석기는 기술적으로(KS C IEC 61000-4-7을 참조) 공급할 수 있는 최고의 절충값을 주기 위해 설계한다.

B.1.2 추가 용어 정의

다음의 용어는 3.2에 주어진 내용을 보충하는 것으로 실질적으로 사용될 것이다.

B.1.2.1 총 왜곡량(total distortion content)

기본과 성분이 교류량으로부터 공제될 때의 남은 양, 모든 것은 시간 함수로 취급한다.

$$TDC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

여기에서

Q : 전압 또는 전류로 나타내는 전체 실효값

Q₁ : 기본과 성분의 실효값

총 왜곡량은 고조파 및 상호고조파의 성분을 모두 포함한다. IEC 101-14-54와 IEC 551-20-11 을 참조한다.

B.1.2.2 총 왜곡비(total distortion ratio : TDR)

교류량의 기본파 성분의 실효값에 대한 전체 왜곡 내용의 실효값 비율
[IEV 551-20-14 개정됨]

기호는 부록 B의 B.1.2.1과 동일하다.

B.2 50차 고조파 이상 주파수에서의 상호고조파와 전압 성분

B.2.1 불요 전압과 전류의 발생원

공공 교류전압 분배시스템은 50 Hz 또는 60 Hz의 전원주파수로 전압을 전송하고자 한다. 다른 주파수의 전압이 존재하는 상황을 가능한 한 제거해야 한다. 그러나 전기 제품분야의 최근 개발품은 불요 주파수에 대해 전압의 공급전압을 중첩시키는 경향이 있다. 점차 늘어나고 있는 중요한 불요 주파수에 관련된 발생원은 전기 사용 제품에 증가해서 내장되는 전자 전력 조절 모듈이다.

다음 사항은 대표적인 발생원이다.

- 대부분의 전자 제품은 직류 및 교류 공급을 필요로 한다. 교류공급이 없는 경우에는 배터리나 다른 직류 공급원으로 대체되며, 일반적인 경우에 교류전원으로부터 필요한 에너지를 추출하고, 직류 및 교류 전압 방식으로 이것을 부품에 전달하는 전자모듈로 공급한다. 스위칭 모드 전원 공급기는 이러한 목적으로 사용되는 가장 일반적인 제품이다. 그 결과로 심지어 50차 고조파를 넘어서는 주파수까지 확장되는 많은 고조파와 상호고조파 주파수에서 전류를 발생시키는 비선형적인 방식으로 전력이 교류 시스템으로부터 끌어당겨진다. 이러한 전류는 공급시스템의 임피던스를 통해 흐르기 때문에 그것은 상응하는 주파수에서 전압을 올리게 되고 순차적으로 사용자에게 전달되는 공급 전압에 겹쳐지게 된다. 높은 주파수에서 방사체는 전압 발생원으로 자주 모델화될 수 있다.
- 어떤 경우에 전기의 최종용도는 변하기 쉽고 조정하기 쉬운 속도 구동 시스템과 같이 공급주파수와 다른 주파수의 교류전압을 요구한다. 또한 이러한 것은 인입되는 공급으로부터 필요한 에너지를 추출하고 이것을 필요 주파수에서 전압방식으로 하부단계 소자로 전달하는 전자제품에 의해 이루어진다. 공급 시스템으로부터 관찰하면 이러한 제품은 전원 주파수를 포함하는 다양한 주파수에서의 전류 발생원이 된다. 반면 고조파 주파수는 일반적으로 우세한 성분이지만, 몇몇 종류의 변환기는 추가적으로 상호고조파를 생성한다. 배전망 쪽에서 펄스 변조된 변환기를 포함하는 전압발생 인버터는 배전망 주파수에 동기성을 가지지 않는 변조 주파수의 고조파를 생성한다. 이것은 주로 높은 주파수로 스위칭 주파수, 그것의 고조파이다. 1 MW 이상이고 고압 또는 특고압 전력망에 연결되는 고전력 기기는 사이클로 컨버터 또는 배전망 주파수와 동일한 것을 제외하는 특정주파수에서 구동하는 전류 발생원 인버터를 사용할 수 있다. 이것은 모터 쪽과 배전망 간의 잔여 결합에 기인하는 상호고조파를 발생 할 수 있다.

일반적인 결과로서, 사이클로 주파수 컨버터와 같은 발생원은 0 Hz에서 2 500 Hz 사이 또는 그 이상의 범위에서 불연속 주파수를 생성할 수 있다(KS C IEC 61000-2-4의 부록 C를 참조할 것).

- 전기 아크로는 상호고조파와 50차 고조파 이상 주파수에서의 성분이 모두 대용량의 발생원이 될 수 있다. 이것은 또한 공공 저압 배전망에 연결되지 않는 고전력 기기이다.
- 아크 용접 장비는 수초에서 수분 사이에 변화하는 각각의 용접동작에서 시간에 대한 간헐적인 진행과 결합하는 연속적인 광대역 주파수 스펙트럼을 생성한다.
- 유도성 모터는 금속의 포화와 결합되는 고정자와 회전자 사이의 틈에 기인하는 불규칙적인 자기성 전류를 발생시킬 수 있다. 모터의 일반적인 속도에서 이것은 전원 주파수의 10차에서 40차 사이의 주파수 영역에서 상호고조파를 생성하지만, 시작기간 동안에는 최종값에 이르는 주파수 전 범위를 통해서 발생한다.
- 견인시스템으로의 전력 공급품은 16.7 Hz와 같은 고정된 주파수에서 상호고조파를 발생할 수 있다.

위에서 언급한 바와 같은 발생원은 저·고·특고압의 배전망에 연결된다. 그것의 방출은 상호 고조파 및 발생 후 모든 전압 레벨에 전송되며 배전망 임피던스를 따르는 고주파수 전압을 발생한다. 이러한 전압은 0.5 %까지 이를 수 있다. 더 높은 값은 특별히 공진영향의 발생시에 나타날 수 있다. 이것은 일반 공급전압에서 0.02 % 상태의 상호고조파의 배경레벨이 되고 이런 경우에 10 Hz의 대역폭으로 측정한다.

전원선 신호전송은 또한 상호고조파 전압의 발생원이 되지만 이런 경우 방출은 의도적이고 유용하며 사용자는 적합성 레벨 확인을 위한 제어를 조심스럽게 수행한다(4.9 참조).

B.2.2 불요 전압의 영향

기본주파수와 비트 주파수의 결과가 결합된 주파수를 가지는 전압의 경우를 4.4에서 다루고 있다. 표 B.1은 그림 2에서 주어진 적합성 레벨에 대한 상호고조파 전압레벨을 나타낸다.

표 B.1. 저압 배전망에서의 플리커 영향에 관계된 적합성 레벨에 따른 상호고조파 전압의 표현값

| 구간 m | 50 Hz 시스템 | | | 60 Hz 시스템 | | |
|-----------------|-----------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------|
| | 상호고조파 주파수 f_m Hz | V_m % | | 상호고조파 주파수 f_m Hz | V_m % | |
| | | 120 V 시스템 | 230 V 시스템 | | 120 V 시스템 | 230 V 시스템 |
| 0.2 < m ≤ 0.6 | 10 < f_m ≤ 30 | 0.68 | 0.51 | 12 < f_m ≤ 36 | 0.95 | 0.69 |
| 0.60 < m ≤ 0.64 | 30 < f_m ≤ 32 | 0.57 | 0.43 | 36 < f_m ≤ 38.4 | 0.79 | 0.58 |
| 0.64 < m ≤ 0.68 | 32 < f_m ≤ 34 | 0.46 | 0.35 | 38.4 < f_m ≤ 40.8 | 0.64 | 0.48 |
| 0.68 < m ≤ 0.72 | 34 < f_m ≤ 36 | 0.37 | 0.28 | 40.8 < f_m ≤ 43.2 | 0.50 | 0.38 |
| 0.72 < m ≤ 0.76 | 36 < f_m ≤ 38 | 0.29 | 0.23 | 43.2 < f_m ≤ 45.6 | 0.39 | 0.30 |
| 0.76 < m ≤ 0.84 | 38 < f_m ≤ 42 | 0.23 | 0.18 | 45.6 < f_m ≤ 50.4 | 0.23 | 0.18 |
| 0.84 < m ≤ 0.88 | 42 < f_m ≤ 44 | 0.23 | 0.18 | 50.4 < f_m ≤ 52.8 | 0.22 | 0.18 |
| 0.88 < m ≤ 0.92 | 44 < f_m ≤ 46 | 0.28 | 0.24 | 52.8 < f_m ≤ 55.2 | 0.22 | 0.20 |
| 0.92 < m ≤ 0.96 | 46 < f_m ≤ 48 | 0.40 | 0.36 | 55.2 < f_m ≤ 57.6 | 0.34 | 0.30 |
| 0.96 < m ≤ 1.04 | 48 < f_m ≤ 52 | 0.67 | 0.64 | 57.6 < f_m ≤ 62.4 | 0.59 | 0.56 |
| 1.04 < m ≤ 1.08 | 52 < f_m ≤ 54 | 0.40 | 0.36 | 62.4 < f_m ≤ 64.8 | 0.34 | 0.30 |
| 1.08 < m ≤ 1.12 | 54 < f_m ≤ 56 | 0.28 | 0.24 | 64.8 < f_m ≤ 67.2 | 0.22 | 0.20 |
| 1.12 < m ≤ 1.16 | 56 < f_m ≤ 58 | 0.23 | 0.18 | 67.2 < f_m ≤ 69.6 | 0.22 | 0.18 |
| 1.16 < m ≤ 1.24 | 58 < f_m ≤ 62 | 0.23 | 0.18 | 69.6 < f_m ≤ 74.4 | 0.23 | 0.18 |
| 1.24 < m ≤ 1.28 | 62 < f_m ≤ 64 | 0.29 | 0.23 | 74.4 < f_m ≤ 76.8 | 0.39 | 0.30 |
| 1.28 < m ≤ 1.32 | 64 < f_m ≤ 66 | 0.37 | 0.28 | 76.8 < f_m ≤ 79.2 | 0.50 | 0.38 |
| 1.32 < m ≤ 1.36 | 66 < f_m ≤ 68 | 0.46 | 0.35 | 79.2 < f_m ≤ 81.6 | 0.64 | 0.48 |
| 1.36 < m ≤ 1.40 | 68 < f_m ≤ 70 | 0.57 | 0.43 | 81.6 < f_m ≤ 84 | 0.79 | 0.58 |
| 1.4 < m ≤ 1.8 | 70 < f_m ≤ 90 | 0.68 | 0.51 | 84 < f_m ≤ 108 | 0.95 | 0.69 |

상호고조파의 다른 영향은 다음 내용을 포함한다.

- 공급 배전망에 흐르는 불요 전류는 발생지역에서 가스형태 방사에 대한 필연적인 증가와 추가적인 에너지 손실을 생성한다.
- 상호고조파 전압은 형광등과 TV 수신기와 같은 전자기기의 동작을 방해할 수 있다. 사실상 최고 전압 또는 영점 교차 시간이 중요한 곳에서 만약 불요 주파수의 결합이 공급전압의 특성을 변경한다면 전기 사용은 방해될 수 있다.
- 이러한 주파수에 대해 더 큰 주파수 범위의 존재와 더 큰 전압 진폭은 전압 왜곡을 증폭할 수 있고 과부하 또는 공급 배전망과 전기사용자 설비에 대한 기기의 방해를 발생하는 등의 예상하지 못한 공진영향의 위험을 발생할 수 있다.
- 다른 영향은 청각적인 잡음의 생성이다. 이것은 1 kHz부터 9 kHz 사이와 그 이상의 범위에서 0.5 % 상향의 진폭과 주파수값 또는 영향받는 기기 종류에 따르는 전압에 의해 발생한다.

B.2.3 불요 전압에 대한 적합성 레벨의 필요성

상호고조파 주파수와 50차 고조파 이상의 주파수에서 주어진 전압의 가능한 영향에 대해 방출 증가 및 전자과적합성과 관련된 내성에 대한 참고 레벨을 확립하는 것이 필요하다. 그러나 공공 배전망에서 이러한 주파수에 대한 이해는 채택된 적합성 레벨을 승인하기에 비트 전압으로부터 발생하는 플리커의 경우를 제외하고는 아직 충분하지 못하다. 최종 평가에서 이러한 상태를 유지하는 것이 필요할 것이다.

한편으로 불요 주파수에서의 전압 발생이 허용기준 없이 증가되는 것은 허가되지 않아야 한다는 것이 확실하다. 이와 반대로 이러한 전압이 좀더 높아진다면 공공 배전망에 연결된 기기는 그것이 있는 장소에서 의도대로 동작하는 것을 지속하는 데 충분한 내성을 가지고 있는 것이 중요하다.

인접한 고조파에 대해 그보다 높지 않은 적합성 레벨을 고려하는 것은 신중해야 한다. 예를 들면 50 Hz 시스템에서 100 Hz보다 95 Hz 또는 60 Hz 시스템에서 120 Hz보다 115 Hz에서의 높은 전압을 수용하는 것에 대한 근거는 있을 수 없다. 따라서 각각의 상호고조파 주파수에 대한 기준레벨이 다음 차수의 짝수 고조파에 대해 표 1에 주어진 적합성 레벨과 같아야 하는 것을 제안한다.

리플 제어 수신기는 특별한 사례이다. 그것의 응답 레벨은 일반 공급 전압의 0.3 %만큼 낮을 수 있다. 그래서 리플 제어 수신기를 포함하는 배전망에서 이 값을 초과하는 불요 상호고조파 전압은 만약 그것의 주파수가 수신기에 정의된 동작전압과 같다면 방해의 원인이 될 수 있다. 이 값에 근거해서 정의된 주파수에서의 기준 레벨은 일반 공급 전압의 0.2 %이어야 한다. 정의된 주파수는 지역 적으로 특별하다.

50차 고조파의 값을 초과하는 주파수에서의 전압의 경우에 이것은 일반적으로 그것이 고조파 또는 상호고조파이든지 간에 중요하지 않다. 그것은 불연속적인 주파수와 주파수의 광대역에 관련되어 모두 발생할 수 있다.

50차 고조파부터 9 kHz까지의 범위에 대한 불연속 주파수에 대해 기본파 성분의 실효값에 대한 해당 주파수에서 전압 실효값의 비율로 나타내는 제안된 기준 레벨 u 는 다음과 같다.

$$u = 0.2 \%$$

50차 고조파부터 9 kHz까지의 범위에 대한 주파수에 대해 중심 주파수 F 의 200 Hz 대역폭에 대해 제시된 참고 레벨은 다음과 같다.

$$u_b = 0.3 \%$$

여기에서

$$u_b = \frac{1}{V_1} \times \sqrt{\frac{1}{200 \text{ Hz}} \times \int_{F-100 \text{ Hz}}^{F+100 \text{ Hz}} V_f^2 \cdot df}$$

V_1 : 전압(기본파 성분)의 실효값

V_f : 주파수 f 의 실효값

F : 대역(50차 고조파 이상의 대역임.)의 중심주파수

레벨 이상의 초과되는 값이 방해의 원인이 되는 것으로 판명되는 사례가 있지만 더욱이 미래의 광범위한 시험데이터에서 더 높은 적합성 레벨이 50차 고조파를 넘어서는 주파수의 전압에 대해 적합할 것이다.

B.3 전압강하와 순간정전

전압강하와 순간정전은 예측할 수 없고 배전망 및 대형 설비의 전기적 결함으로부터 대부분 발생하는 매우 불규칙적인 현상이다. 이 현상은 통계학적인 용어가 가장 잘 설명한다.

전압강하는 방해레벨이 강하의 정도와 지속시간 모두 증가시키기 때문에 2차원적인 방해 현상이다.

전압강하의 정도는 단락회로가 발생하는 배전망 지점에서의 관찰점의 접근성에 따른다. 그 지점에서 강하의 정도가 100 %에 접근하도록 전압은 0에 가깝게 떨어진다. 대형 부하의 변동과 같은 다른 원인 발생의 경우에는 강하정도는 좀 더 낮을 것이다.

전압강하는 만약 사고가 전동시스템에서 발생하고 매우 빠른 보호시스템에 의해 제거되거나 또는 오류 자체 제거가 포함되어 있다면 0.1초보다 짧게 지속될 것이다. 만약 오류가 배전망의 낮은 전압레벨에 영향을 주고 배전망에서 사용되는 확실한 보호시스템에 의해 제거된다면 이것은 몇 초간 지속될 것이다. 대부분의 전압강하는 반주기부터 1 000 ms 사이에 지속한다.

전압강하의 빈도수는 강도와 지속시간 발생에 대해 주어진 제품의 내성이 충분하지 못하거나 주어진 공정이 내성에 특별한 레벨을 필요로 하는지에 대한 의문을 고려할 때에 중요하다.

특별한 선로에 대한 수는 같은 배전망의 다른 선로에서 오류에 의해 발생하는 전압강하와 상위 배전망으로부터 전달되는 전압강하를 포함한다. 지상 전주를 통해서 전원을 공급받는 지역에서 전압 강하의 수는 번개에 의한 충격의 수와 또 다른 지역적 기상조건에 따라서 일 년에 수백 회에 이를 수 있다. 선로망에서 최신정보는 저압 배전망에 연결된 전기의 개별 사용자가 전압강하의 발생을 지역적 조건에 따라서 일 년에 약 10회에서 100회 정도의 비율로 경험하는 것을 시사하고 있다.

순간정전은 가공망에서 사용되는 채폐 또는 이동 시스템의 종류에 따라서 180초 까지 지속될 수 있다. 순간정전은 전압강하에 의해 먼저 발생한다. KS C IEC 61000-2-8을 참조할 것.

적합성 레벨로써, 전압강하 경우에서의 주요 요구사항은 증가화되는 내성레벨을 가능하게 하는 것이다. 그러나 적합성 레벨은 방해의 레벨을 반영하는 2차원적인 방법으로 나타내어야 한다. 많은 자료는 이것의 수행이 가능할 만큼 아직 유용하지 않다.

더욱이, 전기 제품의 내성은 엄격한 의미로 순간정전의 경우 또는 좀 더 가혹한 전압 강하의 경우에 적절한 개념이 아니다. 이것은 전기 공급이 없는 경우에 의도한 바와 같이 무한하게 작동을 지속시킬 수 있는 전기 기기가 없기 때문이다. 이러한 방해로부터의 내성은 대체전원으로부터 에너지의 빠른 회복 또는 기기 및 그것과 연계된 공정에 대한 순간정전에 적응하기 위한 배열 또는 중요한 목적으로써 안전하고 손실이 제한적인 의도된 방법으로서의 전력감소 등의 방식이 된다. KS C IEC 61000-2-8을 참조한다.

B.4 과도 과전압

스위칭 동작과 퓨즈와 공급 배전망 근처에서의 번개 충격의 발생을 포함하는 몇 가지 현상은 저전압 배전망과 그것에 연결된 설비에서 과도 과전압을 발생시킨다. 과전압은 일반적으로 빠르게 감쇠하고 백만분의 일초보다 짧은 시간부터 수천분의 일초 정도의 범위의 상승시간을 가지는 발진 또는 비발진을 의미한다. 그것은 레벨과 주기는 종종 시스템과 공통 결합 부분을 통한 서지 어레스터의 사용으로부터 제한될 수 있다.

과도 과전압의 진폭, 주기 그리고 에너지의 크기는 그것의 원인에 따라서 다양하다. 일반적으로 대기상의 원인에 의한 것은 높은 진폭을 가지고 있고 스위칭에 의한 것은 주기상으로 긴 특성을 지니며, 일반적으로 큰 에너지를 포함한다. 민감한 기기는 각각의 서지 보호 부품으로부터 보호되는 것이 필요하고 이러한 것들은 일반적으로 높은 스위칭 과전압의 높은 에너지양에 대해 적합한 것을 선택해야 한다.

커패시터 뱅크의 스위칭은 과도 과전압의 주요 원인이다. 특별히 발생지점에서의 값은 일반 전압의 두 배보다 작다. 그러나 파의 반사와 전압 확대는 선로를 타고 진행되어 연결된 기기에서 과전압 발생을 증폭시키는 과도현상을 생성할 수 있다. 이것은 만약 내성이 특정 기기 또는 설비에 대해 필요하다면 평가의 적용이 필요하다.

동기화 스위칭은 커패시터와 리액터 그리고 변압기 스위칭 과도현상을 줄이는 가능한 저감 기술이고, 중간 전압과 고전압에서 자주 적용한다.

2 kV까지의 진폭은 일반적으로 대기상 발생원에 의한 과도현상의 일종으로 간주되지만 6 kV까지의 값과 심지어 그 이상의 값의 경우에 기록한다.

절연 등과 관련된 KS C IEC 60664-1을 참조한다.

B.5 직류 성분

직류 성분의 중요한 레벨은 일반적으로 공공배전망에서 전압으로 존재하지는 않지만, 정해진 비균형 제어 부하의 연결에서 이런 현상이 발생할 수 있다.

교류, 직류 성분이 공급전압에서 존재하는 경우에 교류 직류 전류는 분배 변압기에서 과열

을 발생시키는 비대칭 자화의 원인이 될 수 있다. 더욱이 지표면을 통해 흐르게 되어 이러한 전류는 지하의 금속 설비에서 부식의 증가를 발생시킨다.

직류성분의 전압뿐 아니라 연관되는 회로의 직류 저항에 의해 결정되기 때문에 이러한 전류의 값은 매우 변화가 심하다. 그래서 수용할 수 있는 직류 전압은 경우에 따라서 결정될 수 있다.