

[별표 12]

KN 61800-3

가변속 전력구동기기에 대한  
전자파적합성 시험방법

## 목 차

1. 적용범위 .....	3
2. 참조규격 .....	4
3. 용어 정의 .....	5
4. 공통 요구규격 .....	12
5. 내성 요구규격 .....	14
6. 방사 .....	30
부록 A (정보) EMC 기술 .....	47
부록 B (정보) 저주파 현상 .....	58
부록 C (정보) 무효 전력 보상-필터링 .....	93
부록 D (정보) 고주파 방출에 대한 고려사항 .....	106
부록 E (정보) EMC 분석 및 EMC 계획 .....	113
부록 F (규격) 저주파수 전자파 내성 - 시험 방법 .....	125

## 1. 적용 범위

이 시험방법에서는 가변속 전력구동기기(PDS)에 대한 전자파 적합성(EMC) 요구규격을 규정한다. PDS는 3.1에 정의되어 있으며, 이것은 전동기의 속도를 조절하기 위한 교류 또는 직류 독립 구동 기기이다. 입력 전압 및/또는 출력 전압(선간 전압)이 교류 실효전압 35 kV 이하의 컨버터를 포함한 PDS에 대한 요구규격이 기술되어 있다.

이 시험방법에서 다루고 있는 PDS는 건인용 및 전기 자동차용을 제외한 주거용, 상업용 및 산업용으로 설치되는 독립 제품이다. 단, 속도를 제어하지 않는 컨버터류는 다른 제품표준을 따른다. PDS는 산업 또는 공공 배전망에 연결될 수 있다. 산업용 배전망은 통상적으로 산업 현장에 인접해 있거나 또는 그 안에 설치되어 산업 고객들에게만 전원을 공급하는 전용 배전용 변압기에 의해 공급된다. 다른 한편으로 PDS는 일반적으로 중성선이 접지되어 있고, 주거지역에 전원을 공급하는 공공 저압 배전망에 연결될 수 있다.

EMC와 관련된 이 시험방법의 적용범위에는 수백 W에서 수백 MW까지의 PDS가 포함된다. 이 시험방법에서 다루는 PDS는 종종 대형 시스템에 포함된다. 시스템 측면은 이 시험방법에서 다루지 않으나 그 지침은 참고용 부록에 주어져 있다.

주거용, 상업용 및 산업용 장소 내 PDS의 전자파적합성 레벨이 적합한지를 확인하기 위한 요구규격이 이미 선정 되어있다. 그러나 이 요구규격은 발생할 가능성이 거의 없는 극한 상황을 다루지 않는다. 고장 조건의 결과로 인한 PDS의 EMC 특성의 변화는 고려하지 않는다.

이 시험방법의 목적은 PDS에 대한 허용기준과 시험방법을 정의하는 것이다. 이 시험방법에는 전자파 방출 및 내성 요구규격이 포함된다.

주1) 방출은 기타 전자 기기(예 : 무선 수신기, 측정 및 계산 장치 등)에서 방해를 일으킬 수 있다. 기기를 연속 및 과도적 전도성 방해와 정전기 방전을 포함한 방사성 방해로부터 보호하기 위해서는 내성이 필요하다. 방출 및 내성 요구규격은 상호 간 및 PDS의 실제 환경에 대해 균형을 이루어야 한다.

이 시험방법은 PDS에 대한 EMC의 최소 요구규격을 정의한다.

내성 요구규격은 환경 분류에 따라 주어진다. 저주파 방출 요구규격은 전원 공급망의 특성에 따라 주어진다. 고주파 방출 요구규격은 의도된 사용의 네 가지 카테고리에 따라 주어지며, 두 가지 환경과 동작에 따른 환경을 포함한다.

제품표준으로서 이 시험방법은 PDS의 평가에 활용될 수 있다. 이것은 또한 별도로 판매될 수 있는 CDM이나 BDM(3.1 참조)의 평가에도 사용될 수 있다.

이 시험방법은 다음을 포함한다.

- 시장에 출시된 제품의 적합성 평가 요구규격
- 카테고리 C4로서 3.2.6에 정의되어 있는 PDS와 같이 기기가 시장에서 판매되기 전에 고주파 방출이 측정될 수 없는 경우 안전관리의 실시 권고(6.5 참조)

주2) 이 시험방법의 제1판은 의도된 사용이 사용을 위해 설치되기 위한 설계를 요구할 수 있음을 정의하였다. 이것은 “한정된 배전 모드”에 의하여 규정되었다. “한정된 배전 모드”에 포함되어 사용되는 기기는 제2판에서는 카테고리 C2와 C4에 포함된다(3.2 참조).

이 시험방법은 완전한 EMC 제품 기준으로서 시장에 제품이 출시된 경우 카테고리 C1, C2 및 C3 제품의 EMC적합성 평가를 위함이다(3.2.3~3.2.5의 정의 참조).

카테고리 C4 기기의 전자파 방출은 그것이 의도된 장소에 설치된 경우에만 평가된다. 이 시험방법이 6.5와 부록 E에 따라 국제표준 및 유럽 등의 사례와 같이 안전관리를 실시하여 기준적합여부를 평가할 수 있다. 현재 우리나라의 경우 전자파안전관리에 대한 제도 마련을 추진하고 있다.

이 시험방법에서는 감전에 대한 보호, 절연 협조 및 이와 관련된 절연내력 시험, 불안정한 동작 또는 불안정한 고장 결과에 대한 보호 등 기기에 대한 어떠한 안전 요구규격도 규정하지는 않는다. 또한 이 시험방법은 전자파 현상의 기능적 안전 연관성과 안전을 다루지는 않는다.

고도로 민감한 기구를 근접시켜 사용하는 특수한 경우, 추가 완화 수단을 사용하여 전자파 방해를 지정된 레벨 이하로 감소시키거나 또는 고도로 민감한 기구의 내성을 증가시켜야 한다.

이 시험방법은 PDS에 대한 EMC 제품 표준으로써 일반(Generic) 표준의 모든 측면에서 우선하므로 추가 EMC 시험이 필요하지 않다. 만일 PDS가 개별 EMC 제품 표준에서 다루는 기기의 일부분으로 포함된다면 완전한 기기의 EMC 표준을 적용한다.

## 2. 참조 규격

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

KN 11 산업.과학.의료용기기(ISM)류 장애방지 시험방법

KN 14-1 주거용 전기기기 및 전동기기류 장애방지 시험방법

KN 16-1-1 전자파장애 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 1-1:전자파장애 및 내성 측정기구-측정기구

KN 22 정보기기류 장애방지 시험방법

KN 61000-4-2 정전기방전 내성 시험방법

KN 61000-4-3 방사성 RF 전자기장 내성 시험방법

KN 61000-4-4 전기적 빠른 과도현상-버스트 내성 시험방법

KN 61000-4-5 서지 내성 시험방법

KN 61000-4-6 전도성 RF 전자기장 내성 시험방법

- KN 61000-4-8 전원 주파수 자기장 내성 시험방법  
KN 61000-4-11 전압 강하 및 순간 정전 내성 시험방법  
KN 61000-2-2 공공 저압 배전망에서의 저주파 내성 시험방법  
KN 61000-2-4 산업용 배전망에서의 저주파 내성 시험방법  
KN 61000-3-2 공공 저압 배전망에서의 고조파 전류 방출 시험방법(상당 정격전류 16 A 이하의 기기)  
KN 61000-3-3 공공 저압 배전망에서의 전압 변동 및 플리커 시험방법(상당 정격전류 16 A 이하의 기기)  
KN 61000-3-11 공공 저압 배전망에서의 전압 변동 및 플리커 시험방법(상당 정격전류 16 A 초과 75 A 이하의 기기)  
KN 61000-3-12 공공 저압 배전망에서의 고조파 전류 방출 시험방법(상당 정격전류 16 A 초과 75 A 이하의 기기)  
KS C IEC 60050-151 : 2003, 국제 전기 기술 용어-제151장 : 전기 및 자기 장치  
KS C IEC 60050-161 : 1990, 국제전기기술용어-제161장 : 전자파 적합성  
KS C IEC 60146-1-1 : 2002, 반도체 컨버터 일반 요구규격 및 선전류 컨버터-제1-1부 : 기본 요구규격  
KS C IEC 60364-1, 건축전기설비 - 제1부 : 기본원칙, 일반 특성평가 및 용어정의  
KS C IEC 60664-1 : 2002, 저압 기기의 절연 협조-제1부 : 원칙, 요구규격 및 시험  
KS C IEC 61000-2-1 : 2005, 전기자기적합성(EMC)-제2부 : 환경-제3절 : 환경의 서술-저주파 전도 방해 및 공공전력 공급시스템 내의 시그널링에 대한 전자파환경  
KS C IEC 61000-2-6 : 2007, 전기자기적합성(EMC)-제2-6부 : 환경-전도방해의 저주파수에 대한 산업용 공장의 전원공급기 방사레벨의 평가  
KS C IEC 61000-3-4 : 2001, 전기자기적합성-제3부 : 허용기준-제4절 : 정격전류 16 A 이상인 기기가 사용하는 저전압 배전 시스템에서 고조파 전류 방출 허용기준  
KS C IEC 61000-3-7 : 2003, 전기자기적합성(EMC)-제3부 : 허용기준-제7절 : 중전압과 고전압 전력 시스템에 사용되는 변동 부하의 방출 허용기준 평가  
  
KS C IEC 61000-4-13:2002, 전기자기적합성(EMC) - Part 4-13: 시험 및 측정 방법 - a.c. 전원 포트의 전원선 통신을 비롯한 고조파 및 상호고조파, 저주파 내성 시험  
KS C IEC 61000-4-34:2005, 전자파 적합성(EMC) - Part 4-34: 시험 및 측정 방법 - 입력 전류가 위상 당 16 A를 초과하는 장비에 대한 전압 강하, 순간 정전 및 전압 변동 내성 시험  
KS C IEC 61800-1 : 2002, 가변속 전력구동기기-제1부 : 일반 요구규격-저전압 가변속 직류 구동시스템의 정격 시방  
KS C IEC 61800-2 : 2002, 가변속 전력구동기기-제2부 : 일반 요구규격-저전압 가변 주파수 교류 구동시스템의 정격 시방  
KS C IEC 61800-4 : 2004, AC 1000 V 이상 35 kV 이하 교류전력드라이브 시스템용 정격시방  
IEC 60050-131 : 2002, International Electrotechnical Vocabulary(IEV)-Chapter 131 : Circuit the또는y  
IEC 61000-1-1 : Electromagnetic compatibility(EMC)-Part 1 : General-Section 1 : Application and interpretation of fundamental definitions and terms

### 3. 용어정의

이 시험방법의 용어정의는 다음과 같다. 이 시험방법에서 규정하는 것 외의 용어는 전파법, 전파법 시

행령, 전자파 장애방지 기준 및 전자파 보호 기준, 전자파적합성 관련 국제표준 및 국가표준에서 정하는 바에 따른다.

### 3.1. 설비와 그 부품의 정의

그림 1은 아래에 정의된 PDS의 주요 부분과 나머지 설치 부분에 대해 보여주고 있다.

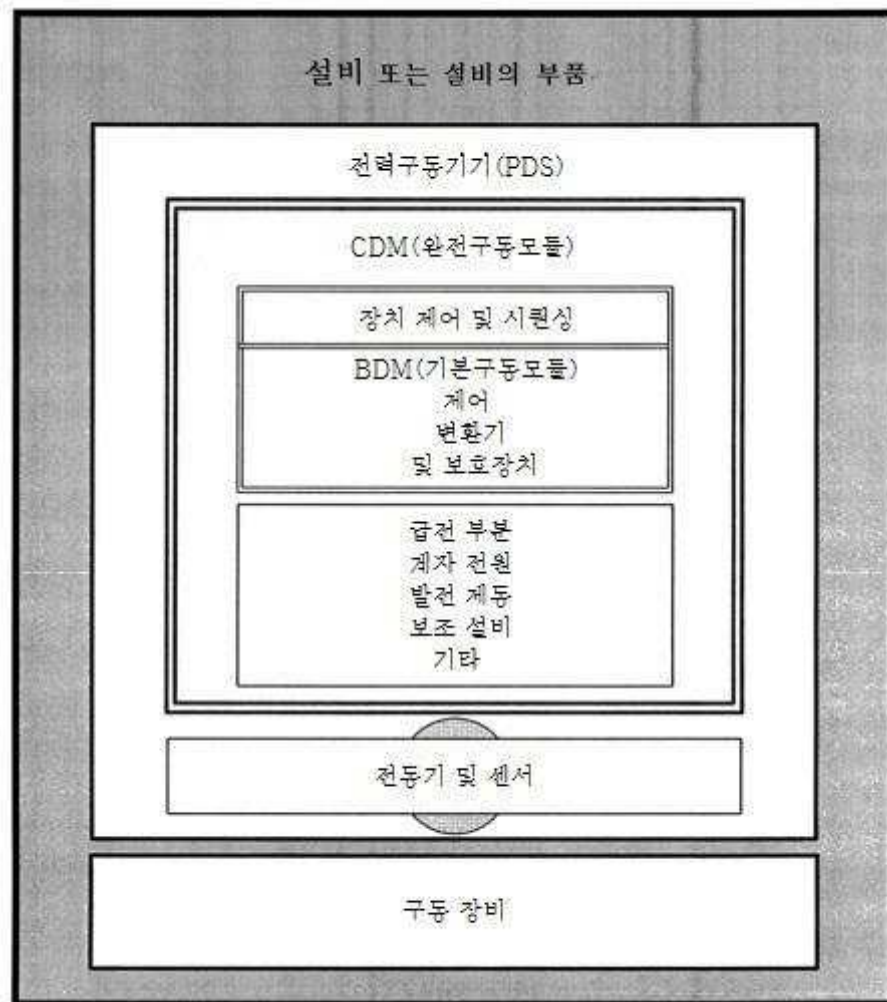


그림 1. 설비 및 설비에 포함되는 구성품 정의

#### 3.1.1 기본 구동모듈(basic drive module; BDM)

전원과 전동기 사이에 연결되어 있는 전력컨버터 및 관련 제어장치. BDM은 전원에서 전동기로 전력을 전달할 수 있으며 전동기에서 전원으로 전력을 전달할 수도 있다. BDM은 전동기 출력 및 전동기로 전달되는 전력의 다음과 같은 측면의 일부 또는 전부를 제어한다.

- 전류
- 주파수
- 전압

- 속도
- 토크
- 힘
- 위치

### 3.1.2 완전 구동모듈 (complete drive module; CDM)

BDM과 보호장치, 변압기 및 보조장치와 같은 확장 기능으로 구성된 모듈을 비롯한 다양한 구동 모듈. 그러나, 전동기 축에 기계적으로 연결되는 전동기 및 센서는 본 모듈에 포함되지 않는다

### 3.1.3 전력 구동기기 (power drive system; PDS)

하나 이상의 CDM(complete drive module) 및 전동기로 이루어진 시스템. 전동기 축에 기계적으로 연결되는 모든 센서도 PDS의 한 부분이다; 그러나 구동기기는 이에 포함되지 않는다

### 3.1.4 설비

전력구동기기 및 피구동기기를 포함하는 최소한의 기기 또는 기기 일체

## 3.2 의도된 사용(intended use)

### 3.2.1 제1환경 (first environment)

주거용 구내 환경과 주거용 건물에 전원을 공급할 목적으로 제공되는 저압 배전망에 중간 변압기 없이 직접 연결되는 환경

주) 주택, 아파트, 거주용 건물의 상업 시설이나 사무실은 제1환경의 보기이다.

### 3.2.2 제2환경 (second environment)

주거용 건물에 전원을 공급할 목적으로 제공되는 저압 배전망에 직접 연결되는 것을 제외한 모든 시설을 포함하는 환경

주) 산업 지역이나 전용 변압기로부터 전력을 공급받는 건물 내 산업 공간은 제2환경의 예이다.

### 3.2.3 카테고리 C1의 PDS

정격전압 1000 V 이하의 PDS로서, 제1환경에서 사용된다.

### 3.2.4 카테고리 C2의 PDS

정격전압 1000 V 이하의 PDS로서, 플러그 장치 또는 이동식 장치가 아니며, 제1환경에서 사용될 경우 전문가에 의해서만 설치 및 관리된다.

주) 전문가는 EMC 관점에서 전력구동기기를 설치 및/또는 운용함에 있어서 필요한 기술을 보유한 사람이나 조직이다.

### 3.2.5 카테고리 C3의 PDS

정격전압 1000 V 이하의 PDS로서, 제2환경에서는 사용될 수 있으나 제1환경에서 사용될 수 없다.

### 3.2.6 카테고리 C4의 PDS

정격전압 1000 V 초과 또는 정격전류 400 A 이상의 PDS와 제2환경 내에서 복합 시스템으로 사용될 수 있는 기기.

## 3.3 위치, 포트 및 인터페이스(location, port and interface)

### 3.3.1 현장(시험용) [in situ(for test)]

기기가 최종 사용자에게 의해 정상적으로 사용되도록 설치된 장소

### 3.3.2 (방사)시험장 [test site(radiation)]

지정된 조건하에서, 시험 중 기기에 의해 방사되는 전자기장을 정확하게 측정하는 데 필요한 요구규격을 충족하는 장소[IEV 161-04-28]

### 3.3.3 포트 (port)

전자파인 에너지 또는 신호를 공급하거나 공급받을 수 있는 장치 또는 회로망과 장치 또는 회로망의 변수를 관찰하거나 측정할 수 있는 통로[개정판 IEV 131-12-60]

주) 그림 2는 PDS 포트의 배분 예를 보여준다.

### 3.3.4 함체 포트 (enclosure port)

전자기장이 방사 또는 침해 할 수 있는 PDS의 물리적 경계(그림 2 참조)

### 3.3.5 프로세스 측정 및 제어용 포트 (port for process measurement and control)

PDS에 프로세스를 연결하는 전도체 또는 케이블용 입력/출력(I/O) 포트(그림 2 참조)



### 3.3.6 전원 포트 (power port)

다른 기기에 공급하는 전원에 PDS를 연결하는 포트

### 3.3.7 주전원 포트 (main power port)

PDS에 전력만을 공급하는 포트로서, 전기적 전력 변환 이후에 전동기에 의하여 기계적 동력으로 전환된다.

### 3.3.8 보조전원 포트 (auxiliary power port)

계자 회로를 포함하여(있는 경우) PDS의 보조기기에만 전력을 공급하는 전원 포트

### 3.3.9 기계적 링크 (mechanical link)

PDS의 전동기 샤프트와 프로세스의 구동 기기 간 기계적 연결

### 3.3.10 신호 인터페이스 (signal interface)

기본구동모듈(BDM) 또는 완전구동모듈(CDM)을 PDS의 보조기기에 연결하는 선에 대한 입력/출력(I/O) 연결(그림 2 참조)

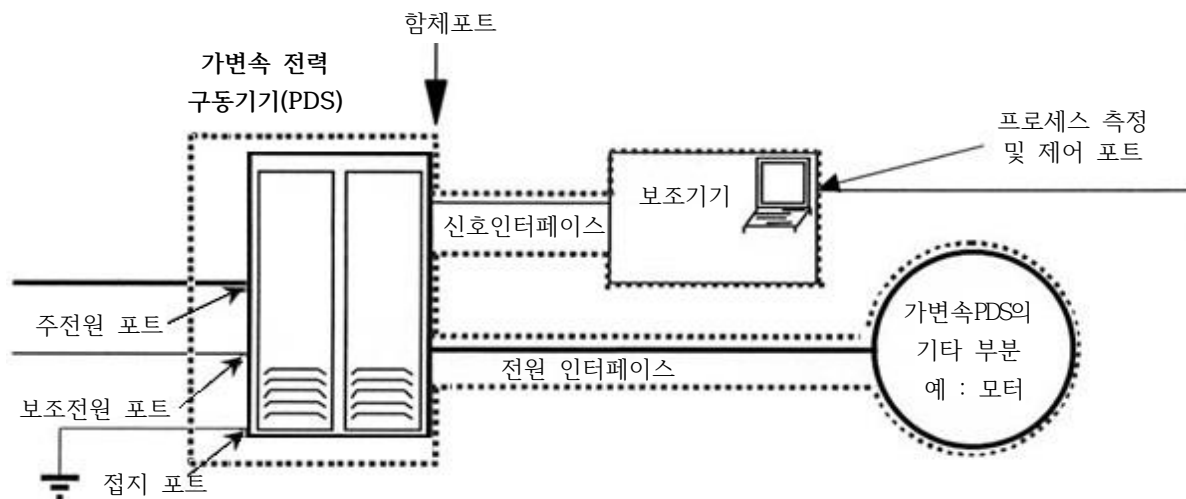


그림 2. PDS의 내부 인터페이스와 포트의 예

### 3.3.11 전원 인터페이스 (power interface)

PDS 내 전력의 배분에 필요한 연결(그림 3과 E.1의 설명 참조)

주) PDS의 전원 인터페이스는 다양한 형식 및 확장을 가질 수 있다.

- CDM/BDM 내 전원 인터페이스는 BDM/CDM의 어느 한 부분에서 다른 부분으로 전기 전력을 분배하기 위한 연결일 수 있다. 하나의 전원 인터페이스는 각기 다른 PDS에 대해 공통일 수 있다. 실

레는 그림 3과 그림 4를 참조할 것.

그림 3에서는 입력 컨버터[전력이 간선에서 다른 형태(여기에서는 직류전력)로 변환]에서 출력 인버터[전력이 중간 형태(여기에서는 직류)에서 교류 전동기에 직접 가해질 수 있는 다른 형태로 변환]로 전력을 배분하는 전원 인터페이스를 보여 주고 있다.

그림 4에서는 2차 변압기(CDM의 일부)에서 개별 BDM으로 전력을 배분하는 전원 인터페이스를 보여 주고 있다.

- PDS 내 인버터와 전동기(1) 또는 전동기(다수) 간 연결 또한 전원 인터페이스라는 것을 유념해야 한다. 이것은 기계적 전력으로의 변환 이전의 마지막 전원 인터페이스이다.

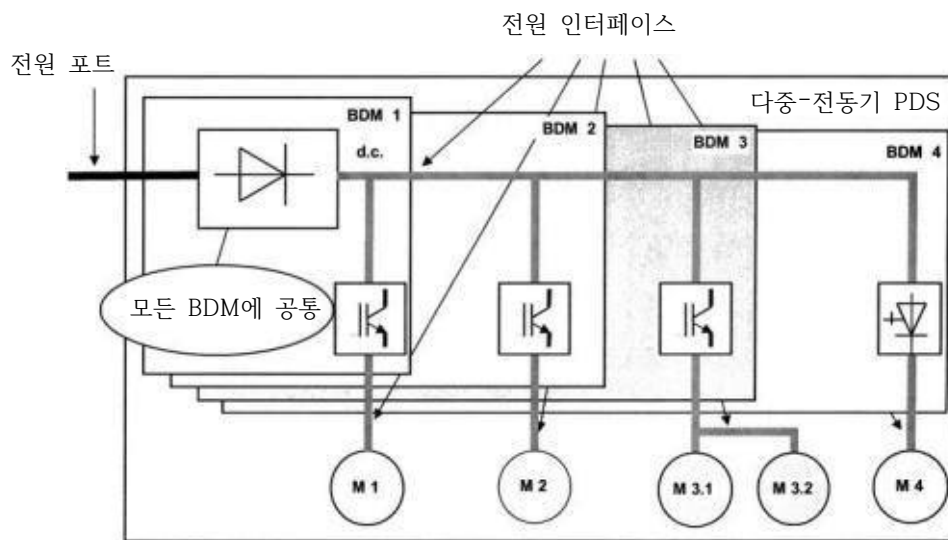


그림 3. 공통 직류 버스를 포함한 PDS 전원 인터페이스

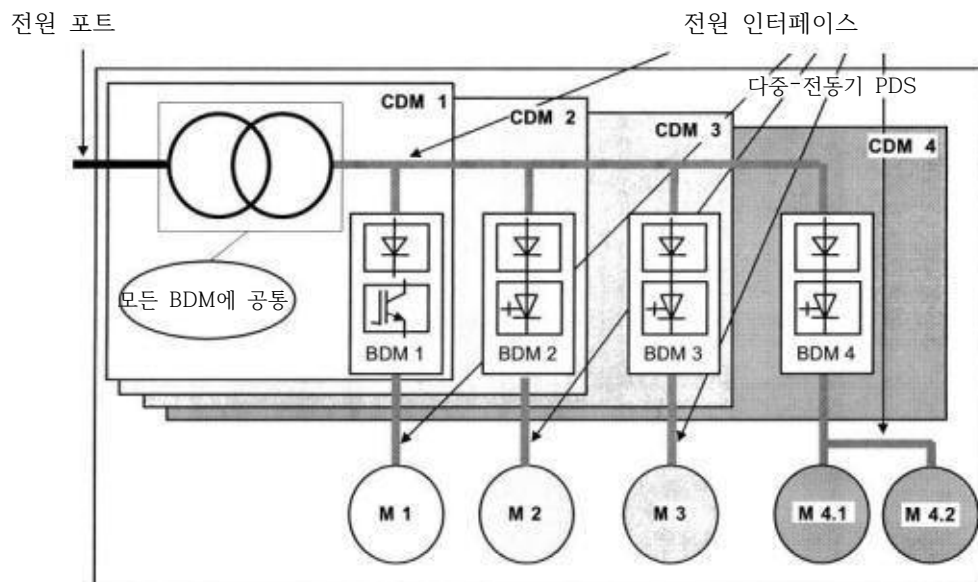


그림 4. 공통 입력 변압기와의 전원 인터페이스

### 3.3.12 PCC, IPC, PC

이에 대한 정의는 KN 61000-2-4에 주어져 있다.

주) 요약하면 다음과 같다.

- PCC는 공공망에서의 공통 결합점을 말한다.
- IPC는 설비 내 결합점을 말한다.
- PC는 결합점을 말한다.

## 3.4 PDS의 구성

### 3.4.1 (BDM의) 컨버터 (converter)

주전원에서 공급되는 전원의 형태를 전압, 전류 및 주파수 중 하나 이상을 변환하여 전동기에 공급되는 형태로 변환하는 장치이다.

주1) 컨버터는 전자식 정류(commutation) 장치 및 그 관련 정류(commutation) 회로로 구성된다. 컨버터는 트랜지스터나 사이리스터 또는 기타 전력용 스위칭 반도체 장치에 의해 제어된다.

주2) 컨버터는 선-정류형(line-commutated), 부하-정류형(load-commutated) 또는 자기-정류형(self-commutated)일 수 있으며, 하나 이상의 정류기 또는 인버터로 구성될 수 있다.

### 3.4.2 (전기) 전동기 [(electric) motor 또는]

전기 에너지를 기계적 에너지로 변환하는 전기 기계[IEV 151-13-41]

주) 이 시험방법의 목적상 작동 모드 지원 및 CDM과의 상호작용에 관련이 있는 전동기에 장착된 모든 센서들 또한 전동기의 한 부분으로 포함한다.

### 3.4.3 (PDS의) 하위-구성품 [sub-component (of the PDS)]

이 시험방법의 목적을 위해 PDS의 구성품은 하위-구성품들로 나누어질 수 있음. 각 하위 구성품은 제조자에 의하여 부여된 고유의 기능으로 독립적 동작이 가능한 기기의 물리적 일부이다.

주) CDM의 제어장치가 하위-구성품의 예가 될 수 있다.

## 3.5 현상 관련 정의

### 3.5.1 전압 편차(deviation)

주어진 시점에서 시스템의 어느 지점의 전압과 기준 전압(예: 공칭 전압, 동작 전압의 평균값, 정격 공급 전압) 간의 차이로서, 일반적으로 백분율로 표시 [IEV 604-01-17]

### 3.5.2 전압 변화(change)

불특정 기간 동안 유지되는 두 연속 레벨 간의 실효 또는 최대 전압치수의 변동

주) 실효 또는 최대 전압치수가 애플리케이션에 따라 선정되는지 그리고 어떤 것을 사용하는 지를 명시해야 한다. [IEV 161-08-01]

### 3.5.3 순간 전압 변동(fluctuation)

일련의 전압 변화 또는 실효나 최대 전압치수의 지속적인 변화

주) 실효 또는 최대 전압치수가 애플리케이션에 따라 선정되는지의 여부와 어떤 것을 사용하는 지를 명시해야 한다. [IEV 161-08-05]

### 3.5.4 전압 강하(dip)

전기 시스템의 한 지점에서 전압이 급격히 감소하였다가 수 사이클에서 수 초의 단 시간 내에 전압이 회복되는 현상 [IEV 604-01-25, IEC 161-08-10]

## 4. 공통 요구규격

### 4.1 일반 조건

방사 또는 내성의 관점에서 모든 현상은 개별적으로 고려해야 한다. 허용기준은 누적 효과를 고려하지 않는 조건에 대해 주어진다.

EMC 상황의 실제적 평가를 위해서는 전형적인 구성이 선정되어야 한다.

내성 평가를 위한 시험 응용은 특별 PDS, 그 구성, 그 포트 및 기술과 동작 조건에 따라 달라질 수 있다(부록 참조).

### 4.2 시험

#### 4.2.1 조건

KS C IEC 60146-1-1과 KS C IEC 61800-2는 형식시험, 루틴 시험 및 특별 시험을 구분한다. 별도의 언급이 없다면, 이 시험방법에 규정된 모든 시험은 형식시험이다. 기기는 이 시험방법에서 규정된 방법에 의하여 측정될 때 EMC 요구규격에 적합해야 한다.

주1) 지역적 전파 이동 규정으로 인하여 몇몇 내성 시험은 그것이 수행되는 장소의 선정을 제약하는 조건에 구속될 수 있다.

필요하다면, EMC 시험을 수행하는 동안 기기 고장으로 인해 야기될 수 있는 비의도적 영향이 전체 과정에 미치지 않도록 조치를 취해야 한다.

시험 시에는, 제조자가 규정한 케이블 및 접지 규칙을 이용하여 제조자 권장 전동기에 CDM을 연결해야 한다. 제조자가 허용한 경우 대체 수단으로, 수동 시험 부하(저항성, 또는 저항 및 유도성)를 적용할 수 있다 (예: 저주파 방사의 평가 시).

주2) 고주파 방사의 경우 차동 및 공통 모드 전기 용량 및 커플링을 모의시험해야 하기 때문에, 수동 시험 부하가 이 애플리케이션에 적합하지 않을 수 있다.

시험, 시험법, 시험의 특성과 시험기기에 대한 설명은 관련 표준에 주어져 있으므로 이 시험방법에서는 반복하지 않기로 한다. 다만, 시험의 실제 실행이나 응용에 변형이나 추가 요구규격, 정보 또는 특수 시험법이 필요하다면 이러한 내용들이 이 시험방법에 주어질 것이다.

#### 4.2.2 시험 보고서

시험 결과는 시험 보고서에 반드시 기록해야 한다. 보고서는 시험에 관련된 모든 정보(예를 들어 부하조건, 케이블 포설 등)를 모호함이 없이 명확하게 나타내야 한다. 합격 기준에 대한 기준 한도의 기능적 설명 및 정의는 제조자에 의해 제공되어야 하며 시험 보고서에 명기해야 한다.

시험 보고서 내에는 시험기기의 선택에 대한 정당성을 설명해야 한다. 실제 동작 조건을 모의 시험하고 모든 관련 종단(termination) 유형이 포함되는지를 확인하기 위해 충분히 많은 수의 포트를 선택해야 한다. 시험은 정격 전원 전압에서 재현 가능한 방식을 통해 수행해야 한다.

#### 4.3 사용자를 위한 문서

이 시험방법의 구성과 허용기준의 설정은 설치자나 사용자가 제조자의 EMC 권고사항을 따른다는 것에 기초한다.

제조자는 원하는 환경의 일반적인 시스템 또는 프로세스에 BDM, CDM 또는 PDS를 정확하게 설치하기 위한 설명서를 제공해야 한다. 이러한 정보에는 6.1 및 표 14에 요구되어 있는 모든 방출 경고사항이 포함된다. 또한 BDM, CDM 또는 PDS의 내성이 제2환경에 적합하지 않은 경우에는 5.3.2에 요구되어 있는 경고사항을 포함해야 한다.

주1) 방출의 관점에서, 카테고리 C1과 같이 방출이 낮은 PDS(또는 BDM이나 CDM)는 언제든지 카테고리 C3과 같이 방출이 높은 것을 대신하여 사용할 수 있다.

주2) 방출 카테고리는 내성과 무관하다. 일례로, PDS의 방출 카테고리가 C1이라고 해서 그 내성이 1차환경에만 적합하다는 것을 의미하진 않는다.

또한 추가 부품이 필요하거나 전용 환경을 EMC 요구규격에 일치하게 하기 위해 특별 수단을 취해야 하는 경우 이를 사용자에게 알려야 한다.

이에 대하여 다음 사항이 포함될 수 있다.

- 배전망의 허용 가능한 최대 및 최소 임피던스
- 차폐 또는 특수 케이블의 사용(전력 및/또는 제어)
- 케이블 차폐 연결 요구규격
- 케이블의 최대 허용 길이
- 케이블 분리
- 필터와 같은 외부 기기의 사용
- 기능 접지와 올바른 접합

다른 기기나 연결 조건이 다른 환경에 적용되는 경우, 이것 또한 알려야 한다.

PDS에 추가할 수 있고 내성 및/또는 방사 요구규격에 일치하는 부속 기기의 목록(예를 들어 선택 또는 증대)을 이용할 수 있어야 한다.

또한 이 정보는 최종 권장 배치를 명확히 하기 위하여 시험 보고서의 일부에 언급될 수 있다.

## 5. 내성 요구규격

### 5.1 일반 조건

#### 5.1.1 성능 평가 기준

PDS, CDM 또는 BDM의 기능에 관련된 시스템의 성능은 전체적으로 제조자가 명시하여야 한다.

PDS, CDM 또는 BDM의 하위-구성품 기능에 관련된 하위-구성품의 성능은 제조자가 명시하여야 한다.

하위-구성품의 성능은 내성을 보여주는 시스템 성능 대신에 다른 방법으로 시험되어야 한다(5.1.2 참조).

이 시험방법이 하위-구성품(CDM/BDM의 부품)의 시험을 다루고 있으나, 하위-구성품의 개별 적합성 평가를 위해 사용되는 것은 아니다.

합격 기준은 외부 방해에 대한 PDS의 성능을 점검하기 위해 사용해야 한다. 그림 1에 따라 모든 설비의 EMC 관점에서 적절하게 동작해야 한다. PDS는 대형 프로세스의 기능적 시퀀스의 일부이기 때문에 PDS 성능 변화로 인해 야기되는 이 프로세스에 대한 영향을 예측하는 것은 어렵다(부록 E 참조).

PDS의 주 기능은 전기적 형태와 기계적 형태 사이의 에너지 전환이고, 이것을 실행하는 데 필요한 정보처리이다.

표 1은 PDS 및 PDS 하위-구성품에 대해, 주어진 방해의 영향을 세 개의 성능 평가 기준 A, B, C로 분류한 것이다.

5.2 및 5.3에는 각 현상에 대한 평가 기준이 명시되어 있다.

### 5.1.2 성능 형태의 선정

#### 5.1.2.1 일반 또는 특수 성능

표 1의 일반 성능 항목은 PDS의 대표적인 구성 및 특수 응용에 따라 정의해야 한다. 이러한 항목을 선택하는 것은 제조자의 책임이다.

특수 성능, 토크 발생 특성은 소비자 요구규격에 의해 명확하게 정의가 된 경우에만 시험해야 한다. 이때 토크 발생 성능은 직접 또는 간접적으로 시험할 수 있다. 직접 시험은 EMC 내성 토크 측정계를 사용하여 토크 방해를 측정한다.

토크 성능은 방해를 가할 때 규정된 허용차 내에서 전류 또는 속도 상수를 유지할 수 있는 능력을 통해 정의할 수 있다(5.1.3 참조). 따라서 전류 성능 시험은 토크 발생 성능의 간접적 시험으로 사용될 수 있다. EMC 평가의 경우, 별도로 합의하지 않았다면 전력 컨버터의 출력 전류는 충분한 정확도를 보유한 토크를 가진 것으로 볼 수 있다. 다른 관점에서, 간접 시험은 총 관성 성능을 제공하는 규정된 속도를 사용할 수 있다.

#### 5.1.2.2 하위-구성품 성능

하위-구성품 성능과 관련된 하위-구성품 시험은 PDS가 PDS의 물리적 크기나 정격 공급 용량이나 부하조건에 대한 전류의 허용기준으로 인하여 시험장에서의 동작이 불가능한 경우에 사용된다.

이러한 경우, 시험의 셋업은 시험하고자 하는 하위-구성품이나 PDS에 적용된 방해의 가장 높은 레벨로부터 영향을 받지 않아야 한다.

선택적인 액세서리가 있는 경우, 이것을 포함하여 정보 처리와 감지 기능의 시험은 관련된 포트나 인터페이스가 PDS에서 유효한 경우에만 수행되어야 한다. 표 1에 따라, 기능이 부여되어 있다면 하위-구성품 성능의 시험은 이 시험방법에 적합한 것을 확인하는 것으로 충분하다.

표 1. 전자파 방해에 대한 PDS의 성능 평가 기준

항 목	성능 평가 기준 <sup>주1)</sup>		
	A	B	C
일반 성능	동작 상태에 대한 변화는 거의 없음  규정된 허용차 내에서 올바른 동작	동작 상태의 두드러진 (시각 또는 청각으로 감지 가능) 변화  자체 회복 가능	동작 정지, 동작 상태 변화 보호장치 동작 <sup>주2)</sup>  자체 회복 불가능
특수 성능, 토크 발생 특성	규정된 허용차 내에서 토크 편차	규정된 허용차 범위를 벗어난 일시적 토크 편차  자체 회복 가능	토크 불안정성  자체 회복 불가능
하 위 - 구 성 품 성능,  전력전자 회로 및 구동회로의 동작	전력용 반도체에 대한 오동작 없음	가변속 PDS에서 동작 정지 (의도하지 않은 동작 정지)를 야기할 수 없는 일시적 오동작	동작 정지, 보호장치의 동작 <sup>주2)</sup> 저장 프로그램의 손상 없음 사용자 프로그램의 손상 없음 설정의 손상 없음 자체 회복 불가능
하 위 - 구 성 품 성능,  정보 처리 및 감지 기능	외부 기기와의 통신과 데이터 교환이 방해없이 이루어 짐	일시적인 통신 방해 다만, 동작의 정지를 야기할 수 있는 내부 또는 외부 장치의 오류가 없어야 함	통신 오류, 데이터 및 정보 손상 저장 프로그램의 손상 없음 사용자 프로그램의 손상 없음 설정의 손상 없음 자체 회복 불가능
하 위 - 구 성 품 성능,  디 스 플 레 이 및 제 어 반 의 동작	약간의 LED 광도 불안정 약간의 문자 움직임을 제외하고 시각적 디스플레이 정보 변화 없음	일시적인 정보의 시각적 변화, 불쾌함을 일으키는 LED 조도	동작 정지, 영구적인 정보 손실 또는 허용되지 않은 동작 모드, 명백하게 잘못된 디스플레이 정보 저장 프로그램의 손상 없음 사용자 프로그램의 손상 없음 설정의 손상 없음
<p>주1) 기준 A, B, C : 내성신호를 인가하기 위하여 준비 중인 기기의 초기단계부터 오류가 발생하는 경우에는 적용하지 않는다. 내성신호를 인가하기 위하여 준비 중인 기기의 초기단계에서의 오류는 정상적으로 동작하는 “정지”모드와는 구분되어야 한다.</p> <p>주2) 기준 C : 기능은 운영자에 의해 다시 회복될 수 있다(수동 리셋). 퓨즈 개방은 인버터모드에서 동작하는 선-정류형(line-commutated) 컨버터를 이용하는 경우 허용된다.</p>			



### 5.1.3 시험 중 조건

부하는 제조자의 시방 범위 이내에 있어야 하며, 실제 부하는 시험 보고서에 기록되어야 한다.

토크 발생 특성 및 정보 처리와 감지 기능 시험에는 시험 방해의 기생 결합에 알맞은 내성을 갖춘 특수 시험기기가 필요하다. 이 시험은 시험 셋업의 내성이 기준 측정을 통해 증명된 경우에만 사용할 수 있다. 토크 방해 평가는 토크 변환기(transducer)나 토크 발생 전류의 측정 또는 계산 및 기타 간접 기술을 통해 수행할 수 있다. 알맞은 내성 부하는 시험 현장에서 유용해야 한다.

정보 처리 또는 감지 기능의 성능을 시험할 때에는 적절한 기기를 활용하여 데이터 통신이나 데이터 평가를 모의 시험할 수 있어야 한다. 이 기기는 시험 중 올바르게 동작할 수 있도록 충분한 내성을 갖추어야 한다.

전동기는 관련 표준에 따라 해당 제조자가 시험해 왔기 때문에, 센서를 제외한 PDS의 전동기는 추가 EMC 내성 시험을 수행하지 않아도 된다. 따라서 전동기가 시험 기간 동안 BDM/CDM에 연결되어 있는 한 전동기 자체에 대한 EMC 내성 시험은 필요하지 않다.

시험은 선택 부속품의 포트를 비롯하여 관련 포트에 대해 수행해야 하며, 한 포트씩 차례대로 잘 정의되고 재현 가능한 방식으로 수행해야 한다. 그러나 여러 개의 프로세스 측정 및 제어 포트 또는 신호 인터페이스가 동일한 물리적 구성(배치)을 가지는 경우, 한 포트 또는 그 형식의 인터페이스를 시험하는 것으로 충분하다.

5.2와 5.3에 최소 요구규격, 시험 및 합격 기준이 명시되어 있다. 합격 기준은 5.1.1을 참조한다.

## 5.2 기본 내성 요구규격—저주파 방해

### 5.2.1 기본 원칙

이 항목에서의 요구규격은 저주파 방해에 대한 PDS의 내성을 계획하는 데 사용해야 한다.

제조자는 내성 요구규격에 대하여 시험으로 적합성을 보여야 한다. 다만, 시험환경, 시험설비 등의 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능한 경우, 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 방법으로 적합성을 증명할 수 있다. 별도로 언급된 사항이 없다면, 전력 회로가 요구되는 합격 기준에 적합하고 입력 회로(필터 등)의 정격이 초과하지 않는 것을 검증하는 것으로 충분하다.

주1) 대부분의 이러한 현상은 포괄적인 기준에 의하여 요구되지는 않으나, PDS의 전력 회로의 설계에 중요하다. 대부분의 이러한 현상에 대응하기 위한 시험 내성은 특별히 입력전류가 16 A를 초과하거나 공급 전압이 400 V를 초과하는 경우에 어렵다. 그러나 다년간의 경험은 전력 회로가 정상적으로 동작함으로써 제어부와 보조기 기술의 내성이 적절함을 보여준다. 이것은 PDS에 존재하는 자연적인 감결함에 의한 것이다. 이러한 감결함의 예로서 송풍기의 경우, 전력 공급과 보조기기 절차의 시간 상수가 있다.

이 시험방법의 요구규격에 대한 적합성은 사용자 설명서에 표기되어야 한다. 적합성이 시험에 의하여 검증될 경우, KN 61000-4 시리즈의 기본 시험방법이 고려될 수 있다(B.7 참조).

주2) 주전원과 보조전원이 있다면, 이에 대한 전기적 동작 조건은 관련된 기준인 KS C IEC 61800-1이나 KS C IEC 61800-2, KS C IEC 61800-4에 PDS 동작 조건이 이미 정의되어 있다. 이러한 동작 조건은 주파수 변동, 주파수 변화율, 전압 변화, 전압 변동, 전압 불평형, 고조파 및 정류 노치를 포함한다.

## 5.2.2 고조파 및 정류 노치/전압 왜곡

### 5.2.2.1 저압 PDS-(전압 왜곡)

BDM, CDM 또는 PDS는 표2, 표3 및 표4에 제시되어 있는 성능 평가기준을 충족하면서 동시에 내성 레벨을 견뎌야 한다. 이러한 수준이 입력 회로(필터 등)의 정격 초과 현상을 유발하지 않는다는 것을 입증해야 한다. 전환 노치 분석은 시간 영역에서 이루어져야 한다. 제조자는 내성시험을 통해 적합성을 입증하여야 하며, 전동기에 연결된 PDS를 이용하여 시험을 실시해야 한다. 다만, 시험·측정이 불가능한 경우, 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다. 상당 정격 16 A 미만인 기기의 경우, KS C IEC 61000-4-13의 시험 방법을 적용할 수 있다.

주) 노치에서 THD에 이르는 주파수 영역 분석이 위험한 영향을 모두 설명하지는 않는다. B.1 참조.

표 2. 저압 PDS의 전원 포트에 대한 총고조파왜곡률(THD) 최소 내성 요구규격

현상	제1환경		제2환경		성능 평가 기준
	시험방법	레벨	시험방법	시험레벨	
총 고조파 왜곡률	KN 61000-2-2	8 %	KN 61000-2-4 3급	12 %	A

표 3. 저압 PDS의 전원 포트에 대한 개별 고조파 차수 최소 내성 요구규격

현상 고조파 차수	제1환경		제2환경		성능 평가 기준
	시험방법	시험레벨	시험방법	시험레벨	
2	KS C IEC 61000-4-13 2급 <sup>주1)</sup>	3 %	KS C IEC 61000-4-13 3급 <sup>주2)</sup>	5 %	A
3		8 %		9 %	
4		1.5 %		2 %	
5		9 %		12 %	
짝수 차수 6 ≤ h ≤ 40		요구규격 없음		1.5 %	
7		7.5 %		10 %	
9		2.5 %		4 %	
11		5 %		7 %	
13		4.5 %		7 %	
15		요구규격 없음		3 %	
17		3 %		6 %	
19		2 %		6 %	
21		요구규격 없음		2 %	
23		2 %		6 %	
25		2 %		6 %	
27		요구규격 없음		2 %	
29		1.5 %		5 %	
31		1.5 %		3 %	
33		요구규격 없음		2 %	
35		1.5 %		3 %	
37	1.5 %	3 %			
39	요구규격 없음	2 %			
주1) 개별 고조파 차수에 대한 시험레벨은 KS C IEC 61000-4-13의 2급 레벨이다 (이러한 레벨은 KN 61000-2-4의 적합성 레벨의 약 1.5배이다).					
주2) 개별 고조파 차수에 대한 시험레벨은 KS C IEC 61000-4-13의 3급 레벨이다 (이러한 레벨은 KN 61000-2-4의 적합성 레벨의 약 1.5배이다).					

표 4. 저압 PDS의 전원 포트 상에 대한 정류 노치 최소 내성 요구규격

현상	제1환경		제2환경		성능 평가 기준
	시험방법	시험레벨	시험방법	시험레벨	
정류 노치	없음	요구규격 없음	KS C IEC 60146-1-1 B급	깊이 = 40 % 총 면적 = 250 [% × 각도(°)]	A

## 5.2.2.2 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS-(전압 왜곡)

## 5.2.2.2.1 주전원 포트

PDS 또는 BDM/CDM은 표 5에 주어진 내성 시험레벨을 견뎌야 한다. 이 시험레벨이 입력 회로(필터 등)의 정격을 초과하지 않음이 검증되어야 한다. 정류 노치의 분석은 시간 영역에서 수행되어야 한다. 시험환경, 시험설비 등의 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능하여 내성시험을 통해 적합성을 입증할 수 없는 경우는 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.

주) 총 고조파 왜곡에 대한 노치의 주파수영역 분석이 특정 형태의 위험한 영향을 명백히 보여주지는 않는다. B.1 참조.

표 5. 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS의 전원 포트에 대한  
고조파, 정류 노치/전압 왜곡 최소 내성 요구규격

현상	시험방법	시험레벨	성능 평가 기준
고조파 (총 고조파 왜곡률 및 개별고조파)	KN 61000-2-4	3급 적합성 레벨의 수치	A
고조파 단기(<15 초)	KN 61000-2-4	2급 영구적 호환 레벨의 1.5배 수치	A
정류 노치	KS C IEC 60146-1-1	깊이=40 % $U_{LWM}$ (B급) 면적 <sup>주)</sup> =125 [% × 도(°)](3급)	A
주) KS C IEC 60146-1-1의 C급이 변압기의 1차측에 해당한다.			

#### 5.2.2.2.2 보조전원 포트

PDS의 보조전원 포트는 표 2, 표 3, 표 4에 제시되어 있는 제2환경에 대한 내성 레벨을 견디면서 동시에 이들 표에 기재된 성능 평가기준을 충족해야 한다. 이 시험레벨이 입력 회로(필터 등)의 정격 초과를 야기하지 않음이 검증되어야 한다. 정류 노치의 분석은 시간 영역에서 수행되어야 한다. 시험환경, 시험설비 등의 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능하여 내성시험을 통해 적합성을 입증할 수 없는 경우는 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.

주) 총 고조파 왜곡에 대한 노치의 주파수영역 분석이 특정 형태의 위험한 영향을 명백히 보여주지는 않는다. B.1 참조.

### 5.2.3 전압 편차, 전압강하 및 순간정전

#### 5.2.3.1 저압 PDS(전압 편차)

PDS 또는 BDM/CDM은 표 6에 주어진 내성 시험레벨을 견뎌야 한다. 제조자는 내성시험을 통해 적합

성을 입증하여야 하며, 전동기에 연결된 PDS를 이용하여 시험을 실시해야 한다. 다만, 시험·측정이 불가능한 경우, 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.

표 6. 저압 PDS의 전원 포트에 대한 전압편차, 전압강하, 순간정전 최소 내성 요구규격

현상	제1환경			제2환경			성능 평가 기준
	시험방법	시험레벨		시험방법	시험레벨		
전압편차 (1분 경과후 부터 적용)	KN 61000-2-2	± 10 % <sup>주1), 주5)</sup>		KN 61000-2-4 2급	± 10 % <sup>주1), 주5)</sup>		A <sup>주2)</sup>
전압강하 <sup>주6)</sup>	KN 61000-4-11 또는 KS C IEC 61000-4-34 2급 <sup>주7)</sup>	잔류 전압 0 %  70 %	사이클  1  25/30 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-11 또는 KS C IEC 61000-4-34 3급 <sup>주7)</sup>	잔류 전압 0 % 40 % 70 % 80 %	사이클  1 10/12 <sup>주3)</sup> 25/30 <sup>주3)</sup> 250/300 <sup>주3)</sup>	C <sup>주4)</sup>
순간정전	KN 61000-4-11 또는 KS C IEC 61000-4-34 2급 <sup>주7)</sup>	잔류 전압  0 %	사이클   250/300 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-11 또는 KS C IEC 61000-4-34 3급 <sup>주7)</sup>	잔류 전압  0 %	사이클   250/300 <sup>주3)</sup>	C <sup>주4)</sup>

주1) “전압 편차”는 공칭 공급 전압에 대한 공급 전압의 변동의 비를 의미한다. 3상 PDS의 전압 편차 시험 시에는 3상의 전압을 모두 동시에 올리거나 내려야 한다. 부록 F 참조.

주2) 전압이 공칭 값 미만일 경우, 전압에 종속적인 최대 출력 정격(속도/토크)이 감소될 수 있다.

주3) 사이클 x/y의 의미는 50 Hz 주파수에 대한 내성시험 시험조건 x를 적용하고, 60 Hz 주파수에 대한 내성시험 시험조건은 y를 적용한다.

주4) 인버터 모드에서 작동하는 선-정류형(line-commutated) 컨버터의 경우 퓨즈 개방이 허용된다.

주5) 전압 편차를 내성 시험을 하기 위한 전압 변동을 최대 스텝 크기는 내성 시험조건 범위 내에서 제1환경의 경우 8 %, 제2환경의 경우 12 %이며, 전압 변동의 반복 주기 T는 5 초, 지속시간 t는 2 초로 규정한다.

주6) 전류 정격이 75 A 이상인 전원 포트에는 KS C IEC 61400-21:2008의 7.5에 의거한 전압 강하 시험방법을 적용할 수 있다.

주7) KN 61000-4-11은 정격 16 A 이하의 기기에 적용되며 KS C IEC 61000-4-34는 정격 16 A를 초과하는 기기에 적용된다.

- 주1) PDS는 에너지 변환용으로 사용되며 전압 강하는 가용 에너지의 손실을 의미한다. 전압 강하가 30 % ~50 %의 폭으로 0.3 s 간 지속되는 경우에도 안전상의 이유로 전원 차단이 필요 할 수 있다.
- 주2) 단지 몇 ms 동안이라도 입력 전압 감소는 재생 모드 하에서 동작하는 선-정류형(line-commutated) 사이리스터 컨버터에 적용되면 퓨즈의 소손을 초래할 수 있다.
- 주3) 프로세스에 대한 전압 강하(에너지 감소)의 영향은 이 프로세스에 대해 자세히 알지 못하면 정의하기가 어렵다. 이 영향은 기기 및 정격 측면이며, 통상적으로 PDS에 대한 전력 수요(손실 포함)가 가용한 전력보다 높은 경우 가장 크다.

가능하면서 위험이 뒤따르지 않는 경우, 짧은 정전 중 PDS의 작용은 PDS의 표준 동작 조건 중 주전원을 폐로 및 개로함으로써 검증할 수 있다(B.6.1 참조).

제작자는 전압 강하나 순간 정전으로부터 야기되는 성능의 저하에 대한 사용자 지침서를 기술해야 한다.

주4) 내성의 향상(UPS, 예비 발생기, 경감 등 이용)은 PDS의 크기 및 비용을 상당히 증가시키는 반면, 효율성 및 역률을 감소시킬 수 있다. 자동 재시동과 같은 동작은 안전 중요성을 가질 수 있으며, 이 시험방법에서는 다루지 않는다.

### 5.2.3.2 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS(전압 편차)

#### 5.2.3.2.1 주전원 포트

PDS의 주전원 포트는 표 7에 주어진 내성 시험레벨을 견뎌야 한다. 시험환경, 시험설비 등의 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능하여 내성시험을 통해 적합성을 입증할 수 없는 경우는 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.

표 7. 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS의 주전원 포트에 대한  
전압편차, 전압강하, 순간정전 최소 내성 요구규격

현상	시험방법	시험레벨		성능 평가 기준
1 분을 초과하는 전압편차	KN 61000-2-4 3급	±10 %		A <sup>주1)</sup>
1 분을 초과하지 않는 전압편차	KN 61000-2-4 3급	+ 10 % / - 15 %		A <sup>주1)</sup>
전압강하	KS C IEC 61000-4-34 <sup>주2)</sup>	잔류 전압 0 % 40 % 70 % 80 %	사이클 1 10/12 <sup>주3)</sup> 25/30 <sup>주3)</sup> 250/300 <sup>주3)</sup>	C <sup>주4)</sup>
순간정전	KS C IEC 61000-4-34 <sup>주2)</sup>	잔류 전압 0 %	사이클 250/300 <sup>주3)</sup>	C <sup>주4)</sup>

주1) “전압 편차”는 공칭 공급 전압에 대한 공급 전압의 변동의 비를 의미한다. 3상 PDS의 전압 편차 시험 시에는 3상의 전압을 모두 동시에 올리거나 내려야 한다. 전압 편차를 고려할 때, 모든 스텝 전압은 공칭 전압의 ± 12 %를 초과하지 않아야 하며 스텝 간의 시간은 2 초 이상이어야 한다.  
전압이 공칭 값 미만일 경우, 전압 종속적인 최대 출력 정격(속도/토크)이 감소될 수 있다.

주2) 일반적인 전압강하 깊이 및 기간은 IEC 61000-2-8에 제시되어 있다.

주3) 사이클 x/y의 의미는 50 Hz 주파수에 대한 내성시험 시험조건 x를 적용하고, 60 Hz 주파수에 대한 내성시험 시험조건은 y를 적용한다.

주4) 인버터 모드에서 작동하는 선-정류형(line-commutated) 컨버터의 경우 퓨즈 개방이 허용된다.

제작자는 전압 강하나 순간 정전으로부터 야기되는 성능 저하에 대해 사용자 설명서에 기술해야 한다.

### 5.2.3.2.2 보조전원 포트

PDS의 보조전원 포트는 표 8에 주어진 내성 시험레벨을 견뎌야 한다. 시험환경, 시험설비 등의 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능하여 내성시험을 통해 적합성을 입증할 수 없는 경우는 제조자와 시험소 간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.

표 8. PDS의 저압 보조전원 포트에 대한 전압편차, 전압강하, 순간정전 최소 내성 요구규격

현상	시험방법	시험레벨		성능 평가 기준
1 분을 초과하는 전압편차	KN 61000-2-4 3급	$\pm 10 \%$		A
1 분을 초과하지 않는 전압편차	KN 61000-2-4 3급	$+10 \%$ / $- 15 \%$		A
전압강하	KN 61000-4-11 또는 KS C IEC 61000-4-34 주2)	잔류 전압 0 % 40 % 70 % 80 %	사이클 1 10/12 <sup>주1)</sup> 25/30 <sup>주1)</sup> 250/300 <sup>주1)</sup>	C
순간정전	KN 61000-4-11 또는 KS C IEC 61000-4-34 3급 주2)	잔류 전압 0 %	사이클 250/300 <sup>주1)</sup>	C
주1) 사이클 x/y의 의미는 50 Hz 주파수에 대한 내성시험 시험조건 x를 적용하고, 60 Hz 주파수에 대한 내성시험 시험조건은 y를 적용한다. 주2) KN 61000-4-11은 정격 16 A 이하의 기기에 적용되며 KS C IEC 61000-4-34는 정격 16 A를 초과하는 기기에 적용된다.				

### 5.2.4 전압 불평형 및 주파수 변동

#### 5.2.4.1 저압 PDS

불평형의 정의와 평가는 B.5.2에 기술되어 있다.

PDS 또는 BDM/CDM은 표 9에 주어진 내성 시험레벨을 견뎌야 한다. 제조자는 내성시험을 통해 적합성을 입증하여야 하며, 전동기에 연결된 PDS를 이용하여 시험을 실시해야 한다. 다만, 시험·측정이 불가능한 경우, 제조자와 시험소 간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.

표 9. 저압 PDS의 전원 포트에 대한 전압 불평형, 주파수변동 최소 내성 요구규격

현상	제1환경		제2환경		성능 평가 기준
	시험방법	시험레벨	시험방법	시험레벨	
전압 불평형 <sup>주1)</sup>	KN 61000-2-2	역상분 2 % <sup>주3)</sup>	KN 61000-2-4 3 급	역상분 3 % <sup>주3)</sup>	A
주파수변동	KN 61000-2-2	$\pm 2$ % <sup>주2)</sup>	KN 61000-2-4	$\pm 2$ % <sup>주2)</sup> $\pm 4$ % (전원이 공공배전망에서 분리된 경우) <sup>주2)</sup>	A
주1) 단상 PDS의 경우 해당 없음. 주2) 주파수 변동율은 1 %/초 이다. 단, 전원이 공공배전망에서 분리된 경우는 2 %/초. 부록 F 참조. 주3) 세부 시험조건은 부록 F 참조.					

#### 5.2.4.2 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS

##### 5.2.4.2.1 주전원 포트

전압 불평형의 정의와 평가는 B.5.2에 기술되어 있다.

PDS 또는 BDM/CDM은 표 10에 주어진 내성 시험레벨을 견뎌야 한다. 시험환경, 시험설비 등의 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능하여 내성시험을 통해 적합성을 입증할 수 없는 경우는 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.

표 10. 1 000 V 초과 정격전압 주전원 포트에 대한 전압 불평형, 주파수변동 최소 내성 요구규격

현상	시험방법	시험레벨	성능 평가 기준
전압 불평형	KN 61000-2-4 2급	역상분 2 %	A
주파수변동	KN 61000-2-4	±2 % <sup>주)</sup>	A
		±4 % (전원이 공공배전망에서 분리된 경우) <sup>주)</sup>	A
주) 주파수 변동율은 1 %/초 이다. 단, 전원이 공공배전망에서 분리된 경우는 2 %/초. 부록 F 참조.			

##### 5.2.4.2.2 보조전원 포트

전압 불평형의 정의와 평가는 B.5.2에 기술되어 있다.

PDS의 보조전원 포트는 표 11에 주어진 내성 시험레벨을 견뎌야 한다. 시험환경, 시험설비 등의 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능하여 내성시험을 통해 적합성을 입증할 수 없는 경우는 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.



표 11. PDS의 저압 보조전원 포트에 대한 전압 불평형, 주파수변동 최소 내성 요구규격

현상	시험방법	시험레벨	성능 평가 기준
전압 불평형	KN 61000-2-4 3급	역상분 3 %	A
주파수변동	KN 61000-2-4	$\pm 2$ %	A
		$\pm 4$ % (전원이 공공배전망에서 분리된 경우)	A

### 5.2.5 영향-자기장

KN 61000-4-8에 따르는 내성 시험은 요구되지 않는다(A.3.1의 설명 참조).

## 5.3 기본 내성 요구규격-고주파 방해

### 5.3.1 조건

다음 표 12와 13에서는 고주파 방해 시험에 대한 최소 내성 요구규격과 합격 기준을 명시하고 있다. 성능 평가 기준은 5.1.1을 참조하기 바란다. 설명은 A.3에 주어져 있다.

### 5.3.2 제1환경

표 12에 있는 시험레벨은 제1환경에서 사용되고자 하는 PDS에 적용한다.

만일 CDM/BDM이 표 12에 따른 내성을 갖도록 설계되었다면 이 기기들이 산업용 환경에서 사용하기 위해 고안된 것이 아님을 나타내는 경고사항 문구를 사용설명서에 포함시키거나 기기에 부착해야 한다.

표 12. 제1환경에서 사용하도록 고안된 PDS에 대한 최소 내성 요구규격

적용포트	현상	시험방법	시험레벨	성능 평가 기준
합체포트	정전기방전	KN 61000-4-2	$\pm 4$ kV(접촉방전) 또는 $\pm 8$ kV (기중방전, 접촉방전이 불가능한 경우)	B
	방사성 RF 전자기장	KN 61000-4-3 5.3.4도 참조	80 MHz ~ 1 000 MHz 3 V/m 80 % AM(1 kHz)	A
	방사성 RF 전자기장	KN 61000-4-3 5.3.4도 참조	1.4 GHz ~ 2.0 GHz 3 V/m 80 % AM(1 kHz)	A
	방사성 RF 전자기장	KN 61000-4-3 5.3.4도 참조	2.0 GHz~2.7 GHz 1 V/m 80 % AM(1 kHz)	A
전원포트 (60 V이하 보조 직류전원 포트 제외)	전기적 빠른 과도현상	KN 61000-4-4	$\pm 1$ kV/5 kHz <sup>주1)</sup>	B
	서지 <sup>주2)</sup>	KN 61000-4-5	$\pm 1$ kV (선-선간) $\pm 2$ kV (선-접지간) 1.2/50(8/20) (Tr/Th $\mu$ s)	B
	전도성 RF 전자기장	KN 61000-4-6 5.3.4도 참조	0.15 MHz ~ 80 MHz 3 V 80 % AM(1 kHz)	A
전원 인터페이스	전기적 빠른 과도현상 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-4	$\pm 1$ kV/5 kHz 용량성 클램프	B
프로세스 측정 및 제어포트, 신호 인터페이스 포트, 60 V이하 보조 직류전원 포트	전기적 빠른 과도현상 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-4	$\pm 1$ kV/5 kHz 용량성 클램프	B
	전도성 RF 전자기장 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-6 5.3.4도 참조	0.15 MHz ~ 80 MHz 3 V 80 % AM(1 kHz)	A
<p>주1) 전류 정격이 100 A 미만인 전원 포트: 결합/감결합 회로망을 이용하여 직접 결합. 전류 정격이 100 A 이상인 전원 포트: 직접 결합 또는 감결합 회로망이 없는 용량성 클램프. 용량성 클램프를 사용하는 경우, 시험 레벨은 <math>\pm 2</math> kV/5 kHz여야 한다.</p> <p>주2) 5.1.3에 규정된 경부하 시험 조건하에서 전류 소비가 63 A 미만인 전원 포트에만 적용 가능. 기본 절연의 정격 충격전압을 초과하지 않아야 한다 (KS C IEC 60664-1 참조).</p> <p>주3) 제조자의 기능 사양에 준하는 연결 케이블 길이가 3 m를 초과하는 포트 또는 인터페이스의 경우에만 적용한다.</p>				

### 5.3.3 제2환경

표 13에 있는 레벨은 제2환경에서 사용하고자 하는 PDS에 적용하여야 한다. 이 시험방법은 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS의 저압 포트 또는 저압 인터페이스(전원, 신호)에도 적용한다.

주) 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS의 저압 포트 및 인터페이스 예로는 다음과 같은 것들이 있다.

저압 함체 포트	부속물, 제어부 및 보호부의 함체
저압 전원 포트	PDS의 저압 전원장치
저압 전원 인터페이스	PDS 주요 구성품 내의 보조전원 배전망
저압 신호 인터페이스	PDS 주요 구성품 내의 저압 신호 인터페이스
저압 프로세스 포트	PDS의 신호 포트

표 13. 제2환경에서 사용하도록 고안된 PDS에 대한 최소 내성 요구규격

적용포트	현상	시험방법	시험레벨	성능 평가 기준
합체 포트	정전기방전	KN 61000-4-2	$\pm 4$ kV(접촉방전) 또는 $\pm 8$ kV(기중방전, 접촉방전이 불가능한 경우)	B
	방사성 RF 전자기장	KN 61000-4-3 5.3.4도 참조	80 MHz ~ 1000 MHz 10 V/m 80 % AM(1 kHz)	A
	방사성 RF 전자기장	KN 61000-4-3 5.3.4도 참조	1.4 GHz ~ 2.0 GHz 3 V/m 80 % AM(1 kHz)	A
	방사성 RF 전자기장	KN 61000-4-3 5.3.4도 참조	2.0 GHz ~ 2.7 GHz 1 V/m 80 % AM(1 kHz)	A
전원 포트 (60 V이하 보조 직류전원 포트 제외)	전기적 빠른 과도현상	KN 61000-4-4	$\pm 2$ kV/5 kHz <sup>주1)</sup>	B
	서지 <sup>주2)</sup>	KN 61000-4-5	$\pm 1$ kV(선-선간) $\pm 2$ kV(선-접지간) 1.2/50(8/20) (Tr/Th $\mu$ s)	B
	전도성 RF 전자기장 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-6 5.3.4도 참조	0.15 MHz ~ 80 MHz 10 V 80 % AM(1 kHz)	A
전원 인터페이스	전기적 빠른 과도현상 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-4	$\pm 2$ kV/5 kHz 용량성 클램프	B
신호 인터페이스	전기적 빠른 과도현상 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-4	$\pm 1$ kV/5 kHz 용량성 클램프	B
	전도성 RF 전자기장 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-6 5.3.4도 참조	0.15 MHz ~ 80 MHz 10 V 80 % AM(1 kHz)	A
프로세스 측정 및 제어 포트,  60 V이하 보조 직류전원 포트	전기적 빠른 과도현상 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-4	$\pm 2$ kV/5 kHz 용량성 클램프	B
	서지 <sup>주2)</sup>	KN 61000-4-5	$\pm 1$ kV(선-접지간) <sup>주4)</sup> 1.2/50(8/20) (Tr/Th $\mu$ s)	B
	전도성 RF 전자기장 <sup>주3)</sup>	KN 61000-4-6 5.3.4도 참조	0.15 MHz ~ 80 MHz 10 V 80 % AM(1 kHz)	A

주1) 전류 정격이 100 A 미만인 전원 포트: 결합/감결합회로망을 이용하여 직접 결합. 전류 정격이 100 A 이상인 전원 포트: 감결합회로망 없이 직접 결합 또는 용량성 클램프 사용. 용량성 클램프를 사용하는 경우, 시험 레벨은  $\pm 4$  kV/5 kHz여야 한다.

주2) 5.1.3에 규정된 경부하 시험 조건하에서 전류 소비가 63 A 미만인 전원 포트에만 적용 가능. 기본 절연의 정격 충격전압을 초과하지 않아야 한다(KS C IEC 60664-1 참조).

주3) 제조자의 기능 사양에 준하는 연결케이블의 길이가 3 m를 초과하는 포트 또는 인터페이스의 경우에만 적용한다.

주4) 제조자의 기능 사양에 준하는 연결케이블의 길이가 30 m를 초과하는 포트의 경우에만 적용한다. 차폐 케이블인 경우, 차폐에 대한 직접 결합이 적용된다. 기술적인 이유로 서지 보호 장치를 사용할 수 없는 필드버스 또는 여타 신호 인터페이스에는 이 내성 요구규격이 적용되지 않는다. 피시험기에 결합/감결합회로망이 미치는 영향 때문에 정상적인 기능을 수행할 수 없는 경우에는 이 시험이 요구되지 않는다.

(비고) 시험환경, 시험설비 등의 기술적인 문제로 시험·측정이 불가능한 경우, 제조자와 시험소간 협의에 따라 대체시험, 계산, 모의시험 등의 종합적인 방법으로 적합성을 증명할 수 있다.

이러한 것들은 정격전압이 1 000 V를 초과하는 포트에 적용하는 것은 적절하지 않다. 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS의 고전압 포트를 간단하게 고압 포트라고 말한다.

주) 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS에서 고압 포트 및 인터페이스의 예로는 다음이 있다.

고압 합체 포트	변압기, 컨버터부 및 전동기의 합체
고압 전원 포트	변압기의 1차측
고압 전원 인터페이스	PDS 주요 구성품 내의 고전압 배전망
고압 신호 인터페이스	PDS 주요 구성품 내의 고전압 신호 인터페이스

#### 5.3.4 전자기장에 대한 내성

PDS가

- 정격전압이 500 V 이하
- 정격전류가 200 A 이하
- 총중량이 250 kg이고
- 높이, 폭 및 깊이가 1.9 m 이하이면

KN 61000-4-3과 KN 61000-4-6의 시험이 수행되어야 한다. 5.3.2와 5.3.3을 참조할 것.

PDS가 상기의 수치보다 크거나 높은 정격이라면, 제조자는 다음 중 어느 한 가지를 선택하여야 한다.

- PDS에 대해 KN 61000-4-3 및 KN 61000-4-6의 시험을 수행할 것.
- 민감한 하위-구성품에 대해 KN 61000-4-3 및 KN 61000-4-6의 시험을 수행할 것.

전동기가 너무 커서 시험장에서 운전할 수 없는 경우, 이 전동기를 CDM/BDM의 동작에 악영향을 미치지 않는 좀더 작은 크기의 전동기로 대체할 수 있다.

하위-구성품만을 시험한 경우, A.3.2.2에 기술된 대로 전체 PDS에 대해 일반적인 산업용 무선통신 기기에 대한 시험을 시행하여야 한다. 이 시험은 특정한 장소, 설치된 기기 및 시험한 주파수에 대해서만 유효하다.

#### 5.4 내성 요구규격의 적용—통계학적 측면

PDS의 특수 시험에 대한 허용 레벨을 선택할 때, 시험 결과가 재 성능을 낼 수 있는 확률만을 의미함을 이해해야 한다. 성능 평가 기준 및 PDS의 용도에 따라 시험 펄스의 수 또는 시험의 지속 시간을 규정하는 데에 이 확률을 고려하여야 한다.

대표적인 기기에 형식시험을 시행하여 5.3의 내성 요구규격을 검증해야 한다. 제조자 또는 공급자는 생산 중인 제품의 품질을 관리하여 제품의 EMC 성능이 유지됨을 보증하여야 한다.

사용 장소(시험 장소가 아님.)에 설치되는 동안 PDS에 대해 얻어진 측정 결과는 해당 설비에만 관련된 것이어야 한다.

## 6. 방출

### 6.1 일반 방출 요구규격

측정은 주파수 대역에서 가장 큰 방출을 발생하는 동작 모드에서 수행해야 한다. 이때 정상 적용과 상충되지 않아야 한다.

표 14은 PDS의 분류에 따라 요구규격을 정리한 것이다(3.2 참조).

표 14. 방출 요구규격 요약

카테고리	저주파 (전원포트)	방해 전압 (전원포트)	복사성 방출 (함체 포트 및 기타)
C1	제품 평가, 요구규격: 6.2.2, 6.2.3.1, 6.2.3.2, 6.2.3.3, 6.2.4, 6.2.5 부하조건 B.2.3.3 및 B.3.2 제1환경	제품 평가 6.4.1.1-표 15	제품 평가 6.4.1.3-표 16, 6.4.1.2, 6.4.1.4
C2	제품 평가, 요구규격: 6.2.2, 6.2.3.1, 6.2.3.2, 6.2.3.3, 6.2.4, 6.2.5 부하조건 B.2.3.3 및 B.3.2 제1환경 또는 공공배전망	제품 평가 6.4.1.1-표 15 사용상 설치에 대한 경고사항	제품 평가 6.4.1.3-표 16 및 6.4.1.2 및 6.4.1.4 사용상 설치에 대한 경고사항
C3	요구규격: 6.2.2, 6.2.3.4, 6.2.4, 6.2.5 부하조건 B.2.3.3 일반 규정 B.3.3 및 B.4 제2환경	제품 평가 6.4.2.1 및 6.4.2.2-표 18 사용상 설치에 대한 경고사항	제품 평가 6.4.2.3 및 6.4.2.4-표 19 사용상 설치에 대한 경고사항
C4	안전관리, 요구규격: 6.2.2, 6.2.3.4, 6.2.4, 6.2.5 부하조건 B.2.3.3 일반 규정 B.3.3 및 B.4 제2환경	안전관리 6.4.2.1, 6.4.2.2-표 18 또는 6.5.1-EMC 계획, 6.5.2-표 19 및 20	안전관리 6.4.2.1, 6.4.2.3-표 19 또는 6.5.1-EMC 계획, 6.5.2-표 21 및 22

### 6.2 저주파의 기본 방출 허용기준

#### 6.2.1 적합한 방법

적합성은 계산, 모의시험 또는 시험에 의하여 검증될 수 있다.

#### 6.2.2 정류 노치

정류 노치는 오실로스코프를 사용함으로써 전원포트에서 측정된다(B.1.1 참조). 이것은 선-정류형

(line-commutated) 컨버터의 제어에 의하여 생성된다(KS C IEC 60146-1-1의 2.5.4.1 참조).

PDS의 입력 회로가 노치를 생성하지 않거나 무시할 정도의 진폭을 갖는 노치(예를 들어 다이오드 정류기)만을 생성할 경우, 노치의 방출은 고려되지 않아도 된다.

- 주1) 노치의 방출이 고려되어야 하는 주요한 실제 경우는 사이리스터 컨버터(선-정류형)의 경우이다. RFI 필터는 노치에 의해 영향을 받을 수 있는 기기의 실제적인 경우이다. 이것은 반복되는 과도 전압에 종속되거나 과도하게 부하가 가해질 수 있다.
- 주2) 다이오드 정류기는 제어되지 않은 선-정류형(line-commutated) 컨버터로서, 무시할 정도의 진폭을 갖는 정류 노치를 생성한다. 몇몇 자기-정류형(self-commutated) 컨버터(예를 들면 능동입력부(active front end)를 갖는 전압원 인버터 타입의 간접 컨버터)는 PWM 패턴에 의존하는 정류 노치를 생성할 수 있다.

노치가 고려되어야 하는 경우, 제조자는 다음의 정보를 사용자에게 제공해야 한다.

- PDS에 포함된 감결합 리액턴스의 수치
- 경감을 위해 외부에 추가될 수 있는 가용한 감결합 리액턴스(B.1.2 참조)

B.1.3의 권고사항을 따라야 한다.

### 6.2.3 고조파 및 상호고조파

#### 6.2.3.1 공공 저압 배전망-입력전류가 16 A 이하인 기기

기기는 하나 또는 몇 개의 PDS나 다른 부하를 포함할 수 있다.

입력전류가 16A 이하인 PDS는 KN 61000-3-2 중 다음 표의 요구규격을 적용한다.

홀수 고조파		짝수 고조파	
고조파 차수 n	고조파 전류 A	고조파 차수 n	고조파 전류 A
3	2.30		
5	1.14	2	1.08
7	0.77	4	0.43
9	0.40	6	0.30
11	0.33	$8 \leq n \leq 40$	$0.23 \times 8/n$
13	0.21		
$15 \leq n \leq 39$	$0.15 \times 15/n$		

하나 또는 그 이상의 PDS가 KN 61000-3-2의 적용범위에 포함된 기기인 경우, 이 시험방법의 요구규격을 전체 기기에 적용하나 개별 PDS에는 적용하지 않는다. KN 61000-3-2가 적용하는 시스템 또는 하위 시스템 및 기기의 적합을 증명하는 방법의 경계를 정의하는 것은 기기 제조자의 책임이다.

## 6.2.3.2 공공 저압 배전망 - 입력전류가 16 A를 초과하고 75 A 이하인 기기

입력전류가 16A를 초과하고 75A 이하인 PDS에 대한 전도성 고조파 전류 방해 허용기준은 KN 61000-3-12에 의해 다음 표의 허용기준을 적용한다.

&lt;평형 3상기기를 제외한 기기&gt;

최소 $R_{sce}^{주1)}$	개별 고조파 전류 $I_n/I_1^{주2)}$ %						고조파 전류 왜곡률 인자 %	
	$I_3$	$I_5$	$I_7$	$I_9$	$I_{11}$	$I_{13}$	총 고조파 왜곡률	부분 가중 고조파 왜곡률 <sup>주3)</sup>
33	21.6	10.7	7.2	3.8	3.1	2	23	23
66	24	13	8	5	4	3	26	26
120	27	15	10	6	5	4	30	30
250	35	20	13	9	8	6	40	40
≥350	41	24	15	12	10	8	47	47

주1)  $R_{sce}$  (단락 회로 비) : 단락 회로 전력(공칭 상간 전압과 선로 임피던스  $Z$ 으로 계산)과 기기의 정격 피상 전력의 비  
주2)  $I_1$ =기준 기본 전류,  $I_n$ =고조파 전류 성분  
주3) 부분 가중 고조파 왜곡률 : 고조파 차수  $n$ 를 가중값으로 하는 기본파의 실효값 대비 14차 이상의 고조파의 실효값의 비  
(비고)  
1) 12차수까지 짝수차 고조파의 상대적인 값은  $16/n$  %를 초과하여서는 안 된다. 12차수 이상의 고조파는 홀수차 고조파에서와 마찬가지로 총 고조파 왜곡률(THD)과 부분 가중 고조파 왜곡률(PWHD)이 고려되어야 한다.  
2) 연속되는  $R_{sce}$ 값은 선형 보간값을 적용한다. KN 61000-3-12 부록 B를 참조할 것.



## &lt;평형 3상기기&gt;

최소 $R_{sce}^{주1)}$	개별 고조파 전류 $I_n/I_1^{주2)})$ %				고조파 전류 왜곡률 인자 %	
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$	총 고조파 왜곡률	부분 가중 고조파 왜곡률 <sup>주3)</sup>
33	10.7	7.2	3.1	2	13	22
66	14	9	5	3	16	25
120	19	12	7	4	22	28
250	31	20	12	7	37	38
$\geq 350$	40	25	15	10	48	46

주1)  $R_{sce}$  (단락 회로 비) : 단락 회로 전력(공칭 상간 전압과 선로 임피던스  $Z$ 으로 계산)과 기기의 정격 피상 전력의 비  
주2)  $I_1$ =기준 기본 전류,  $I_n$ =고조파 전류 성분  
주3) 부분 가중 고조파 왜곡률 : 고조파 차수  $n$ 를 가중값으로 하는 기본파의 실효값 대비 14차 이상의 고조파의 실효값의 비  
(비교)  
1) 12차수까지 짝수차 고조파의 상대적인 값은  $16/n$  %를 초과하여서는 안 된다. 12차수 이상의 고조파는 홀수차 고조파에서와 마찬가지로 총 고조파 왜곡률(THD)과 부분 가중 고조파 왜곡률(PWHD)이 고려되어야 한다.  
2) 연속되는  $R_{sce}$ 값은 선형 보간값을 적용한다. KN 61000-3-12 부록 B를 참조할 것.

## &lt;특정 조건하에서 평형 3상기기&gt;

최소 $R_{sce}^{주1)}$	개별 고조파 전류 $I_n/I_1^{주2)})$ %				고조파 전류 왜곡률 인자 %	
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$	총 고조파 왜곡률	부분 가중 고조파 왜곡률 <sup>주3)</sup>
33	10.7	7.2	3.1	2	13	22
$\geq 120$	40	25	15	10	48	46

주1)  $R_{sce}$  (단락 회로 비) : 단락 회로 전력(공칭 상간 전압과 선로 임피던스  $Z$ 으로 계산)과 기기의 정격 피상 전력의 비  
주2)  $I_1$ =기준 기본 전류,  $I_n$ =고조파 전류 성분  
주3) 부분 가중 고조파 왜곡률 : 고조파 차수  $n$ 를 가중값으로 하는 기본파의 실효값 대비 14차 이상의 고조파의 실효값의 비  
(비교)  
1) 12차수까지 짝수차 고조파의 상대적인 값은  $16/n$  %를 초과하여서는 안 된다. 12차수 이상의 고조파는 홀수차 고조파에서와 마찬가지로 총 고조파 왜곡률(THD)과 부분 가중 고조파 왜곡률(PWHD)이 고려되어야 한다.  
2) 연속되는  $R_{sce}$ 값은 선형 보간값을 적용한다. KN 61000-3-12 부록 B를 참조할 것.

3) 특정조건은 다음의 조건 중 하나라도 일치하는 경우에 적용할 수 있다.

- 5차, 7차 고조파 전류가 각각 기준 기본 전류의 5% 미만일 경우
- 5차 고조파 전류의 위상각이 전 구간에서 어떤 값이든 취할 수 있는 경우
- 5차 고조파 전류의 위상각이 기준 기본 위상 전압의 주기 중에  $90^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 에 위치할 경우

하나 이상의 PDS가 KN 61000-3-12의 적용범위에 속하는 기기에 포함되어 있는 경우에는, 그 표준의 요구규격은 개별 PDS가 아닌 전체 기기에 적용된다. KN 61000-3-12가 적용되는 시스템 및 하위 시스템의 경계와 기기의 적합성을 입증하는 방법을 규정하는 것은 기기 제조자의 책임이다.

### 6.2.3.3 저압 공공배전망-입력전류가 75 A를 초과하는 기기

KN 61000-3-2 또는 KN 61000-3-12에서 다루지 않는 기기(정격전류가 75 A를 초과하는 기기)에 대한 추천 사항은 기술보고서 KS C IEC 61000-3-4와 B.4에 수록되어 있다. 이 시험방법의 부록 B 및 C에서 설명한 바와 같이 기술적인 이유나 경제적인 이유로 KS C IEC 61000-3-4의 단계 1 또는 단계 2를 적용할 수 없는 곳에는 부록 B에 따라 단계 3을 시도하는 것이 좋다.

제조자는 정격 부하조건하에서 전원포트에서의 정격 기본파 전류에 대한 백분율로 표기한 전류 고조파의 크기를 PDS 문서에 명기하거나 요청에 의해 제시하여야 한다. 이 값들은 계산, 모의시험 또는 시험을 통해 얻을 수 있다.

계산 또는 모의시험을 할 경우, 인가전압의 THD는 1 % 미만이라고 가정한다. 배전망의 내부 임피던스는 순수한 유도성이라고 가정한다. PDS가 설치되는 특정 장소를 모를 경우, PDS 제조자가 허용하는  $R_{SI}$  값 중 최고값을 가진 PC에 PDS가 접속되어 있다고 가정하고 고조파 전류를 계산하여야 한다.

$$R_{SI} = \frac{I_{SC}}{I_{LN}}$$

여기에서

$I_{SC}$  : 고려 중인 PC에서의 단락전류

$I_{LN}$  : PDS의 정격 입력전류

제조자가  $R_{SI}$ 의 최대 수치를 기술하지 않을 경우, 250으로 가정하여야 한다. PDS의 특별한 장소가 알려진 경우, 그 장소에서의 전원 임피던스가 사용 될 수 있다.

PDS 제조자는 40차까지 각 차수의 고조파 전류를 계산해야 한다. 전류 THD(40차까지) 또한 계산되어야 한다.

고조파의 계산 지침은 KS C IEC 61000-2-6의 A.1과 A.2에 기술되어 있다. 다른 발생원의 고조파 합산에 대한 지침은 같은 표준의 7.4에 기술되어 있다.

상호고조파의 영향은 B.4.3에서 고려된다. 계산 방법은 KS C IEC 61000-2-6의 부록 C에 제시되어 있다.

### 6.2.3.4 산업용 배전망에 연결되는 기기

PDS가 저압 공공배전망으로부터 직접 전원을 공급받지 않는 설비에서 사용되는 경우, KN 61000-3-2와 KN 61000-3-12를 적용해서는 안 된다. 따라서 전체 설비를 고려하는 합당한 경제적 접근법을 이용해야 한다(B.4 참조).

주) 배전망 전압이 1 000 V를 초과하는 경우, 전체 설비는 KS C IEC 61000-3-6에 기초한 설비에 대한 규정에 적용 받을 수 있다. 이러한 적용은 개별 기기가 아닌 전체적으로 적용된다. 이러한 적용은 보통 시스템 내에서 존재하는 고조파 전류와 전압의 왜곡을 고려한다. 효율적이고 간단한 접근 방법은 표 B.2에 주어져 있다.

정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS의 경우, 주전원 포트와 보조전원 포트로부터의 고조파 방출은 별도로 고려하여야 한다.

## 6.2.4 순간 전압 변동

### 6.2.4.1 조건

설비는 하나 또는 다수의 PDS를 포함할 수 있으며, 순간전압변동을 야기 시킬 수 있는 다른 부하도 포함할 수 있다.

- 주1) 순간전압변동은, 예를 들어 PDS 부하의 빈번한 변화나 비동기식 전동기의 슬립 에너지 회복의 저조파에 의해 발생할 수 있다. 또한 순간전압변동은 고조파로부터 약간 다른 주파수의 상호고조파에 의하여 발생할 수 있다. 방출은 사이클로 컨버터나 전류원 인버터에 의하여 생성되는 것이 일반적이다. B.4.3과 B.6.2를 참조한다. 상호고조파는 KN 61000-2-4나 KS C IEC 61000-2-12에 기술된 적합성 레벨에 포함된다.
- 주2) 순간전압변동은 설비의 임피던스와 부하의 책무 주기에 의존한다. 몇몇 용도의 경우, 사용자는 속도 가변이나 다른 기법에 의한 부하 책무 주기를 조절함으로써 순간전압변동을 감소시킬 수 있다.
- 주3) 대부분의 순간전압변동은 설비와 관련이 있다. 따라서 이 시스템적 측면은 사용자 또는 설치자의 책임이다. 모든 기기로부터 누적 효과를 고려할 때 전압변화에 대한 KN 61000-2-4에 주어진 적합성 레벨 한도를 초과해서는 안 된다.

### 6.2.4.2 입력전류가 75 A 이하인 기기

입력전류가 75 A 이하인 기기의 경우 KN 61000-3-3과 KN 61000-3-11 중 다음 표의 허용기준이 적용된다.

## &lt;입력전류가 75 A 이하인 기기의 순간전압변동 허용기준&gt;

현 상	허용기준
단기 플리커( $P_{st}$ ) <sup>주1)</sup>	1.0
장기 플리커( $P_{lt}$ ) <sup>주2)</sup>	0.65
전압 변화하는 동안의 값( $d(t)$ )	3.3 % <sup>주3)</sup>
상대적인 정상 상태 전압 변화( $d_c$ )	3.3 %
최대 전압 변동( $d_{max}$ )	4 %
	6 % <sup>주4)</sup>
	7 % <sup>주5)</sup>
<p>주1) 단기 플리커 : 짧은 주기 동안 평가되는 플리커의 가혹도</p> <p>주2) 장기 플리커 : 연속적인 단기 플리커 값을 이용한 장시간 동안 평가되는 플리커의 가혹도</p> <p>주3) 전압 변화하는 동안의 값 <math>d(t)</math>는 최소 500 ms 시간동안에 3.3 %를 초과하여서는 안된다.</p> <p>주4) 하루에 두 번 이상의 수동 스위치 동작, 또는 자동 스위치 동작, 그리고 순간정전 후에 재시작하는데 지연시간(수 십초 이상)이 걸리거나 수동으로 재시작하는 경우</p> <p>주5) 단속적으로 사용하는 경우(헤어 드라이어, 진공 청소기, 믹서와 같은 주방용 기기, 잔디 깎는 기계 같은 정원기기, 전기드릴 같은 휴대용 공구), 또는 하루에 두 번을 넘지 않는 자동 스위치 동작 또는 수동적으로 스위치 동작 되도록 의도된 경우, 그리고 순간정전 후에 재시작하는데 지연시간(수 십초 이상)이 걸리거나 수동으로 재시작하는 경우</p> <p>비고) 플리커란 시간에 따라 동요하는 스펙트럼 분포 또는 발광 빛의 자극에 의해 야기되는 시각적인 감각의 불안정한 느낌</p>	

하나 또는 그 이상의 PDS가 KN 61000-3-3의 적용범위에 포함된 경우, 이 시험방법의 허용기준을 전체 기기에 적용하나 개별 PDS에는 적용하지 않는다.

하나 또는 그 이상의 PDS가 KN 61000-3-11의 적용범위에 포함된 경우, 이 시험방법의 허용기준을 전체 기기에 적용하나 개별 PDS에는 적용하지 않는다.

주) KN 61000-3-3 및 61000-3-11의 순간전압변동 기준은 구동장치에 의해 규정되는 부하 특성이 이미 알려져 있는 경우에만 적용할 수 있다. 그러한 이유 때문에, 기기 제작자/최종 사용자 만이 순간전압변동 허용기준에 대한 준수를 규명할 수 있다.

#### 6.2.4.3 입력전류가 75 A를 초과하는 기기

KN 61000-3-3 및 61000-3-11의 적용범위에 속하지 않는 기기의 경우, 순간전압변동의 방출은 일반적으로 부하 조건에 따라 좌우되므로 이 시험방법에서는 다루지 않는다.

#### 6.2.5 공통모드 고조파 방출(저주파수 공통모드 전압)

PDS 컨버터의 스위칭 주파수는 종종 가칭 주파수 대역, 특히 전화 및 데이터 시스템에서 공통적으로 사용되는 주파수 대역 내에 있다. 신호선의 누화를 방지하기 위하여 신호선으로부터 전원 인터페이스 케이블을 격리하도록 권고하거나, 대체 경감법을 설비 사용설명서에 명기할 것을 권고한다.

### 6.3 고주파 방출 측정에 관련된 조건

#### 6.3.1 일반 요구규격

##### 6.3.1.1 공통 조건

전압 또는 전류의 변화율은 고주파 방출의 주원인으로 예상될 수 있다. 이러한 유형의 방출의 경우 PDS의  $dv/dt$  값이 가장 관련이 있으며, 이는 PDS의 정격전류보다 낮은 출력 전류로 달성될 수 있다. 따라서 이 시험은 가벼운 부하 시험이다. 이 시험은 관련 포트에 적용해야 하며, 차례대로 한 포트씩 잘 정의되고 재현 가능한 방식으로 수행해야 한다. 시험법은 KN 11의 6.2~6.4 및 7.을 따라야 하며, 이때 접지 연결에 각별히 주의를 기울여야 한다.

부하는 제조자의 시방 범위 내에 있어야 하며, 실제 부하는 시험 보고서에 기록되어야 한다.

##### 6.3.1.2 전도성 방출

고주파 주전원포트 방해전압 방출의 평가를 위한 측정기기는 의사전원회로망 (50 Ω/50 μH, KN 16-1 및 KN 11 참조)을 사용하거나, 의사전원회로망을 적용할 수 없는 경우에는 KN 16-1에 따른 전압 프로브를 사용 할 수 있다.

주전원 방해전압의 현장(*in situ*) 측정의 경우, 의사전원회로망이 없이 전압프로브를 사용하여야 한다. (KN 11의 6.2.3 참조). PDS의 입력전류가 100 A보다 크거나 입력 전압이 500 V 이상이거나 또는 PDS에 선-정류형(line-commutated) 컨버터가 포함된 경우 동일한 내용이 적용된다(A.4.1.2 참조).

##### 6.3.1.3 복사성 방출

카테고리 C1 및 C2의 기기는 KN 16-1의 요구규격에 적합한 시험장에서 측정되어야 한다.

카테고리 C3의 기기는 KN 16-1의 요구규격에 적합한 시험장에서 시험되는 것이 좋다. 그러나 중량, 크기 또는 전력의 실제적인 이유로 이것이 불가능한 것으로 판명될 경우, 시험장 요구규격에 완전히 적합하지 않는 장소에서도 수행될 수 있다. 이러한 장소의 적용은 시험 보고서에 명시되어야 한다.

측정 거리의 선정은 KN 11의 5.2.2와 7.2.3의 요구규격에 적합해야 한다.

#### 6.3.2 연결 요구규격

PDS가 시험장에서 측정되는 경우, 전원 및 제어 케이블의 위치나 길이를 포함한 시험 셋업은 사용자 문서(4.3 참조)에서 기술되고 제조자에 의하여 정의된 적용을 나타내어야 한다. 시험 셋업은 시험 보고서에 기술되어야 한다.

PDS가 현장에서 측정되는 경우, 케이블과 접지 결선은 그 용도에 적합해야 한다.

## 6.4 기본적인 고주파 방출 허용기준

### 6.4.1 카테고리 C1 및 C2의 기기

#### 6.4.1.1 전원포트 방해 전압

주전원 포트 방해전압의 허용기준은 표 15에 주어지 있다.

표 15. 150 kHz~30 MHz 주파수 대역에서 주전원 포트 방해전압의 허용기준

주파수 범위 MHz	카테고리 C1		카테고리 C2	
	준첨두값 dB(μV)	평균값 dB(μV)	준첨두값 dB(μV)	평균값 dB(μV)
0.15 ~ 0.50	66 ~ 56 <sup>주1)</sup>	56 ~ 46 <sup>주1)</sup>	79	66
0.5 ~ 5.0	56	46	73	60
5.0 ~ 30.0	60	50	73	60
주1) 허용 기준은 주파수의 대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다. (비고) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준이 적용된다.				

PDS가 카테고리 C1의 허용기준에 적합하지 않는 경우, 다음의 경고사항이 사용설명서에 포함되어야 한다.

#### 경고사항

주거 환경에서 이 제품은 무선 장애를 일으킬 수 있으며, 추가적인 경감 조치가 요구될 수 있다.

주) 고주파 공통모드 필터링은 접지 경로에 연결된 용량을 나타낸다. 중성축이 높은 임피던스를 통하여 접지에 연결되거나 접지로부터 격리된 전원 계통의 경우(KS C IEC 60364-1의 312.2.3에서 정의된 IT 전력 공급망), 이러한 용량성 연결 경로는 위험할 수 있다(D.2.2 참조).

#### 6.4.1.2 프로세스 측정 및 제어 포트

프로세스 측정과 제어 포트가 필드버스(fildbus)에 연결시키고자 하는 경우, 포트는 그 필드버스에 대한 관련 표준의 전도성 방출 요구규격에 적합하여야 한다.

프로세스 측정과 제어 포트가 공용 원격통신망에 연결시키고자 하는 경우, 그 포트는 원격통신 포트로서 간주되어야 한다. KN 22 B급 기기에 대한 전도성 방출 요구규격을 포트에 적용한다.

#### 6.4.1.3 방사-합체 포트

전자파 방사 방해(합체 포트, 3.3.4 및 그림 2 참조)의 허용 기준은 표 16에 주어지 있다.

표 16. 30 MHz~1 000 MHz 주파수 대역에서 전자파 방사 방해의 허용기준(측정거리 10 m)

주파수 범위 MHz	카테고리 C1	카테고리 C2
	전기장의 세기 성분 준침두값 dB( $\mu$ V/m)	전기장의 세기 성분 준침두값 dB( $\mu$ V/m)
30 ~ 230	30	40
230 ~ 1 000	37	47

주) 측정 거리 10 m

C1의 경우, 주변 잡음 레벨이 높거나 그 밖의 다른 이유 때문에 10 m 떨어진 곳에서의 전자 기장 세기 측정이 불가능하면, 3 m에서 측정이 수행 될 수 있다. 3 m의 거리가 사용될 경우, 획득된 측정 결과는 결과값에서 10 dB을 빼서 10 m의 결과로 변환되어야 한다. 이러한 경우 30 MHz 부근의 주파수에 대해, 특히 PDS가 충분히 작지 않은 크기일 경우 근거리장 효과에 주의해야 한다.

(비고) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준이 적용된다.

PDS가 카테고리 C1의 허용기준에 적합하지 않는 경우, 다음의 경고사항이 사용설명서에 포함되어야 한다.

#### 경고사항

주거 환경에서 이 제품은 무선 장애를 일으킬 수 있으며, 추가적인 경감 조치가 요구될 수 있다.

#### 6.4.1.4 전원 인터페이스 방출

제1환경에서 동작하는 PDS에 대해서 방출의 허용기준은 다음 중 어느 한 가지의 방법으로 제공되어야 한다.

- 해당 케이블의 길이가 2 m 미만이거나 차폐 케이블이 사용된 경우, 전원 인터페이스에 대한 측정은 수행하지 않아도 된다. 차폐물은 고주파 품질을 가져야 하며, 그 길이 전체에 걸쳐 연속적이어야 하고, 적어도 360° 중단을 거쳐 CDM과 전동기에 연결되어야 한다.
- 방출은 KN 14-1에 따라 BDM의 전원 인터페이스에서의 방해 전압을 측정하고 표 17에 주어진 허용 기준을 적용함으로써 확인되어야 한다.
- 적용된 감소 방법이 b)에 따라 점검하는 것이 적절하지 못한 경우(예를 들어 공통모드 감소 방법), 6.4.1.1에 따라 주전원 포트방해 전압의 측정 동안 주입력 케이블과 전동기 케이블 사이의 결선을 구현함으로써 감소 방법의 유효성이 점검되어야 한다. 이러한 결선은 최소한 0.60 m 길이를 10 cm 초과하지 않도록 분리된 주케이블에 평행한 전동기 케이블을 동작함으로써 피시험기와 의사전원회로 망(AMN)을 1 m 띄워 놓음으로써 구현된다.

표 17. 전원 인터페이스에 대한 방해 전압의 허용기준

주파수 범위 MHz	정격 출력 전류에서 측정	
	준첨두값 dB( $\mu$ V)	평균값 dB( $\mu$ V)
0.15 ~ 0.5	80	70
0.50 ~ 30	74	64
(비고) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준이 적용된다.		

## 6.4.2 카테고리 C3 의 기기

### 6.4.2.1 정보 요구규격

PDS가 카테고리 C1이나 C2의 허용기준에 적합하지 않는 경우, 다음을 기술된 사용상의 지침서에 경고 사항이 포함되어야 한다.

- 이 형태의 PDS는 주거 지역에 공급하는 공공 저압 배전망에 사용되지 않도록 한다.
- 이와 같은 배전망에 사용되는 경우 무선 주파수 간섭이 발생할 수 있다.

제조자는 추천된 저감 장치를 포함하여 설치 및 사용에 대한 지침을 제공해야 한다.

### 6.4.2.2 전원포트 방해전압

PDS의 주전원 포트 방해전압의 허용기준은 표 18에 주어져 있다. 동일한 허용기준을 정격전압 1 000 V 를 초과하는 PDS의 저압 보조전원포트에 적용한다.

표 18. 150 kHz~30 MHz의 주파수 대역에서 주전원 포트 방해전압의 허용기준  
제2환경－카테고리 C3 의 PDS

정격전류	주파수 범위 MHz	준첨두값 dB( $\mu$ V)	평균값 dB( $\mu$ V)
$I \leq 100 \text{ A}$	0.15 ~ 0.5	100	90
	0.5 ~ 5.0	86	76
	5.0 ~ 30.0	90 ~ 70 <sup>주1)</sup>	80 ~ 60 <sup>주1)</sup>
$I > 100 \text{ A}$	0.15 ~ 0.5	130	120
	0.5 ~ 5.0	125	115
	5.0 ~ 30.0	115	105
주1) 허용 기준은 주파수의 대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다. (비고) 1) 이 허용기준은 1 000 V 이상에서 동작하는 전원 포트에 적용하지 않는다. 2) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준을 적용한다.			



D.2도 참조한다.

설치된 변압기 없이 100 A를 초과하는 PDS의 경우, 신호 케이블 간에 혼선될 위험을 피하기 위해 설치 지침은 전력 케이블이 신호 케이블과 분리되거나 다른 완화 방법을 제안해야 한다.

#### 6.4.2.3 프로세스 측정 및 제어 포트

프로세스 측정과 제어 포트가 필드버스에 연결시키고자 하는 경우, 포트는 그 필드버스에 대한 관련 기준의 전도성 방출 요구규격에 적합해야 한다.

프로세스 측정과 제어 포트가 공용 원격통신망에 연결시키고자 하는 경우, 그 포트는 원격통신 포트로 간주되어야 한다. KN 22의 A에 기술된 전도성 방출 조건을 포트에 적용한다.

#### 6.4.2.4 방사-합체 포트

PDS의 전자파 방사 방해에 대한 허용기준(합체 포트, 3.3.4의 정의와 그림 2 참조)은 표 19에 주어지 있다.

표 19. 30 MHz ~ 1 000 MHz의 주파수 대역에서의 전자파 방사 방해의 허용기준(측정거리 10 m)  
제2환경-카테고리 C3의 PDS

주파수 범위 MHz	준침두값 dB(μV/m)
30 ~ 230	50
230 ~ 1 000	60
(비고) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준을 적용한다.	

#### 6.4.2.5 전원 인터페이스

제2환경에서 운전하고자 하는 PDS의 경우, 설치 및 사용 지침은 4.3에서 요구되는 대로 전원 인터페이스의 설치에 대한 모든 필요 정보를 제공해야 한다.

### 6.5 안전관리

#### 6.5.1 카테고리 C4의 PDS

카테고리 C4의 PDS는 다음의 절차가 적용되어야 한다.

**일반 조건** 기술적인 이유로, 표 18과 표 19의 허용기준에 적합한 PDS를 사용하는 것이 불가능한 경우가 있다. 이러한 적용은 과도 시방의 경우이거나 또는 특별한 기술적 요구규격이 필요한 경우이다.

- 1 000 V를 초과하는 전압

- 400 A를 초과하는 전류
- 접지로부터 격리된 배전망 또는 높은 임피던스(KS C IEC 60364-1의 312.2.3에 따르는 IT 계통)를 통하여 접지되어 있는 배전망
- 필터링의 결과로서 요구되는 동적 성능이 제한되는 경우

카테고리 C4 기기에 대한 이러한 적용의 경우, 사용자와 제조자는 의도하는 용도의 EMC 요구규격과 적합한 EMC 계획에 협의해야 한다(부록 E 참조). 이러한 상황에서는 사용자가 전체 기기와 이웃한 기기를 포함한 환경에 대한 EMC 특성을 정의한다(그림 5 참조). 제조자는 설치될 PDS의 전형적인 방출 레벨에 대한 정보를 제공해야 한다. 장애가 있는 경우, 요구규격과 6.5.2의 절차가 적용되어야 한다.

주) EMC 계획으로부터 야기된 공통 완화 방법의 예로는 광역 필터링, 전용 특별 변압기, 케이블의 분리 등이 있다.

**IT 배전망의 필터링** 격리되었거나, 높은 임피던스로 접지된 산업용 배전망에서 필터가 부착된 PDS의 사용은 이러한 용도에 맞도록 설계되지 않았다면, 위험을 초래할 수 있다. 복잡한 산업 시스템에서의 IT 배전망의 경우, 허용기준이 설정되지 않는다. 시스템에 대한 정보로부터 파생된 해결 방법의 다양성은 표준화될 수 없다. 주요 고려사항은 사고 조건 및 필터 누설 전류와 관계가 있다.

- a) PDS의 전동기 측에서 접지에 대한 단락회로, 이것은 IT 감시 시스템의 전원 차단을 초래하여 원하지 않는 프로세스 정지로 이어질 것이다.
- b) 전동기 측에서 접지에 대한 단락회로는 다른 인접한 기기로의 공통모드 전압 인가를 초래할 수 있다.
- c) 접지에 대해 증가된 정전용량 때문에 IT 감시 시스템에 의한 원하지 않는 고장 탐지가, 원하지 않는 프로세스 정지로 이어질 것이다.

해결방안들은 사례별 분석을 근거로 한다.

## 6.5.2 카테고리 C4 PDS에서 설비의 경계 외부에 대한 허용기준-방해의 전파 예

### 6.5.2.1 일반사항

제2환경에 사용되는 PDS에 대해, 사용자는 비록 방해가 고전압 배전망을 통해 전파되더라도 인근 지역의 저압 배전망에 과도한 방해가 유도되지 않음을 보증하여야 한다.

인근 지역의 저압 배전망에서 간섭 발생이 예상되는 경우 또는 PDS의 사용자(예를 들어 그림 5의 설비 2 내에 있는)와, 다른 배전망의 피해기기 사용자(예를 들어 설비 1 내에 있는) 사이에 논쟁이 있는 경우에는, 먼저 방해 방출기기로 추측되는 PDS(설비 2)가 동작할 때 피해기기(설비 1)에 장애가 발생하는지를 분명히 확인하여야 한다.

### 6.5.2.2 전도로 인한 방해

이 경우 피해기기가 있는 설비 1의 고전압 변압기의 저압 2차측(그림 5의 측정점 참조)에서 측정하여야 한다. 주변 잡음과 관련된 것을 포함하여 표 20 또는 표 21과 표 22에 주어지 있는 요구규격을 만족하여야 한다.

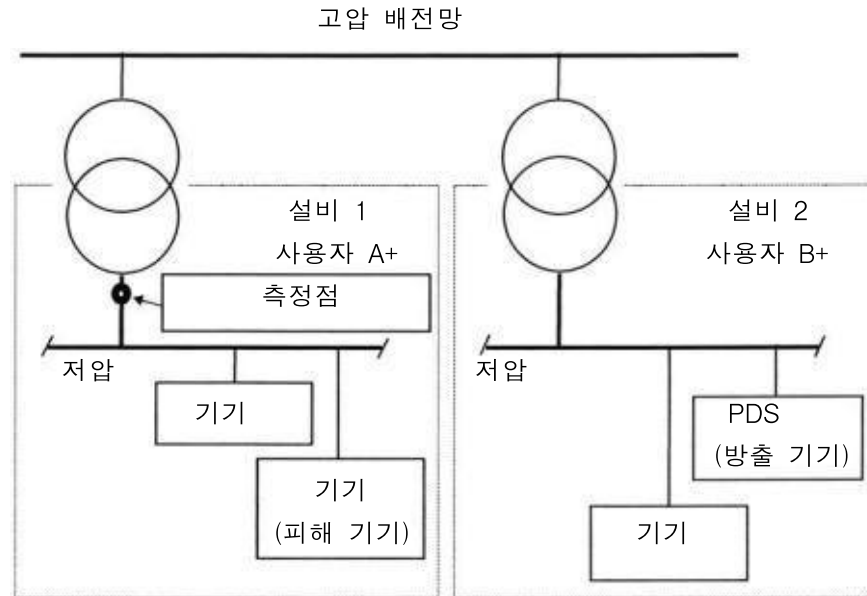


그림 5. 방해의 전파

주) EMC 계획에 보고되어 있는 허용기준을 가지고 있고 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS의 경우에는 같은 설비의 다른 부분에 이 방법을 적용할 수 있다. 이 경우, 방해 방출기기로 여겨지는 PDS에 전기적으로 가장 가까이 있는 특고압 변압기의 저압 2차측(설비의 부분 1에 있는 측정점 참조)에서 전파된 방해를 측정하여야 한다.

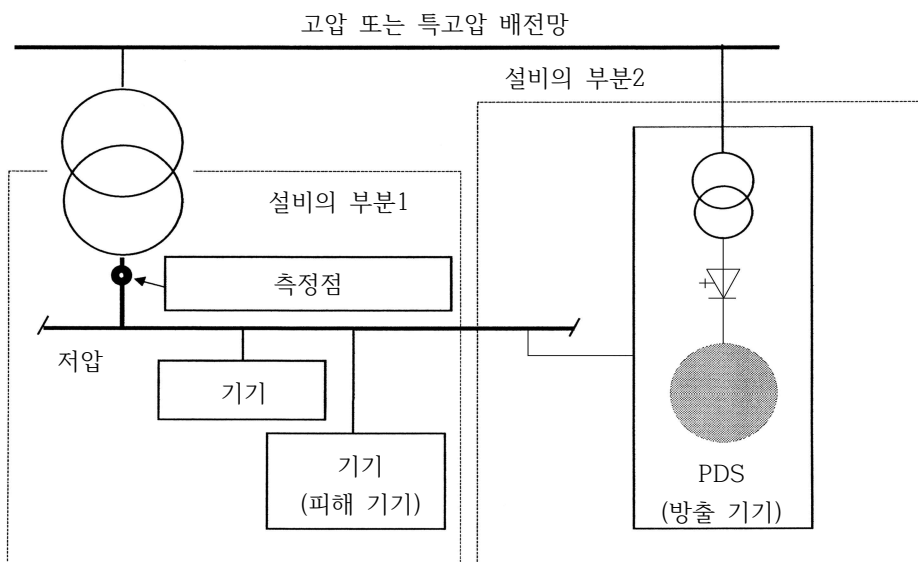


그림 6. 정격전압이 1 000 V를 초과하는 PDS가 있는 설비에서 방해의 전파

그림 5에 있는 설비가 제1환경에 속한 경우, 방해 전압은 표 20의 허용기준을 만족하여야 한다.

표 20. 전도성 방해전압의 허용기준(제1환경의 “외부” 기준)

주파수 범위 MHz	준첨두값 dB( $\mu$ V)	평균값 dB( $\mu$ V)
0.15 ~ 0.50	66 ~ 56 <sup>주1)</sup>	56 ~ 46 <sup>주1)</sup>
0.5 ~ 5.0	56	46
5.0 ~ 30.0	60	50
주1) 허용 기준은 주파수의 대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다. (비고) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준이 적용된다.		

그림 5의 설비 또는 그림 6에 있는 설비의 부분 1이 제2환경에 속한 경우, 방해 전압은 표 21의 허용기준을 만족하여야 한다.

표 21. 전도성 방해 전압의 허용기준(제2환경의 “외부” 기준)

주파수 범위 MHz	준첨두값 dB( $\mu$ V)	평균값 dB( $\mu$ V)
0.15 ~ 0.50	79	66
0.5 ~ 5.0	73	60
5.0 ~ 30.0	73	60
(비고) 1) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준이 적용된다. 2) 설치된 PDS로부터 전기적으로 가장 가까이에 있는 피해가 예상되는 지역의 고압 또는 초고압 변압기의 2차측 저압에서 전파된 방해를 측정하여야 한다.		

(방해 방출기기로 추측되는 PDS를 동작시키지 않은 상태에서) 주변 잡음이 (표 20 및 표 21에 있는) 허용기준을 초과하는 경우, 방출 주파수의 특성값들이 측정된 주변 잡음을 현저하게 초과하는 경우에 한하여 방출기기로 추측했던 PDS에 결함이 있는 것으로 간주한다.

### 6.5.2.3 방사에 의한 장애

#### 6.5.2.3.1 30 MHz를 초과하는 방사

장애의 경우, 제1환경에 있는 설비의 외부에서 간섭이 발생하면 이 설비의 경계로부터 10 m 거리에서 방사를 측정하고 제2환경에 있는 설비의 외부에서 간섭이 발생하면 이 설비의 경계로부터 30 m 거리에서 방사를 측정하여야 한다. 측정된 전기장의 세기는 표 22을 만족하여야 한다.

표 22. 30 MHz를 초과하는 경우의 복사성 방출 허용기준

주파수 범위 MHz	전기장의 세기 성분 준침두값 dB( $\mu$ V/m)
30 ~ 230	30
230 ~ 1 000	37
(비고) 1) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준이 적용된다. 2) 제1환경에 있는 설비의 외부에서 간섭이 발생하면 이 설비의 경계로부터 10 m 거리에서 측정하고 제2환경에 있는 설비의 외부에서 간섭이 발생하면 이 설비의 경계로부터 30 m 거리에서 측정하여야 한다.	

주변 잡음(방해 방출기로 추측되는 PDS를 동작시키지 않은 상태에서)가 허용기준(표 22에 있는)을 초과하는 경우, 방출 주파수에서 측정된 특성값들이 주변 잡음을 현저하게 초과하는 경우에 한하여 방출기기로 추측했던 PDS에 결함이 있는 것으로 간주한다.

PDS로부터의 방출량은 그 값이 허용기준과 주변 잡음의 최대값보다 낮아질 때까지 억제되어야 한다.

A.4.3도 참조한다.

#### 6.5.2.3.2 0.150 MHz ~30 MHz의 방사

장해의 경우, 제1환경에 있는 설비에서 간섭이 발생하면 이 설비의 경계로부터 10 m 거리에서 방사를 측정하고 제2환경에 있는 설비에서 간섭이 발생하면 이 설비의 경계로부터 30 m 거리에서 방사를 측정하여야 한다.

KN 16-1에 따른 루프 안테나를 사용하여야 한다. 측정값은 장해가 발생한 주파수에서 표 23에 주어져 있는 값을 초과해서는 안 된다.

표 23. 복사성 방출 허용기준

주파수 범위 MHz	전기장의 세기 단위로 표시한 자기장의 세기 성분-준침두값 dB( $\mu$ V/m)
0.15 ~ 0.49	75
0.49 ~ 3.95	65
3.95 ~ 20	50
20 ~ 30	40
(비고) 1) 경계 주파수에서는 더 낮은 허용기준이 적용된다. 2) 제1환경에 있는 설비의 외부에서 간섭이 발생하면 이 설비의 경계로부터 10 m 거리에서 측정하고 제2 환경에 있는 설비의 외부에서 간섭이 발생하면 이 설비의 경계로부터 30 m 거리에서 측정하여야 한다.	

## 6.6 방출 요구규격의 적용—통계적 측면

다음은 카테고리 C1, C2 및 C3의 PDS에만 적용된다.

간편성을 위해 한 대의 기기에 대해서만 적합성 시험을 시행한다. 카테고리 C1, C2 및 C3의 PDS의 적합성은 대표 모델에 대해 형식시험을 시행하여 검증해야 한다. 제조자 또는 공급자는 자신들의 품질 제도를 통하여 제품의 EMC 성능이 유지됨을 보증하여야 한다.

분쟁이 발생할 경우 카테고리 C1, C2 및 C3의 PDS는 그 생산이 KN 11의 12에 따른 통계적 평가 요구규격을 충족하지 못한다면 이 시험방법의 요구규격도 충족시키지 못하는 것으로 간주해야 한다. 따라서 평가는 제대로 되어 있는 시험장에서 수행해야 한다.

**부록 A**  
(정보)  
**EMC 기술**

**A.1 EMC 현상의 일반 개요**

**A.1.1 현상**

IEC 61000-2-5에는 많은 현상들이 설명되어 있다. 저주파수 현상에 대한 정의는 KS C IEC 61000-2-1에 주어져 있다.

PDS의 동작에는 컨버터/인버터의 비선형성으로 인한 고조파 상태, 컨버터/인버터의 전력전자 기기의 고속 변환으로 인한 고주파수 현상이 중첩된 기본 현상이 포함된다. 따라서 PDS는 저주파 및 고주파 전자파 방해를 발생할 수 있다.

반대로 PDS와 인접한 기타 기구 또는 기기는 PDS의 동작에 영향을 미칠 수 있는 저주파 및 고주파 방해를 발생할 수 있다.

전력전자 기기를 이용하는 PDS의 이용 및 실행시 고려해야 하는 전자파 방해는 여러 가지 등급으로 분류할 수 있다. 분류된 등급 중 각 등급은 저주파수 방해 또는 고주파 방해로 간주될 수 있다. 이 시험방법에서는 International Telecommunication Union(ITU)에 따라 저주파와 고주파의 경계는 9 kHz이다.

PDS의 경우, 다음 두 가지와 모두 관련된다.

- 9 kHz를 넘지 않으며, 전동기에 전력을 공급하게 위해 생성되는 기본파 주파수
- 2차 현상으로서 9 kHz 이상인 주파수가 제어에 의해 이용될 수 있다(예 : 인버터 제어의 PWM, 마이크로프로세서 클럭).

각각의 경우에서 전도성 및 방사성 전자파 방해가 확인된다.

전도성의 경우, 다음 사항과 관련된다.

- 차동 모드 전압 : 기기의 입력 단자(또는 출력 단자) 사이에 나타나는 방해와 관련
- 공통 모드 전압 : 입력 또는 출력의 평균과 접지 또는 기준 접지 연결 사이에 나타나는 방해와 관련

상술한 내용은 하나의 설명이며, 보다 상세한 정의는 KS C IEC 60050-161에 주어져 있다.

방사성의 경우, 다음 사항과 관련된다.

- 근거리장 : 송신기까지의 거리가  $\lambda/2\pi$  이하

- 원거리장 : 송신기까지의 거리가  $\lambda/2\pi$  이상

$\lambda$ 는 고려된 신호의 파장이다.

기기의 전자파 적합성에 대한 연구는 이러한 경우의 각각을 전자파 방해 및 내성 지점 측면에서 모두 고려하고 있다.

표 A.1에서는 분류를 요약하고 있다.

표 A.1. EMC 개요

주파수	전파	결합		방출	내성
저주파수 0≤f <9 kHz	전도성	공통모드		3배수 고조파 (0 순서) 잔류 전류	전원 주파수 전압
		차동 모드		고조파, 상호고조파 및 정류 노치  주전원 신호에 대한 결과	정류 노치 순간전압변동 전압강하 및 순간정전 과도 과전압 위상 변동 불평형 전압 주파수 변동 직류 부품
	방사성	근거리장	자기 결합	자기장	자기장
			용량성 결합	전기장	전기장
		원거리장			
고주파수 9 kHz≤f	전도성	공통모드		유도된 RF 전압 및 전류	유도된 RF 전압 및 전류 단방향 과도
		차동 모드			유도된 RF 전압 및 전류 단방향 과도
	방사성	근거리장		전기장 (고임피던스) 자기장 (저임피던스)	펄스 자기장 (휴대용 송신기) 휴대용 송신기
		원거리장		전자기장	RF 전자기장
광대역 스펙트럼		기중 방전 접촉 방전			
(비고) 이 시험방법에서 저주파수와 고주파수 간 한도는 IEC의 공통 관행에 따라 9 kHz로 규정되어 있다. 이 용어는 방송 대역을 말하는 용어가 아니다.					

산업현장에서의 경험상, 비적합성의 주된 요인은 위키토키와 같은 휴대용 전송기에 의한 것을 제외하고



는 전도 방해에 의한 것이다. 이 시험방법은 특히 PDS에 관련되는 방해를 다룬다.

### A.1.2 적합성 레벨

EMC가 안전해야 한다면 기기로부터의 방출 및 이 기기가 수신하는 전자파 방해를 측정하고 특징지워야 한다. 그림 A.1은 반드시 알아야 하는 여러 가지 레벨을 요약하고 있다.

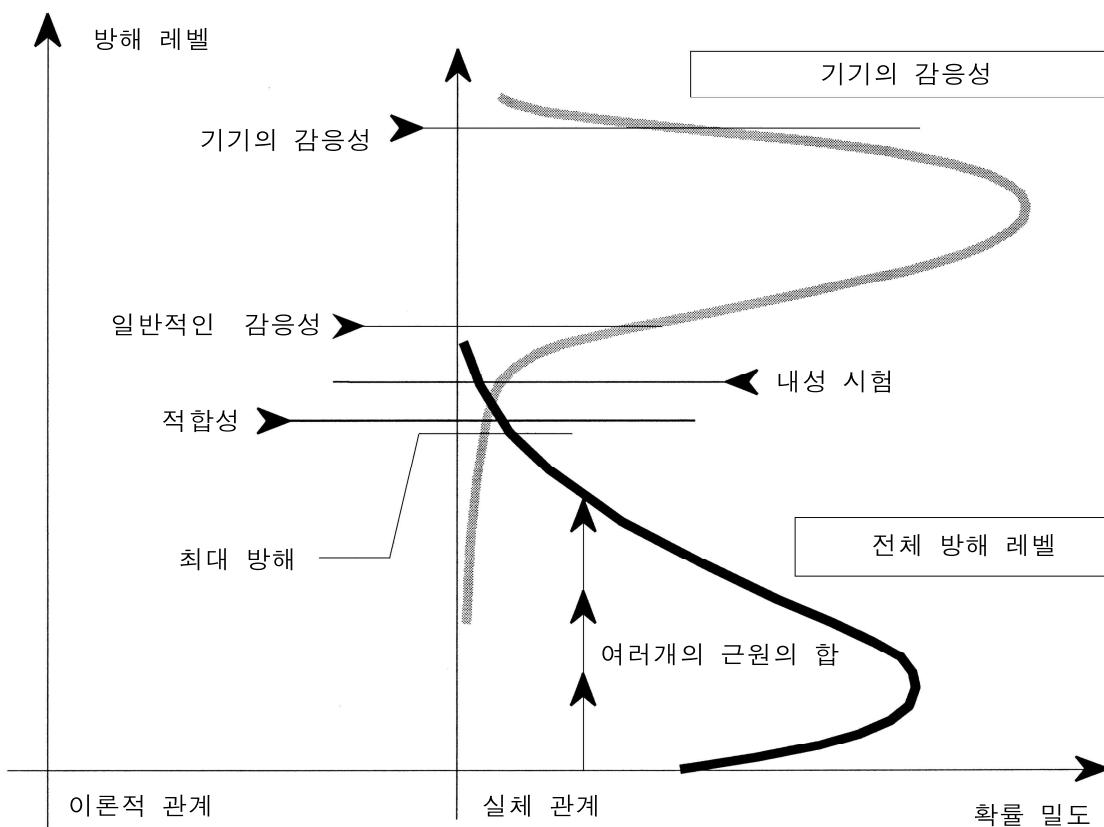


그림 A.1. 방해과 내성 사이의 관계

### A.1.3 PDS의 용도와 EMC

PDS의 응용 범위는 매우 넓기 때문에 완전한 목록을 확립하고자 하는 시도는 실패할 것이다. 그러나 이 시험방법에 주어진 예를 통하여 환경은 매우 다르다는 것을 알 수 있다. EMC의 정의는 제품 자체보다는 환경에 의해 더 크게 달라지기 때문에, 모든 규범은 이러한 사실을 고려해야 할 것이다. 예를 들면, 주거용으로 사용되는 건물 내 방출 허용기준은 산업용 설비의 압연기에 대해 사용되는 허용기준과 상당한 차이를 보인다.

PDS의 용도 예는 다음에 나열되어 있다.

- 공작 기계, 로봇, 생산 시험기기, 시험 벤치
- 종이 만드는 기계, 직물 생산 기계, 고무 산업에서 사용되는 캘린더
- 플라스틱 산업 또는 금속 산업, 압연기의 프로세스 라인
- 시멘트 분쇄기, 시멘트 가마, 믹서, 원심 분리기, 압출 성형 기계
- 천공기
- 컨베이어, 재료 처리 기계, 승강 기기(크레인, 갠트리 기중기 등)
- 선박의 추진 등
- 펌프, 송풍기 등

이러한 예의 제품은 이 시험방법에서 다루는 PDS를 사용한다. 그러나 전기 자동차 및 특히 전인 구동은 이 시험방법의 적용범위에 속하지 않는다(1. 참조).

## A.2 고주파 현상에 관한 부하조건

### A.2.1 방출시험 중 부하조건

PDS의 EMC 특성은 일반적으로 전동기의 부하량에 의해 거의 영향을 받지 않는다. 따라서 PDS를 모든 부하조건에서 EMC 특성에 대해 시험할 필요는 없다. 다만, 모든 동작 방출 및 모든 민감성을 대표할 수 있는 부하에서는 시험해야 한다. 제조자는 자신이 선택한 시험에 대한 부하조건이 이 시험방법에 적합한지를 증명해야 한다.

PDS의 방사성 및 전도성 방출은 저주파 또는 직류 출력 전력을 생성하는 데 사용되는 그 출력 전압의 첨예한 천이에 의해 주로 야기될 수 있다. 파형의 전압 스펙트럼은 입력 전력 전선, 캐비닛, 전동기 도선 및 전동기 케이스로부터 전기 에너지를 방사할 수 있을 정도로 PDS의 고주파에서 충분한 에너지를 가질 수 있다. 방사 에너지는 전압 천이에 의해 발생하기 때문에 시험은 전압 천이가 가장 많은 양의 고주파량을 가지는 조건에서 수행해야 한다. 다른 조건에서 시험을 수행할 필요는 없다.

출력 천이의 첨예도는 PDS에서 사용되는 전력 기기의 변환 속도에 의해 영향을 받을 수 있다. IGBT (트랜지스터)는 일부 유형의 인버터에서 사용되는 다이오드의 회복 특성과 연계하여 1 000 V/ms 이상 일 수 있는  $dv/dt$ 를 야기할 수 있는 초고속 기기를 말한다. 다이오드 회복의 가파름(abruptness)은 이러한 높은  $dv/dt$ 의 중요한 요소임을 반드시 유념해야 한다. 비록 회복 전류의 레벨이 부하와 상관이 없다 하더라도 다이오드 회복의 가파름이 부하 레벨과 상관이 없다는 것은 아니다. 필터 요소의 포화 영향을 포함하기 위해 감쇠 수단을 포함해야 한다는 것에 주의해야 한다(예 : 전자파 방해 억제 유도기의 포화).

다른 한편으로 수동 용량성, 저항성 또는 이 전압의 상승률을 제어하는 데 사용되는 완충 요소와 같은 유도성 전력 회로 요소를 고려하는 것도 중요하다. 이러한 기기가 있을 때 출력 파형은 부하 독립적인  $dv/dt$  특성을 가질 수 있다. 이러한 경우, PDS를 최악의  $dv/dt$  동작점에서 시험해야 한다.

### A.2.2 내성 시험 중 부하조건

전동기의 부하는 보통 PDS의 EMC 특성에 미미한 영향을 미친다. 따라서 모든 부하조건에서 PDS의

EMC 특성을 시험할 필요는 없으나, 모든 감응성을 대표하는 부하조건에서의 시험이 필요하다.

통상적으로 부하조건은 저주파 또는 고주파 방해에 대한 PDS 내성에 영향을 미치지 않는다. 전력 및 제어 회로 장치의 고장은 일반적으로 전압 레벨과 관련된 것이지 전류 레벨과 관련된 것이 아니다. 경부하에서의 시험은 보호회로 장치의 경미한 설정 변경, 즉 과전류, 과전압 등을 감지하지 않는다. 만일 이 레벨이 PDS의 적절한 동작에 있어 중요한 것이라면 시험을 통해 이러한 동작점에서의 내성을 검증해야 한다.

만일 토크 발생 작용 기준을 사용한다면 부하의 레벨은 저주파 또는 고주파 시험과 관련된 토크 방해를 측정할 수 있는 레벨이어야 한다. 이는 전동기 및 토크 측정 기기를 필요로 할 것이다. 전동기는 시험의 전자파 환경에서 사용할 수 있는 부하를 가져야 한다. 만일 간접 토크 측정법을 적용한다면 PDS는 측정해야 하는 모든 토크 방해에 대해 충분한 부하 레벨에서 동작해야 한다.

### A.2.3 부하시험

경부하 시험, 예를 들어 부하가 없는 상태에서 동작하는 전동기를 이용한 시험을 통하여 상기 조건이 충족된 경우 PDS의 EMC 특성을 검증할 수 있다. 또한 전동기의 부하조건을 모의 시험하는 수동 전력 저항 및 인덕터를 이용하여 시험을 수행할 수 있다. 이때 전동기 케이스가 안테나 요소의 역할을 할 수 있다는 사실을 염두하여야 한다. 만일 수동 부하를 이용한다면 이 안테나 영향을 모의 시험해야 한다.

PDS 제조자들은 시험 중 PDS에 가해지는 부하가 자신의 특별 제품에 대해 최악의 경우를 만들어내는 지 또는 가장 민감한 조건을 만들어내는지에 대한 증명을 제공해야 한다. 이 증명은 대표 제품의 시험 또는 계산이나 모의 시험에 의한 것일 수 있다.

## A.3 내성에 대한 몇 가지 측면

### A.3.1 전원 주파수 자기장

KN 61000-4-8에 따르는 시험은 자기장에 민감한 부품이 사용되는 경우 유용하다. PDS 주파수는 홀 효과(Hall effect) 전류 센서를 사용한다. 그러나 이러한 센서는 고레벨의 자기장이 존재하는 장소(전원에 인접한)에서의 동작에 적합하도록 설계된다. 상기의 진폭은 KN 61000-4-8에 따르는 시험 레벨에 비해 매우 높다. 예를 들어 10 A의 전류(무한한 직선 선로에 인가되는 것으로 가정하면)는 5 mm당 320 A/m의 자기장을 생성한다. 따라서 시험에 의한 간섭은 이러한 민감한 부품의 동작 환경에 비해 무시할 만한 것으로 간주된다.

### A.3.2 전자기장 내성 시험

#### A.3.2.1 저준위 전자기장(EM-fields)

ISM 기기, 일부 용접기, 건조기 등은 저레벨 전자파장 소스가 될 수 있다. 이러한 기기는 가정 및 산업 환경에서 모두 사용되고 있다. 대부분의 경우, 전기장의 세기 결과값은 PDS의 외함 포트에서 3 V/m 이

하로 예상된다.

PDS는 이전의 경험을 통하여 고유의 동작 유용성이 실현된다고 할 때, 다른 PDS로부터의 방사성 전자 파장 및 방출국으로부터의 저레벨 전자파장이 불만의 문제가 아니라는 것을 보였다.

#### A.3.2.2 보충 시험

전기장의 세기는 송신 안테나와 피해기기 간 거리에 역비례하여 감소하고, 안테나 입력 전력의 제공근으로만 증가한다. 따라서 PDS와 약 1 m 정도 거리에서 근접하여 동작할 수 있는 송신기에 대해 특히 주의를 기울여야 한다. 이러한 통신 기기는 전자 기기에 영향을 미치는 주요 방사성 전자파 방해원이 될 수 있다. 연속 고주파 방해의 일반적인 부분 소스의 예로는 위키토키 또는 무선 전화기와 같은 이동 통신 기기가 있다.

대형 PDS는 KN 61000-4-3의 시험을 위한 시험장에 올바르게 설치 및 동작할 수 없다. 따라서 단지 하위-구성품만을 시험하고자 하는 경우, PDS의 완전 조립을 검증하기 위해서는 산업용으로 통상적으로 사용되는 전파 통신 기기를 이용한 대체 시험이 수행될 수 있다.

시험이 수행되는 동안, PDS는 정상 동작 조건(예를 들면 출입문을 닫고)하에서 5.1.3에 따라 동작되고 감시된다.

이 시험이 차폐실에서 수행되지 않으므로, 시험 장소에서의 사용이 법적으로 인가된 송신기만이 사용될 수 있다. 다음의 송신기가 권고된다.

- 사용자의 시설 근처에서 통상적으로 사용되는 위키토키와 같은 기기
- 사용자의 시설에서의 사용이 금지되지 않고, 정격 출력에서 송신을 할 수 있는 디지털 이동 전화

송신기의 배터리나 전원 공급이 충분한 상태이어야 한다. 송신기가 배터리 절약 기능에 의해 방출되는 출력을 조절할 수 있다면, 이러한 가능성이 제거되어야 한다. 시험에 사용되는 송신기의 목록과 특성(형태, 출력 및 주파수)은 제조자에 의하여 사용자 정보로서 제공되어야 한다.

송신기는 CDM/BDM의 수직면에 인접한 휴대용이다. PDS에 가장 인접한 안테나의 위치는 PDS로부터 0.5 m ~ 1.0 m이다. 송신기는 “수신”에서 “송신”으로 전환되며, 다시 “수신”으로 복귀한다. 전환된 시간이 PDS가 응답하는 데 필요한 시간보다 작지 않아야 한다. 사용자가 “송신”과 “수신”을 전환할 수 없는 통신 기기가 사용되는 경우, 통신 숫자가 대신 송신된다.

PDS 표면에 평행한 평면 및 PDS에 수직인 평면(PDS로 향하는 방향)인 수직 및 수평의 각 안테나 방향으로 최소 3회의 신호 전송이 있어야 한다.

다음의 절차가 수행되어야 한다.

- CDM/BDM의 각 수직면에 대해 최소한 5지점에서

- 이 수직편의 모든 개방 부위에서, 환풍구는 하나의 개방부로 간주된다.
- 센서가 포함된 경우, 전동기의 합체에서

전반적인 절차는 적어도 두 가지의 다른 주파수에서 반복되어야 한다.

#### A.4 고주파 방출 측정 기법

##### A.4.1 임피던스/의사전원회로망(AMN)

###### A.4.1.1 AMN 회로

구동 기기 내 고주파 방해원은 소스(source) 임피던스를 가지기 때문에 방해 전압 측정은 회로 임피던스에 의해 영향을 받는다. 특히 더 낮은 주파수에서 주전원의 임피던스는 유도성을 띠는 것으로 간주할 수 있다. 그러나 기기의 다양한 정전 용량으로 인해 공진이 있을 수 있다. 추가 정보는 IEC 61000-2-3(1992)의 6.6을 참조한다.

가능한 경우 AMN을 사용하여 형식시험 중 사용되는 전원 임피던스를 표준화해야 한다. 이는 각기 다른 시험 현장 간 반복성을 향상시켜 준다.

다양한 회로의 특성은 KN 16-1의 5.1에 정의되어 있다. 이 시험방법에 정의된 방해 전압 측정의 주파수 범위의 경우, 50  $\Omega$ /50  $\mu$ H 회로 또는 50  $\Omega$ /50  $\mu$ H+5  $\Omega$  회로를 이용할 수 있다. 150 kHz ~ 30 MHz 대역에서, 피시험기기(전력 구동 시스템)는 주 전원 공급 측에서의 임피던스를 고려하지 않고, 접지측으로 50  $\Omega$ 과 50  $\mu$ H가 병렬인 임피던스로 판단한다.

AMN은 각 위상에 대해 재생된 회로를 포함한다. 중성이 사용되는 경우, 각 위상에 대해 사용되는 것과 동일한 회로를 통하여 연결된다.

###### A.4.1.2 AMN을 사용할 수 없는 PDS

###### A.4.1.2.1 불가능한 이유

더 낮은 주파수에서, 50  $\Omega$ /50  $\mu$ H AMN 안의 인덕터는 주전원의 임피던스에 50  $\mu$ H를 더한다. 50  $\Omega$ /50  $\mu$ H+5  $\Omega$  AMN 내의 인덕터는 300  $\mu$ H를 더한다. 이 추가 임피던스는 일부 PDS가 올바르게 동작하는 것을 방해할 수 있다(예를 들면, 전원 인덕턴스가 너무 높을 경우 정류 노치는 고전류 및 저점호각에서 과도하게 넓어질 수 있다). 이러한 경우 AMN을 사용할 수 없다.

상술한 AMN은 100 A 이하에서만 사용할 수 있기 때문에 이보다 정격값이 더 높은 PDS에 대해서는 AMN을 사용할 수 없다. 초대형 PDS의 경우(예를 들어 400 A를 초과하는 정격 전류), 전원 임피던스는 AMN의 임피던스보다 더 낮을 것이다. 이때 AMN을 사용하면 관독값이 과도하게 높아질 것이다.

전원 전압이 400 V(공칭) 이상인 경우, 시장에서 AMN을 구입하는 것이 어려울 수 있다.

이러한 경우 PDS를 주전원에 직접 연결해야 하며, 방해 전압을 고임피던스 프로브로 측정할 수 있다.

#### A.4.1.2.2 고임피던스 프로브

AMN을 사용하지 않는 경우, KN 16-1(2002)의 5.2.2에 설명된 바와 같이 고임피던스 프로브를 사용하여 방해 전압을 측정할 수 있다. 전원 주파수 전류는 탐침을 통과하지 않기 때문에 최고 정격전류의 PDS를 사용할 수 있다.

커패시터의 값 및 정격전압을 조정하여 최소 1 000 V 까지의 전원에 이 프로브를 사용할 수 있다. 만일 커패시터값이 감소한다면, KN 16-1에 명시된 바와 같이 교정시에 측정 값 조정의 영향이 허용되어야 한다.

프로브는 선로와 기준 접지 사이에 연결된다. CDM/BDM이 접지 금속 프레임을 가진다면 이것을 기준 접지로 취할 수 있다. 이 결선은 공급 도선이어야 한다. 이 공급 도선은 CDM/BDM으로 들어간다. 프로브에 대한 결선은 가능한 한 짧아야 하는데 0.5 m 이하가 선호된다.

KN 16-1에서는 프로브에 연결된 도선과 시험된 도체 및 기준 접지 사이에 루프 영역이 형성되는 것을 최소화하도록 주의시킨다. 이 것은 자기장에 대한 감응성을 줄인다.

#### A.4.1.2.3 대전류 PDS에 대한 대체법

어떤 경우 위상 변경 도중 안전상의 이유로 고임피던스 탐침을 사용하기가 어려울 수 있으며, 판독값이 AMN 측정에서 얻어진 값보다 몇 십이 더 높은 dB(부정합 임피던스로 인해)로 도출되는 경우도 있다.

일부 국가에서 수년간 사용하고 있는 이 대체법에서는 전압 프로브로 저전류(예를 들면 25 A) AMN을 사용한다. 고전류 PDS(수백 암페어 이상)에 사용하기도 한다. 이 방법은 KN 16-2의 A.5에 설명되어 있다. PDS를 그 공급망으로부터 차단시켜서는 안 된다.

AMN의 부하측은 전원포트에서 1 m 케이블을 통해 PDS의 공급 선로와 연결해야 한다. PC와 AMN 결선 사이에는 인덕턴스(예를 들면 연결 케이블링)가 있을 수 있다. AMN의 주 전원측은 개방한 채로 두어야 한다(예를 들면 주변 기기에 연결하지 않고). 측정기는 통상적으로 AMN에 연결해야 한다. 이 방법을 통하여 얻어진 측정 결과는 수백 암페어의 가상 AMN의 결과와 상당히 유사하다.

### A.4.2 고주파 방출 시험의 시행

#### A.4.2.1 측정 기기

##### A.4.2.1.1 정보 요점

특정 정보에 대해서는 이 시험방법의 관련 부 및 KN 11과 KN 16-1의 해당 부를 참조하기 바란다. 일부 추가 설명이 무선 주파수 방해 측정법에 대해 잘 알지 못하는 이 시험방법 사용자들을 위하여 제공

되어 있다.

#### A.4.2.1.2 스펙트럼 분석기

스펙트럼 분석기는 고주파 방해 평가에 흔히 사용된다. 그러나 많은 스펙트럼 분석기가 KN 16-1에 완전하게 일치하지 않기 때문에 문제가 발생할 수 있다.

전단(front-end) 선택도가 부족한 경우, 부정확한 판독값을 도출하는 상호 변조가 발생할 수 있다. 일부 스펙트럼 분석기는 정확한 대역폭을 가지지 않기 때문에 반복적으로 오류를 발생시킨다.

스펙트럼 분석기는 정상 스캐닝을 위한 첨두 검파기를 사용한다. 그러나 CISPR 표준에서 준첨두값 및 평균값으로 알려진 특수 검파기가 있는 수신기를 사용할 것을 규정하고 있다. 때때로 준첨두값 검파기는 “CISPR 검파기”라 하기도 한다. 일부 스펙트럼 분석기는 선택 사항으로 이러한 검파기를 활용할 수 있다. KN 16-1에서는 준첨두값 및 평균값 검파기에 대해 높은 과부하 가능 출력을 요구하는데, 이는 많은 스펙트럼 분석기에서 문제가 될 수 있다.

만일 스펙트럼 분석기가 KN 16-1에 완전하게 일치한다면 분석기 제조자는 이 사실을 반드시 명시해야 한다.

#### A.4.2.1.3 시험용 수신기의 적절성

계측기(스펙트럼 분석기 또는 시험 수신기)가 적합한지를 판단하기 위해 계측기 공급자는 계측기가 KN 16-1에 완전하게 일치하는지를 말해야 한다. 그러나 해당 요구규격을 쉽게 이해하기 위해 이 시험방법에 계측기의 주요 특성 몇 가지가 요약되어 있다.

주전원 포트방해 측정의 경우, 수신기는 150 kHz~30 MHz의 주파수 범위를 포함해야 한다. 준첨두값 및 평균값 검파기가 모두 있어야 한다. 대역폭은 9 kHz이어야 한다.

또한 일부 수신기에서는 주파수 범위 9 kHz~150 kHz를 적용할 수 있다. 이 주파수 범위에서 준첨두값 검파기를 활용해야 하며 대역폭은 200 Hz이어야 한다.

방사성 전자파 방해(방사 방출) 측정용 수신기는 30 MHz ~1 000 MHz를 포함해야 한다. 여기에서 대역폭은 120 kHz이고 준첨두값 검파기를 사용해야 한다.

#### A.4.2.2 측정 기법

##### A.4.2.2.1 에일리어싱(Aliasing)

수신기는 검파기 출력이 안정될 수 있도록 충분히 긴 시간 주기 동안 주어진 주파수로 동조된 채로 남아 있어야 한다. 만일 시험 수신기(또는 스펙트럼 분석기)가 너무 빠르게 주사된다면 검파기는 적당하게 안정될 수 없으며, 에일리어싱이라는 현상이 발생하여 잘못된 판독값이 도출될 것이다. 이는 펄스 반복



주파수(50/60 Hz에서 수 kHz 까지)로 인해, PDS를 비롯한 전력전자 기기에 특히 중요하다. 만일 파형 내 침두 또는 침두 사이의 골(trough)이 스크린을 거쳐 이동하는 것으로 보인다면 에일리어싱이 존재하는 것이기 때문에 소인 시간을 늘려야 한다.

고주파 방해 평가에 흔히 사용되는 스펙트럼 분석기 유형에서, 국부 발진기는 주파수 범위를 통과하여 소인된다. 이는 시간 영역 표본의 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 사용하는 분석기와 혼돈해서는 안 된다.

관독값이 허용기준에 가까운 그러한 주파수에서는 수신기 스캐닝 없이 측정을 수행해야 한다. 이는 이 주파수에서 에일리어싱에 의해 야기되는 부정확성 문제를 방지해 준다.

#### A.4.2.2.2 침두값, 준침두값 및 평균값

침두값, 준침두값 및 평균값 검파기는 연속 사인과 신호가 있을 때 동일한 관독값을 제공한다. 다만, 대역폭이 같다고 가정한다. PWM과 같이 임펄스 신호가 있을 때, 침두 검파기는 최고 관독값을 도출하고 평균값 검파기는 최저값을 도출한다. 각기 다른 검파기에 의해 생성되는 관독값 간 차는 펄스 반복 주파수가 수신기 대역폭보다 훨씬 더 낮을 때 가장 크다.

#### A.4.2.2.3 주변 잡음

주변 잡음의 한도에 대한 요구규격은 KN 11(2005)의 6.1에 주어져 있다.

주변 잡음으로 인해 잘못된 관독값이 도출되지 않는지 주의를 기울여 확인해야 한다. 인입 주전원의 주변 잡음 레벨을 모니터링할 때에는 개로 접촉기 또는 스위치가 PDS 가동 중 발생하지 않는 감쇠를 제공하는지를 주목해야 한다.

#### A.4.2.2.4 시험 중 PDS의 배치

이 시험은 실제 동작 조건을 모의 시험하기 위해 고안되었다. 따라서 기기는 정상 사용시 예상할 수 있는 방식으로 동작해야 한다. 예를 들면, 정상 동작시 닫혀 있는 커버 및 문은 시험 중에도 닫아야 한다. 다른 몇 가지 요구규격이 이 시험방법의 관련 부에 주어져 있다.

#### A.4.2.2.5 방사성 방출 측정

방사성 전자파 방해를 위한 안테나 및 시험 현장은 KN 16-1(2002)의 5.5와 5.6에 상세하게 설명되어 있다.

방사성 전자파 방해의 측정을 표준화하기 위해 특별 야외시험장(OATS)이 사용된다. 여기에는 일관된 방사성을 제공하는 데 있어 충분한 전도성을 가진 금속 접지 평면이 포함된다.

시험 중 기기는 다양한 방향에서 방사 방출을 측정할 수 있게 하기 위해 턴테이블에 설치된다.



측정이 최저 주파수(30 MHz)에서 원거리장에 있다는 것을 확인하기 위해 안테나는 시험 중 기기로부터 10 m 또는 30 m 떨어뜨려 설치된다.

안테나는 주어진 주파수에서 최대 방출을 찾기 위해 수직 및 수평 편파에서 상승되고 하강된다.

#### A.4.2.2.6 현장 시험

기기를 시험장에서 시험할 수 없다면 원위치에서 시험해야 한다. 이러한 경우, 상술된 바와 같이 주변 잡음에 의해 야기되는 문제를 방지하기 위해 각별한 주의를 기울여야 한다.

현장 시험은 시험장에서의 시험처럼 반복성이 있는 것은 아니다. 따라서 대량으로 생산되는 제품에 대한 일치를 예측하기 위해 한 장소에서 시행한 원위치 시험의 결과를 이용할 때에는 주의를 기울여야 한다.

시험을 시험장에서 수행할 수 없을 때 미국에서 사용하는 한 가지 접근법은 바로 기기가 설치된 처음 세 곳에서 원위치 시험을 수행하는 것이다. 만일 기기가 세 곳의 장소에서 모두 허용기준에 적합한 것으로 확인된다면, 기기는 일반적인 경우에 허용기준에 적합한 것으로 간주된다.

#### A.4.3 대전력 PDS에 확립된 경험

수십 년간 많은 국가에서의 경험이 법률 제정의 확립된 절차 및 고주파 방해에 대한 무선통신 사용의 보호가 실제 우수한 결과로 인해 증명되었다는 것을 알려 준다. 일례로, 다년간 독일에서 사용되어 온 절차가 아래에 설명되어 있다.

제2환경에서 사용하기 위해 고안된 대전력용 기기는 시험장에서 시험해서는 안 된다. 왜냐하면 이 기기는 설비의 한 부분이며 개별적으로 판매되기 때문이다. [4]를 참조한다. 사용자는 자신의 책임하에서 직접 제작한 기기에 대해 동일한 규칙을 적용한다. [5]를 참조한다. 이러한 대전력용 설비의 방출 한도는 설비 영역의 실제 경계에 적용된다. 이는 원래 그 위치에 설치하도록 고안된 측정 및 제어 기기에 대해서도 마찬가지다. 방출 한도는 설비의 경계에 대하여 적용되었다(전도 방해 전압의 측정점은 다음 번 활용 가능한 고전압 변압기의 2차 저압이고, 방사 한도의 경우 경계까지 30 m이다). [4]와 [5]를 참조한다.

결과적으로 6.5에 명시된 절차는 이 경험을 따른 것이다. 이와 같은 PDS의 사용(등급 C4)은 EMC 능력을 필요로 한다. 이 능력은 기구의 설계에 적용해야 하며, 제조자 및 사용자들은 특별 및 특수 환경 내의 가장 경제적인 적합성 레벨을 정의해야 한다.

## 부록 B

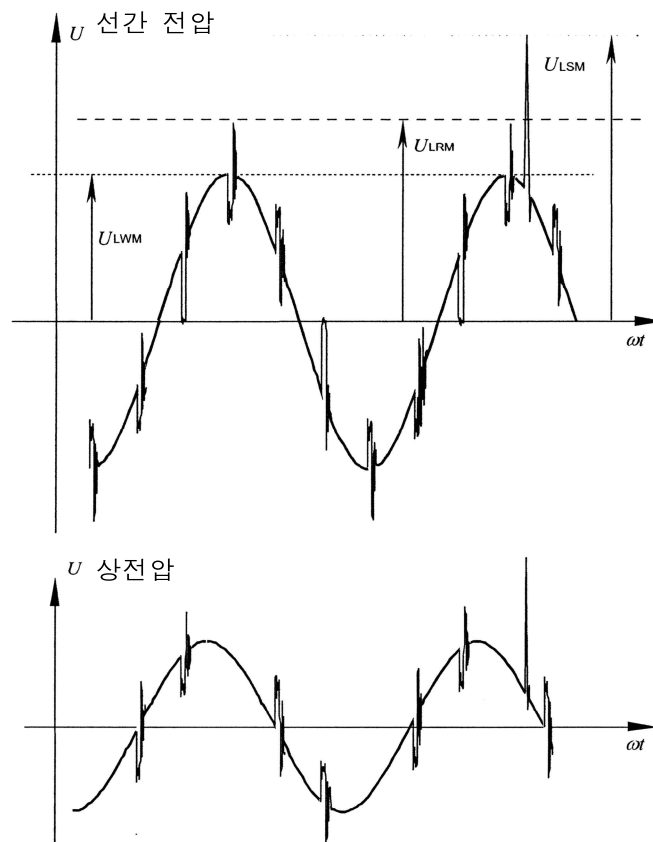
### (정보)

### 저주파 현상

#### B.1 정류 노치

##### B.1.1 발생 - 설명

정류 노치는 사이리스터 컨버터의 포트에서 발생하는 순간 단락에 의하여 야기된다. 이것은 공급되는 하나의 상에서 다른 상으로 전환될 때 발생한다. 전압 노치는 기본값의 순시값으로부터의 교류 주전원의 편차이다. 전원 공급 시스템에서 관측되는 정류 노치의 크기는 사이리스터 컨버터의 공급 임피던스와 감결합 리액턴스의 비에 따라 결정된다.



주) 단위 수치당 전형적인 범위는 단지 기준으로서 제공된다.

그림은 PDS 단자와 컨버터 사이에 임피던스가 없는 것으로 가정한다.

반복적 과도현상 ( $U_{LRM}/U_{LWM}$ )=1.25~1.50;  $di/dt$ 와  $I_{RR}$ (반도체의 동적 역전류)에 따른 스너버(snubber) 설계에 의존한다.

비반복적 과도현상 ( $U_{LSM}/U_{LWM}$ )=1.80~2.50; 부가적 안전 장치에 의존한다.

그림 B.1. 정류 노치의 전형적 파형 - 비반복적 과도현상과의 구별

노치의 분석은 일반적인 고조파 분석보다 광범위한 주파수를 고려한다. 이러한 시간영역 특성은 단순한 고조파 분석에 의해서는 이해될 수 없는 효과를 야기한다. 따라서 오실로스코프를 사용하여 시간영역에서 분석된다.

우선 다음 사항을 상기해야 한다.

- 규칙이 적용되는 간단한 경우에, 배전망 임피던스는 순수한 리액턴스로 정형화할 수 있다고 가정한다:  $Z=L \cdot w$  (이 가정은 커패시터 또는 긴 케이블이 있는 경우에는 유효하지 않다. 이 경우에 공진이 발생 할 수 있다.)
- 정류 노치의 측정이 깊이( $U_{LWM}$ 의 %)와 면적(넓이×깊이, %× °)으로 정의되어 있는 KS C IEC 60146-1-1의 2.5.4.1에 분류되어 있는 정류 노치에 대한 내성을 상기해야 한다. KS C IEC 60146-1-1은 과도현상을 제외한  $U_L$ 의 최대 순시값(크기)로  $U_{LWM}$ 으로 정의한다. 이때  $U_L$ 은 (가능한 경우) 컨버터 또는 변압기의 선로 측에서 선간 전압이다.

만일 컨버터가 인덕턴스를 포함하지 않는 경우, 컨버터 자체의 단자(BDM/CDM의 단자가 아닌)에서 선간 전압 내 주노치의 깊이는 다음과 같다.

$$d=100 \sin \alpha (\%)$$

여기에서

$\alpha$  : 위상 제어 컨버터의 점호각을 의미한다(다이오드의 자연 전류점이라 함).

- 주노치는 컨버터 단자에서의 선간 전압 0 V에 의해 특징지어진다.
- 근사값은  $\alpha < 90^\circ$ 인 경우 d의 부족 평가를 제시하고,  $\alpha > 90^\circ$ 인 경우 d의 과평가를 제시한다.

노치 영역  $\alpha$ 는 간단한 관계로 추정할 수 있다.(예를 들면 삼상 브리지, 아래 설명에 있는 간략화 조건을 참조한다.)

$$\alpha = 8000(Z_t \cdot I_{LL} / U_L) (\% \text{ } ^\circ)$$

여기에서

$Z_t$  : CDM의 임피던스를 포함하여 상당 총 선로 임피던스(순 리액턴스로 가정)

$I_{LL}$  : 선로 측 전류의 기본 성분

$U_L$  : 상간 전압

PDS가 전류 한계 조건에 있는 경우, 최악의 경우가 발생할 수 있다는 것을 알 수 있다.

주) 정류각  $u$  중에서  $\alpha$ 부터  $(\alpha+u)$ 까지의 정류 전압은

$$\sqrt{2}U_L \cdot \sin \omega t$$

$$\sqrt{2}U_L \cdot \sin \omega t = 2L_t \cdot di/dt \quad \text{그리고}$$

이며, 정류 노치의 면적은 다음과 같다.

$$A = \int_{\alpha}^{\alpha+u} U(\theta) \cdot d\theta = 2L_t \int_{\alpha}^{\alpha+u} (di/dt) \cdot (dt/d\theta) \cdot d\theta (V \times \text{라디안})$$

$A = 2L_t \cdot \omega \cdot I_a$ 는  $A = 2Z_t \cdot I_a$ 를 의미한다.

여기에서

$I_a$  : 정류 전류

삼상 브리지에서 맥동을 고려하기 위해  $I_a \approx 0.75 I_d$ 라 가정한다. 여기에서  $I_d$ 는 직류 전류이다.

$$A = 1.5 Z_t \cdot I_d$$

그리고  $a(^{\circ})$ 는

$$a = 100A(360/2\pi)(1/\sqrt{2} U_L) = 6077(Z_t \cdot I_d / U_L)$$

$$a = 7794(Z_t \cdot I_{1L} / U_L)$$

$$a = 8000(Z_t \cdot I_{1L} / U_L) \text{ 또는 단위값에서 } a \approx 4500(z_t i_L)$$

## B.1.2 계산

### B.1.2.1 일반적인 평가

상술한 가정이 유효할 때 PC에서 노치 깊이는 다음과 같다.

$$d_{PC}\% = 100 \sin \alpha [Z_c / (Z_c + Z_d)] = 100 \sin \alpha (Z_c / Z_t)$$

여기에서

$Z_t$  : 총 선로 임피던스

$$Z_t = Z_c + Z_d$$

여기에서

$Z_d$  : PC와 컨버터 단자 사이의 감결합 리액턴스(CDM에 포함되는지 아닌지의 여부)

$Z_c$  : PC에서의 전원 공급망 임피던스

컨버터의 제어 능력 크기(예를 들면 삼상 제어 브리지의 경우)는 종종  $\sin a$ 로 표현된다. 노치 깊이는 컨버터 단자에서의 100 %부터 임피던스 '0' 전원 소스의 0 %까지 변한다.

PC와 BDM 사이에 감결합 리액턴스  $Z_d$ 를 더하면 PC에서 노치 깊이는 작아지고 넓이는 증가한다. 다만, 노치 면적은 일정하게 유지된다.

$$a_{PC} = 8000(Z_c \cdot I_{1L} / U_L)(\%)$$

위의 가정을 적용하는 간단한 경우, 이러한 방정식을 사용하여 요구되는 감결합 리액턴스를 정의할 수

있다. 컨버터의 노치 깊이 한도(표 B.1 참조)와 제어 진폭 능력을 안다면 PC에서의 노치 깊이는 다음 비율과 같다.

$$Z_c/(Z_c + Z_d)$$

이때  $Z_c$ 는 사용자에게 의해 정의되며, 내부 감결합 리액턴스(제조사에 의하여 제공된)를 빼면 설치자가 정의한  $Z_d$ 를 계산할 수 있다. 남은 값은 올바른 감결합을 위해 추가 되어야 하는 리액턴스 값이다.

주) 위에 설명한 계산은 노치의 시작 및 끝에서의 과도를 고려하지 않았다.

### B.1.2.2 실제 규칙

위의 계산에서는 리액턴스  $Z_d$ 를 이용하여 방출을 감결합하기 위한 실제 규칙을 정의하고 있다. 이것은 아래에 요약되어 있다. 회로 임피던스가 순수 리액턴스라 가정할 때 기본 관계는 다음과 같다.

$$Z_c = L_c \cdot \omega$$

$$Z_t = Z_c + Z_d$$

$$d_{PC} \% = 100 \sin \alpha(Z_c/Z_t)$$

$$a_{PC} \% = 8000(Z_c \cdot I_{II}/U_L)$$

같은 선로에 연결된 복합 컨버터의 경우, KS C IEC 60146-1-2의 3.5를 고려해야 한다.

그러나 노치 방출 기준에 적합하다고 해서 고조파 방출 기준에 적합한 것은 아니라는 사실을 기억해야 한다. 이와 유사하게 고조파 방출 기준에 적합하다고 하여 반드시 노치 방출 기준에 적합한 것도 아니다. 내성 측면은 고조파 왜곡 기준에 의해 완전하게 포함되지 않는다. 사실상 고조파 기준이 다양한 고조파 부품 간의 모든 위상 관계를 말해 주는 것은 아니기 때문에, 이것이 특별 전압 파형이 PDS에 가해지는 것을 막는 것은 아니다. 정류 노치의 특별 파형( $dv/dt$ , 영점 교차 가능)은 스너버(snubber)의 동작에 영향을 미치거나 또는 전자 제어 동작에도 영향을 미칠 수 있기 때문에, 특별 내성 기준이 KS C IEC 61800-1(2002) 및 KS C IEC 61800-2(2002)에 명시되어 있다(관련 서적 목록 참조). 또한 이 표준들의 4.1.1에 전기 공급 조건으로 정의되어 있다.

### B.1.3 정류 노치를 고려하는 권고사항

#### B.1.3.1 방출

권고사항은 정류 노치가 존재하지 않거나 무시할 만한 진폭을 갖는 경우로 알려진 구조의 전력 컨버터에는 적용하지 않는다.

주1) 예를 들면, 스위칭 주파수의 효과를 감소시키기 위해 설계된 감결합 필터가 장착된 능동입력부(active front-end)를 갖는 전압원 인버터 형태의 간접 컨버터는 노치를 생성하지 않는다. 단순한 다이오드 정류기는

무시할 만한 진폭의 노치를 생성한다. 노치 방출에 있어서 고려되어야하는 대부분의 실제적인 경우는 사이리스터 컨버터의 경우이다(선-정류형(line commutated)).

정류 노치에 관련된 권고사항의 적합이 고조파에 대한 요구규격에 적합함을 확인할 필요를 막지는 않는다. PC(PCC 또는 IPC)에서의 주 노치의 깊이는 순수 리액턴스로 간주되는 선로 임피던스로서 표 B.1에 따라 허용기준이 마련되어야 하며,

$$Z = L \omega$$

1.5 %(PDS의 정격 출력에 관련하여)의 수치를 가져야 한다.

주2) PDS를 설치하는 경우, 선로 임피던스는 PC에서의 단락-회로 전력  $S_{sc}$ 로부터 실제로 정의된다.

$$Z_{ac} = U_{LN}^2 / S_{sc}$$

표 B.1. PC에서의 정류 노치의 최대 허용 깊이

	제1환경	제2환경
	20 %	40 %
최대 노치 깊이	KS C IEC 60146-1-1의 등급 C 또는 지역의 전기사업자의 요구규격에 적합	KS C IEC 60146-1-1의 등급 B 또는 사용자와의 계약

주3) 이 규칙은 캐피시터나 케이블의 긴 길이에 의하여 공진이 예상되는 경우에는 적용될 수 없다.

주4) 어떤 배전 계통의 경우에는 특별한 고려가 필요할 수 있다(예를 들면 병원의 내부 배전 계통). 이러한 경우, 사용자에게 의하여 조건이 규정되어야 한다.

적합성은 계산, 모의 실험 또는 측정에 의해 결정된다.

PDS가 이 요구규격으로부터 벗어나는 경우, 그리고 사용자가 이 요구규격에 적합하도록 하기 위한 경우, 제조자는 사용자 문서에 다음의 정보를 제공해야 한다.

- CDM/BDM의 정상적 동작을 위한 최대 및 최소 선로 임피던스
- CDM/BDM에 포함된 경우, 감결합 리액턴스  $Z_d$ 에 대한 상술
- 선택적 부품에 의하여 전달될 수 있는 유효한 감결합 리액턴스  $Z_d$ 에 대한 상술

주5) 최대 선로 임피던스는 PC에서의 최대 노치 면적과 직접 관련된다(B.1.1 참조).

동일한 PC에 연결된 다중 PDS의 경우의 노치 한계는 전력계통의 고려사항이며 단순한 규칙으로 정의될 수는 없다.

주6) 노치를 방지하기 위한 내성이 다른 기기에 대해서 고려되는 대부분의 실제적인 경우는 RFI 필터의 경우이다.

### B.1.3.2 내성

PDS상의 노치에 있어서 유해한 영향은 전체 고조파 왜곡에 기여하는 노치에 대한 주파수 분석으로 관측되는 경우에 비해 훨씬 클 수 있다. 따라서 정류 노치의 시간영역 분석이 필요하다. 고조파와 정류 노치로 인한 영향은 몇몇 전력 기기(예를 들면 스너버(snubber))는 물론 전자 제어에 영향을 미침을 유념한다. 전자 제어의 오동작이 즉시 발생할 수 있고 스너버(snubber)는 짧은 열적 시간상수를 가지므로, 영구적 조건에 대해서 시험 시간의 지속은 1시간을 초과할 필요는 없다.

노치에 대한 내성이 고려되어야 하는 몇 가지 실제적 경우는 다음과 같다.

- 동작이 순간적으로 영향을 받는 경우. 예를 들면 전압의 영점 교차가 기준이 되는 전자식 동기 회로의 영향
- 열적 과부하. 예를 들면 전력 컨버터에 있는 스너버(snubber) 회로의 과부하
- L-C 회로의 과전압. 예를 들면 RFI 필터

## B.2 고조파 및 상호고조파에 관련된 정의

### B.2.1 일반적 논의

#### B.2.1.1 비사인파 전압과 전류의 분해능

전통적인 푸리에 급수 분석(IEV 101-13-08)은 주기적 양을 제외한 비사인파를 주파수의 급수에서 실제 사인파 성분으로, 부가하여 직류 성분으로 분해할 수 있다. 급수의 가장 낮은 주파수는 기본파 주파수로 불린다(IEV 101-14-49). 급수의 다른 주파수들은 기본파 주파수의 정수배이며 고조파로 불린다. 대응 성분은 각각 기본파 주파수 및 고조파 성분으로 간주된다.

푸리에 변환(IEV 101-13-09)은 주기적이거나 주기적이지 않은 어떠한 함수에도 적용될 수 있다. 변환의 결과는 주파수 영역에서의 스펙트럼이며, 비주기적인 시간 함수의 경우 연속적이며 기본 성분을 가지고 있지 않다. 주기 함수에 대한 특정한 적용의 경우는 주파수 영역에서의 선 스펙트럼을 보여주며, 이 스펙트럼의 선은 푸리에 급수의 기본 및 고조파에 대응한다.

주1) 전력 공급 시스템의 전압을 분석할 때, 기본파 주파수에서의 성분은 가장 높은 진폭의 성분이다. DFT를 시간 함수에 적용하는 경우, 얻어진 스펙트럼에서의 첫 번째 선일 필요는 없다.

주2) 전류를 분석하는 경우, 기본파 주파수에서의 성분이 가장 높은 진폭의 성분일 필요는 없다.

#### B.2.1.2 시간 변화 현상

전형적인 전력 공급 시스템의 전압과 전류는 선형 또는 비선형 부하의 끊임없는 스위칭과 변화에 영향을 받는다. 그러나 분석의 목적상 측정의 관점에서는 정상상태인 것으로 간주되며(약 200 ms), 이것은 공급되는 전력의 전압의 주기에 정수배를 한 것이다. 고조파 분석은 기술이 제공할 수 있는 최상의 절충방안을 얻기 위해 마련된다(KS C IEC 61000-4-7 참조).

## B.2.2 정의에 관련된 현상

### B.2.2.1 기본 주파수

시간 함수의 푸리에 변환으로부터 얻어진 스펙트럼에서의 주파수로서, 스펙트럼의 모든 주파수가 고려된다. IEC 61800에서는 컨버터에 공급되는 전원 주파수 또는 고려되는 경우에 따라 컨버터에 의해 공급되는 주파수와 같다[IEV 101-14-50, MOD].

- 주1) IEV 551-20-01과 IEV 551-20-02는 푸리에 분석의 결과로서 성분을 정의하므로 주파수는 연속적이다. 이 절에서 정의는 연속적인 성분인 주파수를 먼저 정의하는 SC77A에 접근을 따른다. 두 개의 다른 방법 사이에 모순은 있지 않다.
- 주2) 주기 함수의 경우, 기본파 주파수는 일반적으로 함수 그 자체의 주파수와 동일하다(IEV 551-20-03과 IEV 551-20-01 참조). 상기의 정의는 “기준”이라는 용어가 모호하지 않도록 생략될 수 있는 경우에 대해 IEV 551-20-04와 IEV 551-20-02에 따라 “기준 기본파 주파수”의 정의와 일치한다.
- 주3) 모호함이 남아 있는 경우, 공급 전력의 주파수는 시스템에 제공되는 동기 발전기의 회전 속도와 극성에 참조되어야 한다.
- 주4) 정의는 산업용 전력 공급망이 공급하는 부하, 심지어는 망에 공급되는 발전기가 정적 컨버터인 경우에도 부하를 고려하지 않고 적용될 수 있다.

### B.2.2.2 기본 성분(또는 기본)

주파수가 기본 주파수인 성분

### B.2.2.3 고조파 주파수

기준 주파수의 정수배인 주파수. 기본파 주파수에 대한 이 주파수의 비를 고조파 차수라고 하며(권고되는 표기는 “h”), IEV 551-20-07, IEV 551-20-05 및 IEV 551-20-09를 참조한다.

### B.2.2.4 고조파 성분

고조파 주파수를 갖는 성분. 이 값은 실효값으로 표기되는 것이 일반적이다.

주) 간소화를 위해 이 성분이 단순히 고조파로 언급되기도 한다.

### B.2.2.5 상호고조파 주파수

기본파 주파수의 정수배가 아닌 주파수

IEV 551-20-07, IEV 551-20-05 및 IEV 551-20-09를 참조한다.

- 주1) 고조파 차수의 확장에 따라 상호고조파의 차수는 기본파 주파수에 대한 상호고조파 주파수의 비이다. 이 비는 정수가 아니다(권고되는 표기는 “m”).
- 주2) “ $m < 1$ ”인 경우, 저조파라는 용어가 사용될 수 있다(IEV 551-20-10 참조).



### B.2.2.6 상호고조파 성분

상호고조파 주파수를 갖는 성분. 이 값은 실효값으로 표기되는 것이 일반적이다.

- 주1) 간소화를 위해, 이 성분은 고조파로 단순히 언급될 수 있다.
- 주2) IEC 61800에 따라, 그리고 KS C IEC 61000-4-7에 언급된 바와 같이 시간 영역은 10개의 기본 주기(50 Hz 계통)를 갖거나 12개의 기본 주기(60 Hz 계통)를 갖는다. 예를 들면 약 200 ms. 따라서 두 개의 연속적인 상호고조파 성분 사이의 차이는 약 5 Hz이다. 다른 기본과 주파수의 경우, 시간 영역은 6개의 기본 주기(6 Hz 에서 약 1 000 ms)와 18개의 기본 주기(180 Hz에서 약 100 ms) 사이에서 선택되어야 한다.

### B.2.2.7 고조파 함량

주기적 양의 고조파 성분의 합[IEV 551-20-12]

- 주1) 고조파 함량은 시간의 함수이다.
- 주2) 실제적 분석을 위해서, 주기성의 간략화가 필요할 수 있다.
- 주3) 고조파 함량은 기본 성분의 선택에 따른다. 어떤 성분이 사용된 환경으로부터 명확하지 않다면 설명이 제공되어야 한다.
- 주4) 고조파함의 실효값은 다음과 같다.

$$HC = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} (Q_h)^2}$$

여기에서

- Q : 전류 또는 전압
- h : 고조파 차수(B.2.2.3에 따라)
- H : 이 시험방법에서는 40

### B.2.2.8 총고조파 왜곡(THD)

기본 성분 또는 대체량으로서 기준 기본 성분의 실효값에 대한 고조파 함량의 실효값의 비[IEV 551-20-13]

- 주1) 고조파 함량은 기본 성분의 선택에 달려 있다. 어떤 성분이 사용된 환경으로부터 명확하지 않다면 설명이 제공되어야 한다.
- 주2) 총고조파비는 임의의 고조파 차수(권고되는 표기는 “H”)로 제한되며, 이 시험방법에서는 40이다.

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

여기에서 B.2.2.7의 표기에 더하여

Q1 : 기본 성분의 실효값

### B.2.2.9 총 왜곡 함량

교류 전기량으로부터 기본 성분이나 기준 기본 성분을 감하고 얻어지는 양[IEV 551-20-11]

주1) 총 왜곡 함량은 고조파 성분과 상호고조파 성분(존재한다면)을 포함한다.

주2) 총 왜곡 함량은 기본 성분의 선택에 달려 있다. 어떤 성분이 사용된 환경으로부터 명확하지 않다면 설명이 제공되어야 한다.

주3) 총 왜곡 함량은 시간 함수이다.

주4) 교류 전기량(약어  $Q$ )은 0의 직류 성분을 갖는 주기량이다.

주5) 총 왜곡 함량의 실효값은  $DC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$  이다.

여기에서 B.2.2.7과 B.2.2.8로부터 도출된 표기를 사용한다. IEV 101-14-54와 IEV 551-20-06도 참조한다.

#### B.2.2.10 총 왜곡률(TDR)

교류 전기량의 기본 성분 또는 기준 기본 성분의 실효값에 대한 총 왜곡 함량의 실효값의 비[IEV 551-20-14]

주) 총 왜곡률은 기본 성분의 선택에 달려 있다. 어떤 성분이 사용된 환경으로부터 명확하지 않다면 설명이 제공되어야 한다.

$$TDR = \frac{DC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

#### B.2.2.11 총 왜곡 인자(TDF)

교류 전기량의 실효값에 대한 총 왜곡 함량의 실효값의 비[IEV 101-14-55 및 IEV 551-20-16]

주1) 총 왜곡 인자는 기본 성분의 선택에 달려 있다. 어떤 성분이 사용된 환경으로부터 명확하지 않다면 설명이 제공되어야 한다.

$$TDF = \frac{DC}{Q} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q}$$

주2) TDF와 TDR의 비는 기본 성분의 실효값과 총 실효값의 비와 같다. 이것은 기본 인자이다(IEV 161-02-22).

$$FF = \frac{TDF}{TDR} = \frac{Q_1}{Q} \leq 1$$

#### B.2.2.12 개별 왜곡률(IDR)

기본값에 대한 어떤 성분의 비

$$IDR = \frac{Q_h}{Q_1}$$

### B.2.3 적용 조건

#### B.2.3.1 기준값

이 시험방법에서의 명확성을 위해 허용기준은 대응하는 정격을 기준으로 한다.

THD와 TDR에 대한 허용기준은

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left( \frac{Q_h}{Q_{N1}} \right)^2} \quad \text{및} \quad TDR = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_{N1}} \quad \text{또는} \quad IDR = \frac{Q_h}{Q_{N1}} \quad \text{이다.}$$

여기에서

$Q_{N1}$  : 기본값의 정격 실효값

주1) *THD*는 상호고조파를 포함하지 않음을 유념하는 것이 중요하며, *H*의 상위 허용기준은 일반적으로 40이다. *TDR*은 40 차수의 위로 9 kHz까지의 주파수와 상호고조파를 포함한다. 40 차수를 초과하는 주파수에서 상호고조파와 방출이 무시될 경우, *THD*와 *TDR*은 동일하다. 전압이나 전류의 총 실효값에 대한 왜곡을 의미하는 총 왜곡 인자 *TDF*는 사용이 드물며 혼란을 피하기 위해 고려되지 않아야 한다.

방출의 평가는 KN 61000-3-12에 따라 전류에서의 고조파 함량이 최대값을 제공하는 동작 조건 하에서 수행되어야 한다. 그러나 상호고조파는 분리하여 고려해야 한다.

주2) 전류 고조파 함량(*HCI*)은 KN 61000-3-12에서의 총고조파 전류(*THC*)로 표기되며, 여기에서 상호고조파는 고려되지 않는다. 전류에 있어서 총 왜곡 함량의 좋은 간략화가 표현된다(직류).

$$THC = HCI = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} (I_h)^2} \approx DCI = \left( \sqrt{I^2 - I_1^2} \right)$$

### B.2.3.2 시스템 및 설비

PDS는 통상적으로 제지 또는 금속 업계에서 완전 처리 선로와 같이 대형일 수 있는 큰 기기의 부품이다. 일체의 혼란을 피하기 위해 이 절에서는 “설비”라는 용어를 공공 전원망의 PCC(공통 결합점)에 연결되는 완전 설비를 가리키는 데에만 전적으로 사용한다.

### B.2.3.3 부하조건

시스템의 경우, 정상 상태 조건은 과부하조건(가속 또는 기타)이 24시간 안에 5 % 및 일주일 이내에 1 %의 총지속 시간을 초과하지 않는 최악의 경우를 나타내는 조건이다. 만일 시스템의 부하가 주기에 의해 정의된다면 KS C IEC 61000-4-7에 정의된 측정법에 따라 최대 부하 기간에 고조파 방출 평가가 수행 되어야 한다.

과부하조건은 75 A 미만의 정격 입력전류의 저압 PDS의 평가에 있어서 고려하지 않는다. B.3.2.2를 참조한다.

### B.2.3.4 계약 전력

계약 전력  $S_{ST}$  는 등가 기준 전류  $I_{TN}$ (총 실효값)을 정의한다.

$$S_{ST} = U_N \times I_{TN} \times \sqrt{3}$$

여기에서

$U_N$  : PCC에서의 정격 선간 전압

$I_{TN}$  : 기준 전류

$I_{TN}$ 은 기기의 주 회로 차단기의 차단 전류값에 가깝다는 것을 기억해야 한다.  $S_{ST}$ 는 공공 배전망에 의해 아무 때나 설비로 전달될 수 있는 전력을 말한다. 각 계약 내부 전력의 경우 PCC에서 정의된 적당한 단락 전력(사고 레벨)  $S_{SC}$ 가 존재한다고 가정할 수 있다. 이는 배전 당국의 책임이다.

주) “계약 전력”은 사용자(설비 소유주)와 전력 공급자(당국) 간의 합의를 거친 전력이라는 뜻이다.

계약 전력이 고조파 전류가 p.u.(단위당)에서 표현하기 위하여 비교되는 기준 전류를 정의할 때 사용되는 경우, 기준 전류  $I_{TN1}$ 은 편의상  $I_{TN}$ 과 같다.

#### B.2.3.5 계약 내부 전력(계약 전력의 정의를 확장)

IPC “a”로 정의된 설비의 경우, 계약 내부 전력  $S_{ITA}$ 는 a로부터 설비의 부분 A에 대하여 등가 기준 전류  $I_{TNA}$ (총 실효값)를 정의한다.

$$S_{ITA} = U_N \cdot I_{TNA} \cdot \sqrt{3}$$

여기에서

$U_N$  : IPC “a”에서의 정격 선간 전압

$I_{TNA}$ 는 설비의 부분 A의 공급받는 부위에서의 정격전류임을 기억해야 한다.  $I_{TNA}$ 는 이 부분 A를 보호하기 위한 차단기의 정격에 가깝다. 각각의 계약 내부 전력의 경우, IPC “a”에서 정의된 타당한 단락 회로 전력(사고 레벨)  $S_{SCa}$ 이 존재하는 것으로 가정할 수 있다. 이것은 내부 전력 배전 담당자의 책임이다.

#### B.2.3.6 설비 전원의 단락 회로 전류 비율

$R_{SI}$ 는 PC로부터 전력을 공급받는 설비 또는 설비의 한 부분의 정격 피상 전력에 대한, PC에서의 전원 단락 전력의 비율이다(그림 B.2 참조).

$$R_{SIA} = S_{SCa} / S_{ITA} = I_{SCa} / I_{TNA}$$

첨자 “A”는 설비에서 고려되는 부분을 의미하며, 첨자 “a”는 PC가 이 부분의 중심에 있음을 의미한다.

주1) KS C IEC 60146-1-1의 1.5.35와 IEC 62103의 3.69는 “컨버터의 선로 측에서의 기본 피상전력에 대한 전원의 단락 전력의 비. 이것은 규정된 동작 조건과 규정된 배전망 구성에서 배전망의 주어진 지점을 의미한다.”로 상대 단락 전력( $R_{SC}$ )를 정의한다. 이것은 동일한 개념이다. 그러나  $R_{SI}$  연결된 지점의 정의된 부하(컨버터)

하위의 기본 피상 전력 대신에 연결된 지점의 전체 부하 하위의 정격 피상 전력을 의미한다.

- 주2) 정의는 설비 전체에 적용될 수 있다. 이러한 경우 연결점(PC)은 공통 연결점(PCC)이며,  $I_{TNA}$ 는 계약된 전력에 일치한다.
- 주3) 이 정의는 정격전류  $I_{TNA}$ 를 갖는 설비의 한 부분으로도 적용될 수 있다. 설비  $R_{SIA}$ 에서 전원의 단락 전류 비율은 설비 일부의 내부 연결점(IPC $\alpha$ )에서의 단락 전류와 그것의 정격전류와의 비율로 표현된다.
- 주4) 확장함으로써 이 정의는 정격전류  $I_{TNI}$ 를 갖는 기기의 부분에도 적용할 수 있다.  $R_{SII}$ 는 공급된 기기 일부의 정격전류에 대해 고려되는 내부 지점(전원에 의하여 이동된)에서 유효한 단락 전류의 비율로 표현된다.
- 주5) 그림 B.2에서 설비는 전원  $R_{SIA}$ 의 단락 전류 비율의 부분 A를 보여준다. 부분 A는 부분 B를 포함하며, 전원  $R_{SIB}$ 의 단락 전류 비율을 가지므로 부분 A는 부분 C 등도 포함하게 된다. 부분 B는 부분 B1, 부분 B2 등을 포함하게 된다. 이러한 구분에 의하여 분석이 가능하며 가능한 서로 다른 연결점에서 전원의 서로 다른 단락 전류 비율의 평가가 가능하다.

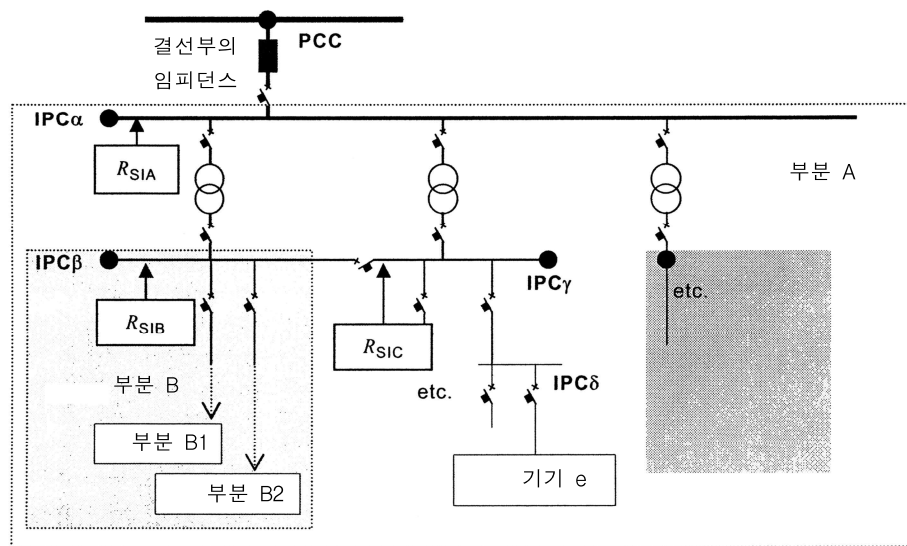


그림 B.2. PCC, IPC, 설비 전류 비율 및  $R_{SI}$

### B.2.3.7 단락비

$R_{SC}$ 는 기기의 정격 피상 전력에 대한 PCC에서의 전원의 단락 전력의 비율이다(KS C IEC 61000-3-4 또는 KN 61000-3-12 참조).

$$R_{SC} = S_{SC} / S_{Ne} = I_{SC} / I_{LNe}$$

- 주1) 그림 B.3의 예와 같이 적절한  $R_{SI}$ 의 함수로서 표현될 수 있다. 기기의 일부분은 단락전류가  $I_{SC}$ 인 공통 연결점에서 버스바(IPC $_d$ )로부터 전력을 공급받고, 정격전류  $I_{LNe}$ 를 흘려보낸다. 상기의 정의를 적용하면 다음이 주어진다.

$$R_{SIIe} = S_{SCd} / S_{TTe} = I_{SCd} / I_{LNe} = (I_{SCd} / I_{SC}) \times (I_{SC} / I_{LNe}) = (S_{SCd} / S_{SC}) \times (R_{SCe})$$

또는

$$R_{SCe} = (S_{SC} / S_{SCd}) \times R_{SIIe}$$

이 정의는 공공 저압 배전망에 기기의 일부는 연결하는 조건을 정의함으로써 KS C IEC 61000-3-4 또

는 KN 61000-3-12의 적용에 있어서 적절하다.

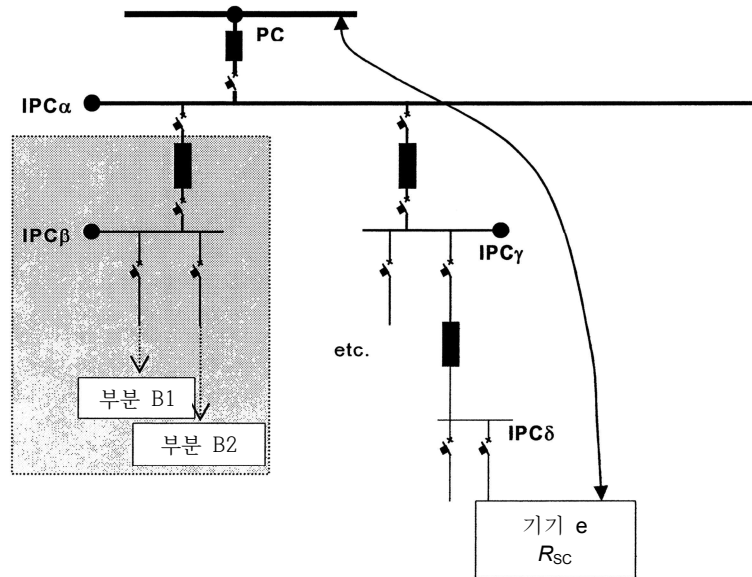


그림 B.3. PCC, IPC, 설비 전류 비율 및  $R_{sc}$

주2) KS C IEC 61000-2-6의 A.2는 직류 전류를 다루는 정류기에 관하여 RSC의 다른 정의를 제공한다.

### B.2.3.8 비왜곡 PDS

KN 61000-3-2의 허용기준에 적합하거나 또는 KS C IEC 61000-3-4의 기술보고서상의 단계 1의 허용기준에 적합한 PDS는 “비왜곡 PDS”로 명명할 수 있다. 이러한 PDS의 사용은 아무런 제약 없이 사용이 허용된다.

## B.3 고조파 방출 기준의 적용

### B.3.1 일반사항

전력 컨버터와 그 사용에 대한 이론적 연구에 있어서, 컨버터는 고조파 전류의 근원으로서 모델이 되어 왔다. 전압원 형태의 몇몇 새로운 컨버터(강제 정류(Commutation)와 PWM 제어를 사용하는)가 고조파 전압원으로서 더욱 좋은 것으로 기술되며, 고조파 전류원으로 변환시키는 임피던스(리액터)를 통하여 PC(이것 또한 전압원이다.)에 연결된다.

그러나 컨버터의 상호고조파 임피던스가 배전망의 임피던스에 비해 낮은 경우 공통 모델은 적절하지 않다. 간단한 예로서, 다이오드 정류기와 용량성 필터링의 경우를 고려해보면, 두 가지 경우에 있어 교류

측과 직류측 모두에도 감결합 리액터가 있지 않다. 가장 낮은 고조파 임피던스의 회로 구성은 고조파 전압을 결정한다.

고조파원의 모델을 수립하기 위해서는 시스템에 대한 최소한의 지식이 필요하다. 대부분의 컨버터와 차수가 25까지의 고조파에는 고조파 전류원 모델이 적절할 때도 있다. 그러나 고조파 차수가 40을 초과하는 주파수에 대해서는 고조파 전압원 모델이 일반적으로 더욱 편리하므로 상기의 모델은 수정되어야 한다. 고조파 차수가 25~40의 중간 범위에서는 적절한 모델을 정의하기 위해 특별한 주의가 필요하다.

다양한 형식의 컨버터에 대해서 서로 다른 고조파 성분의 진폭과 차수를 정의하기 위해서 다른 모델이 이미 주어져 있다. 이것에 대한 출간물의 요약은 KS C IEC 61000-2-6의 A.1, KS C IEC 61800-1의 부록 B 또는 KS C IEC 60146-1-2의 정보를 포함하여 KS C IEC 61800-2의 부록 B에 주어져 있다.

이 시험방법에서 이러한 분석을 반복하여 다루지는 않는다.

PDS는 고조파 전압에 기여하는 고조파 전류원이기도 하다. 고조파 전압은 KN 61000-2-2 또는 KN 61000-2-4에서의 적합성 레벨에 비교되어야 한다. 동작과 설치 조건에 의한 영향 또한 고려되어야 한다. 이것이 KS C IEC 61000-2-6의 중요한 점이며, 아울러 고조파 합을 계산하는 방법을 제시한다. 근본적으로 이것은 적절한 완화 방법(부록 C 참조)과 PDS의 결선에 대한 실제 방법(B.4 참조)에 있어서 중요성을 갖는다.

카테고리 C4의 PDS에 대한 산업적 실무는 기술적 관점과 경제적 관점 모두에 있어서 최적의 해법을 구축한다. 이것은 채택된 완화 방법, 예를 들면 다른 PDS에 적용된 변압기를 전환하는 정의된 상의 사용과 같은 방법을 포함한다.

각 PDS를 개별적으로 필터링하는 것은 다수의 공진 주파수로 인한 심각한 위험을 초래할 수 있다. 덧붙여서, 고조파 임피던스와 활성화된 전압 왜곡을 알 수 없고 불안정한 것이 일반적이므로 필터의 설정은 정의하기에 특별히 어렵다. 따라서 전체 설비의 필터링에 대한 광범위한 접근이 사용되어야 한다. 이러한 접근은 IEEE 519에 기술되어 있다.

### B.3.2 공공 배전망

#### B.3.2.1 일반 조건

정격전류가 16 A를 초과하고 상당 75 A를 포함하는 저압 PDS의 경우, KN 61000-3-12는 공공 배전망에 귀속된 고조파 전류의 허용기준을 규정한다. 상기의 기준에서 주어지는 허용기준은 대부분 공공 저압 배전망에 연결될 전기 및 전자 기기에 적용된다.

PDS가 KN 61000-3-12의 적용범위에 포함되는 기기인 경우, 이 시험방법의 요구규격을 적용한다. 그러나 하나 또는 그 이상의 PDS가 상기 기준의 적용범위에 포함되는 기기인 경우, 그 기준의 요구규격을 완전한 기기에는 적용하나 개별 PDS에는 적용하지 않는다.

KS C IEC 61000-3-4 또는 KN 61000-3-12의 적용범위에 포함되는 PDS의 경우, 직접측정이나 컴퓨터 모의시험을 활용하기 위한 시험 준비는 KN 61000-3-12에서 기술된 전압원과 측정 기기로 구성된다. 시험을 위한 독립된 전원으로서 동기화 기기가 사용된다면, 단락전류에 의해서가 아니라 음의 임피던스에 의하여 그것의 고조파 임피던스가 결정된다는 것을 유념해야 한다.

주1) PDS가 위상 천이 변압기를 포함하는 경우, 측정 지점은 1차 측에 있다.

측정은 정상 상태에서 수행되어야 한다. 전력 과부하 조건(최대 속도에서 토크에 미치는)은 매우 예외적인 예이나, 만일 이것이 가능하다면 고려하지 않아도 될 정도로 시간적으로 충분히 제한된다.

에너지의 소비 또는 생성의 동작 모드를 고려하면 전력전자 컨버터의 고조파 방출 과정은 근본적으로 차이가 없다. 따라서 전동기 모드에서 4 분의(four quadrant) PDS만 시험할 필요가 있다.

KN 61000-3-12에서 정의된 조건하에서의 직접 측정이나 유효한 모의시험에 의하여 방출 레벨이 평가될 수 있다. 방법에 대한 개요는 그림 B.4와 그림 B.5의 흐름도에서 볼 수 있다.

PDS의 다양한 형식을 다루기 위해서 2가지의 동작 조건이 정의된다.

- 전동기 모드에서 기본 속도에서의 정격 입력전류(전압원 인버터)
- 전동기 모드에서 기본 속도의 66 %에서의 정격 토크(사이리스터 직류 구동 또는 전류원 인버터)

주2) KS C IEC 61800-1과 KS C IEC 61800-2에서는 전동기가 최대 출력을 발생하는 가장 낮은 속도를 기본 속도로 정의한다. 전압원 인버터의 경우, 주전원으로부터 전력을 직접 공급받았다면 이것과 같은 속도일 때도 있다.

KN 61000-3-2나 KN 61000-3-12의 어디에서도 다루지 않는 기기(예를 들면 75 A를 초과하는 정격전류)의 경우, KS C IEC 61000-3-4와 이 시험방법의 B.4에서 권고사항을 제공한다.

주3) PDS의 특성과 다른 부분의 특성에 적절한 보다 정확한 분석적 물리 법칙을 사용함으로써 기기의 서로 다른 전기적 부분에서의 고조파를 합산할 수 있다(B.3.3 참조).

### B.3.2.2 모의시험에 의한 평가

PDS의 개별적 고조파 방출에 대한 모의시험 평가는 그림 B.4에 요약된 기본적 규칙에 따라야 한다. PDS와 전압원의 특성화가 시작 단계이다.



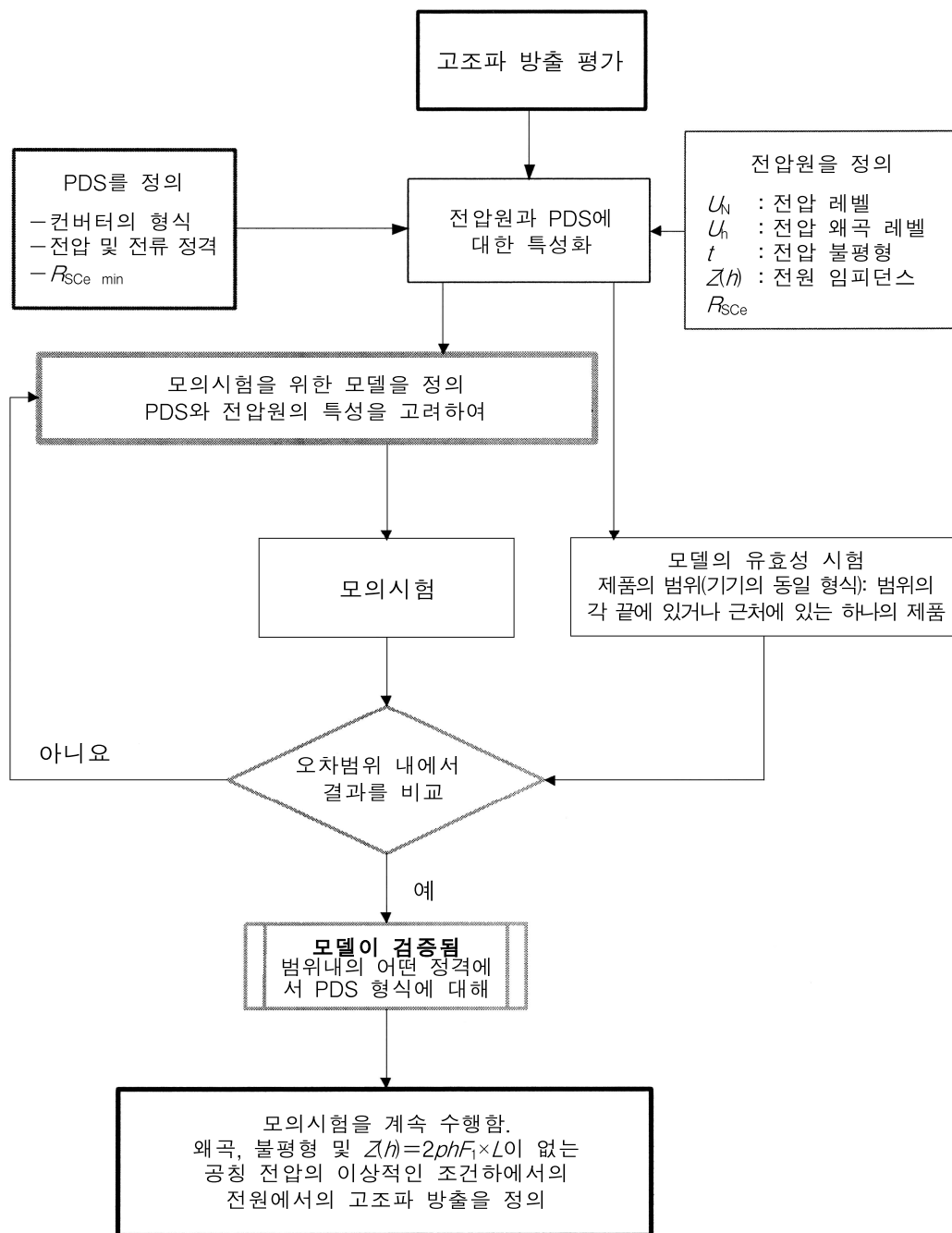


그림 B.4. PDS의 고조파 방출에 대한 평가

대전력 또는 고압 기기의 경우, 모의시험의 유효화는 여기에서 기술된 절차보다 더 복잡할 수 있다.

### B.3.2.3 시험에 의한 평가에서의 부하조건

#### B.3.2.3.1 일반사항

PDS의 고조파 방출이 개별적으로 측정되는 경우, PDS의 컨버터 형식에 따른 부하조건은 그림 B.5에 요약되어 있으며 세부사항은 B.3.2.3.1~B.3.2.4에 주어져 있다.

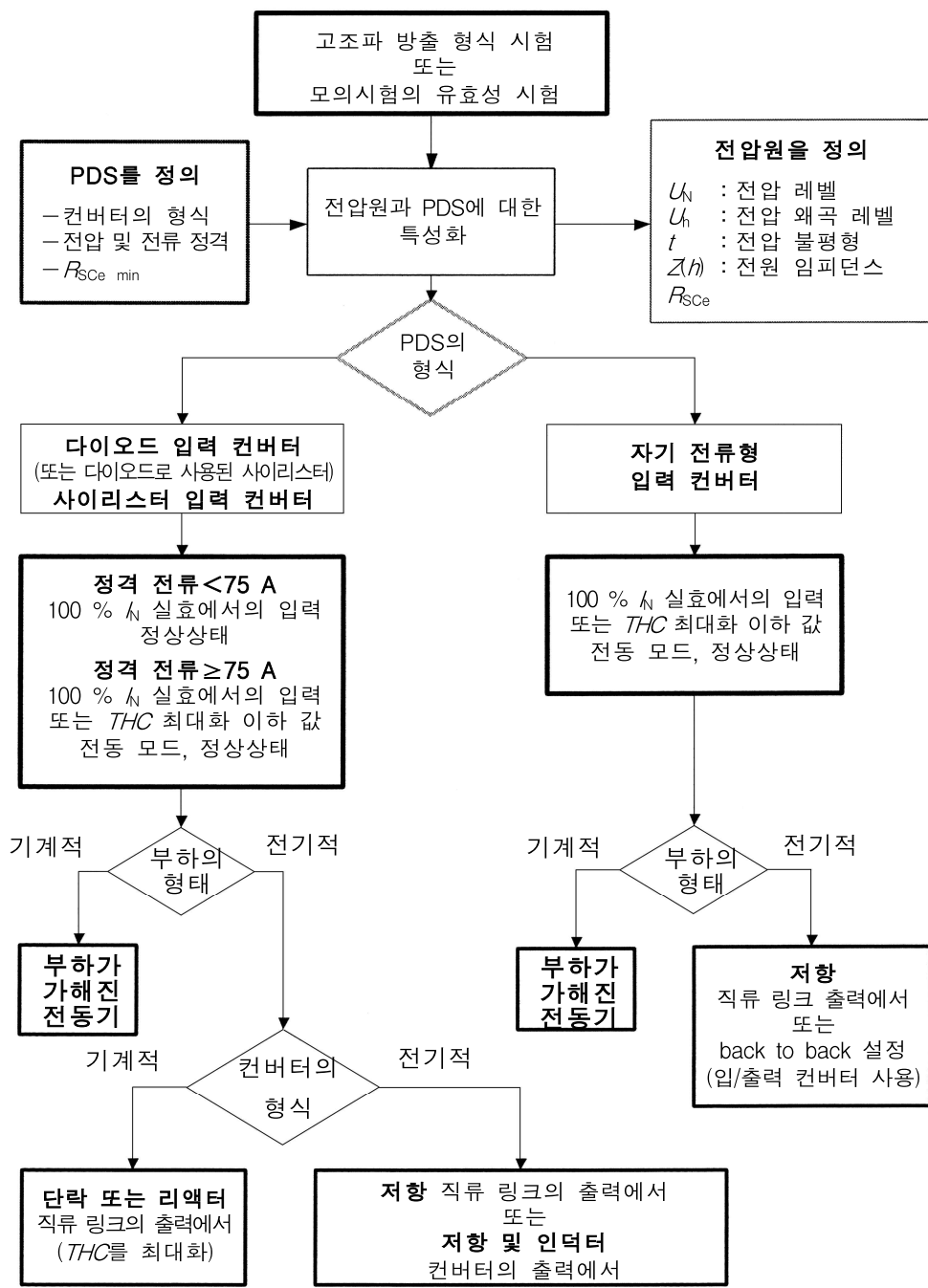


그림 B.5. PDS의 고조파 방출 측정을 위한 부하조건

그림 B.6은 기계적 부하가 있는 시험기기를 도시한다. 그림 B.7과 그림 B.8은 기계적 부하가 유효하지 않은 경우 전기적 가능성을 도시한다.

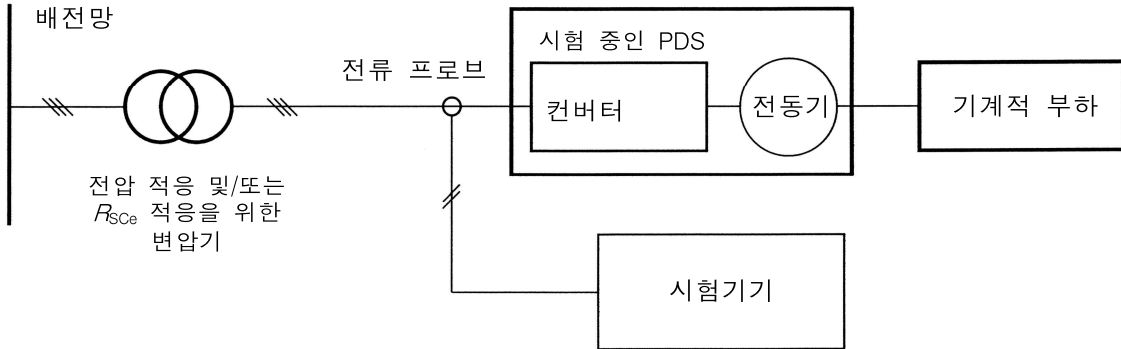


그림 B.6. 기계적 부하로 구성된 시험기기

### B.3.2.3.2 다이오드 입력 정류기

다이오드 입력 정류기(또는 사이리스터 정류기, 접점의 기능을 갖는 다이오드처럼 사용되는 사이리스터)가 있는 PDS는 제작자의 명세서에 정의된 대로 100 %의 정격 입력전류의 실효값에서 시험될 수 있다. 입력전류를 얻기 위해 필요한 부하는 제작자에 의하여 정의된 전동기와 정상상태로 동작하는 기계적 부하에 의하여 제공될 수 있다.

컨버터의 출력이나 직류 링크의 출력에 연결된 전기적 부하에 의하여 부하가 가해진 전동기가 대체될 수 있다.

- 컨버터의 출력에서 전기적 부하는 리액터와 저항으로 구성되어야 한다. 그림 B.7을 참조한다.
- 직류 링크의 출력에서, 전기적 부하는 저항으로 구성되어야 한다. 그림 B.8을 참조한다.

75 A 이상의 정격 입력전류의 경우, *THC*를 최대로 하는 조건에 의하여 정격 입력전류 조건이 대체될 수 있다.

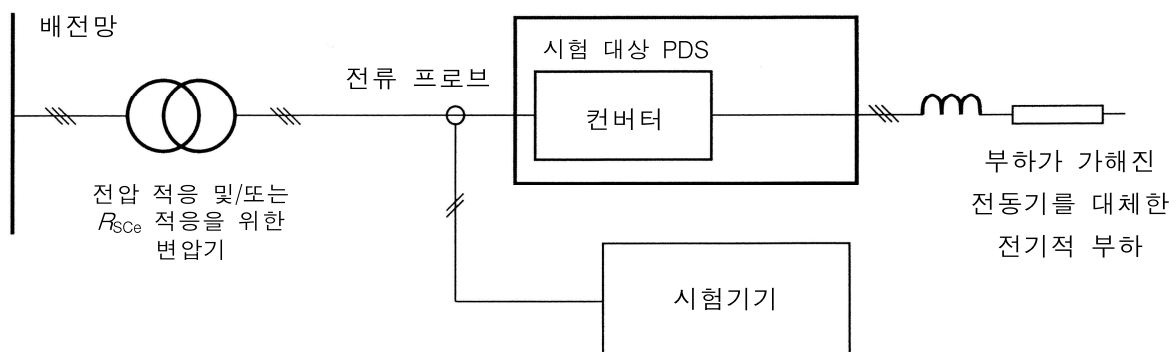


그림 B.7. 부하가 가해진 전동기를 대체한 전기적 부하로 구성된 시험기기

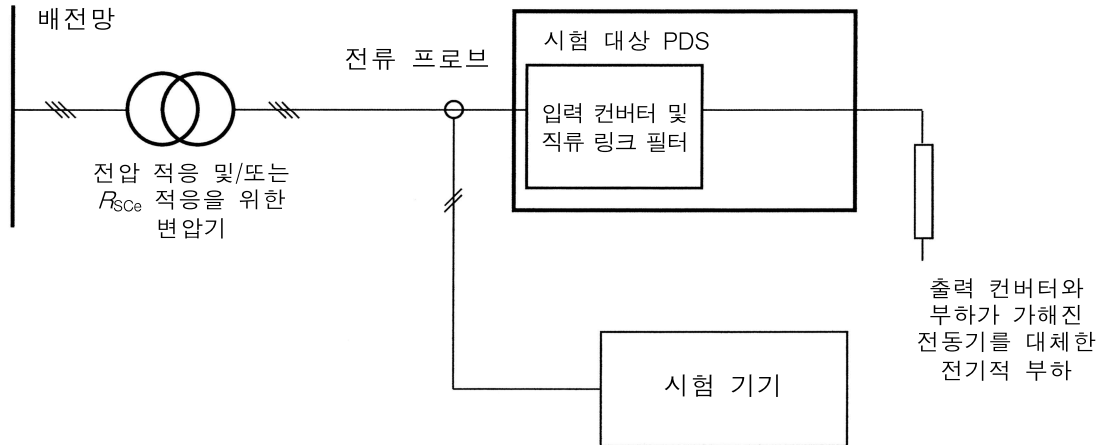


그림 B.8. 저항 부하로 구성된 시험기기

#### B.3.2.3.3 선-정류형(line-commutated) 입력 컨버터

선-정류형(line-commutated) 입력 컨버터(사이리스터 컨버터)가 있는 PDS는 제작자의 명세서 규정에 따라 정격 입력전류의 실효값에서 시험된다. 회생 조건에 대한 시험은 요구되지 않는다. 입력전류를 얻기 위해 필요한 부하는 제작자에 의하여 정의된 전동기와 정상상태로 동작하는 기계적 부하에 의하여 제공될 수 있다.

전류원 컨버터의 경우, 부하가 가해진 전동기는 직류 링크(전동기 대신에) 출력단의 인덕터에 의하여 대체될 수 있다. 전압원 변압기의 경우, 부하가 가해진 전동기는 직류 링크 출력의 저항에 의하여 대체될 수 있다(그림 B.8 참조).

주) 최대 *THC*를 구현하기 위한 조건은 입력 컨버터 출력단의 직류 링크에서 첨두-첨두(peak to peak) 맥동 전류의 최대값을 생성하는 조건과 유사하다.

#### B.3.2.3.4 자기-정류형(self-commutated) 입력 컨버터

자기-정류형(self-commutated) 입력 컨버터가 있는 PDS는 제작자의 명세서 규정에 따라 정격 입력전류의 실효값 또는 *THC*를 최대화하는 전류 보다 작은 값에서 시험된다. 회생 조건에 대한 시험은 요구되지 않는다. 입력전류를 얻기 위해 필요한 부하는 제작자에 의하여 정의된 전동기와 정상상태로 동작하는 기계적 부하에 의하여 제공될 수 있다.

부하가 가해진 전동기는 직류 링크 출력단의 저항으로 대체될 수 있다. 부하를 가함에 있어서 연속적으로(back-to-back) 설정 또한 가능하며, 이 경우 명백하게 입력 컨버터의 전류만이 측정된다.

#### B.3.2.4 *THC*의 대표 최대값

전류 *THC*(전류에 있어서 총 고조파 함량)를 최대화하기 위한 요구규격에 적합한 정격 입력전류에서 항상 동작할 필요는 없다.

주) 이 시험방법에서의 *THC*는 총 고조파 함량으로서, IEC 551-20-12와 일치하는 B.2.2.7을 참조한다.  
KN 61000-3-12에서는 *THC*가 전류에 있어서 총 고조파 함량의 약어로서 간주될 수 있는 총 고조파 전류로 표현한다.

몇몇 형식의 컨버터(예를 들면 전류원)의 경우, 직류 링크에서 맥동 전류는 전동기의 속도에 의존한다. 속도가 0일 때 가장 나쁜 조건이 구현되며, 속도가 0인 것은 직류 링크 출력단의 인덕터에 의하여 대체된 부하가 가해진 전동기에 상응하는 것이다. 이러한 경우는 일반적으로 PDS의 정상 동작을 대표하지는 않는다.

75 A 이상의 정격 입력전류를 갖는 PDS의 경우, 서로 다른 PDS의 고조파 방출을 평가하기 위해서 2가지의 동작 조건이 요구된다.

- 전동기 모드에서 기본 속도에서의 정격 입력전류(전압원 인버터)
- 전동기 모드에서 기본 속도의 66 %에서의 정격 토크(사이리스터 직류 구동 또는 전류원 인버터)

다른 형식의 PDS의 경우, 상기의 조건이 가장 나쁜 경우라는 확신이 없을 경우, 상기의 두 조건 모두에서 평가되어야 한다. 두 경우에서 고조파 전류는 정격 기본 입력전류의 백분율로 평가되어야 한다. 더 큰 *THC*의 경우가 가장 나쁜 경우로 간주되어야 한다.

상기의 두 조건을 평가(시험 또는 유효한 모의시험에 의한)할 수 없거나 또는 대체 방안으로서 75 A 미만의 정격 입력전류를 갖는 저압 PDS의 경우, 다음의 단순화된 방법으로 최대 *THC* 조건을 확인하는 것이 허용된다. 직류 링크에서 맥동 전류의 절대값을 최대로 구현한다면 정격 입력전류 이하로 전류가 설정될 수 있다. 직류 링크의 적당한 위치에서 전류 흐름의 양상을 확인함으로써 조건을 점검할 수 있다.

*THC*의 대표 최대값을 구현할 수 있는 조건은 직류 링크에서의 전류의 평균값에 맞추므로써 전기적 부하와 일치시킬 수도 있다. 모의시험의 유효성에 대한 시험의 부하조건을 규정함에 적용될 수 있다.

이러한 조건하에서 측정된 IDR(개별 왜곡 비율, B.2.2.12 참조)은 전류에 있어서 가장 눈에 띄는 고조파 성분을 과도하게 평가할 수 있다. 또한 정격전류가 구현될 수 없고 모의시험이 사용되지 않는 경우 시험의 결과로서 간주될 수도 있다.

### B.3.3 설비에 있어서 고조파 합산 방법—실제적 방안

#### B.3.3.1 원칙

서로 다른 부분에서의 고조파 방출은 가장 적당한 방법으로 합산되어야 한다. 합산을 위해 선택된 방법은 신속할 수는 있으나 보수적인 간략화이다. 더욱 정밀함이 요구되는 경우, PDS 컨버터의 특성과 구조에 따라

적절한 합산법이 선정될 수 있다. 기기 또는 시스템의 정격 기본 전류에 결과가 참조된다(계약 내부 전력).

### B.3.3.2 고조파 전류의 간단한 산술적 합산

이 접근 방법의 경우, 고조파 전류는 산술적으로 합산된다(이러한 접근 방법은 간단하지만 종종 상당히 작게 계산 될 수 있다). 개별 왜곡 비율  $IDR$ (각 차수에 대한) 또는 총고조파 왜곡  $THD$ 의 계산은 3상 성분에 대해서 설비나 설비의 한 부분에 속한 모든 왜곡 성분(기기의 일부분)에 적용된 다음의 방정식을 사용하여 수행된다.

$HD$ 는  $IDR$  및  $THD$ 의 일반적 기호이다. 아래 첨자 eq는 이 값이 시스템에 있는 기기의 특별한 부품에 첨부됨을 의미한다. 아래 첨자 IT는 동일한 방법이 설비 전체에 적용되었으나(아래 첨자 ST를 사용하여), 설비의 한 부분에 관련된 보기임을 의미한다.

$$HD = \sum_{eq} HD_{eq} \cdot \frac{S_{eq}}{S_{IT}}$$

방정식에서  $HD_{eq}$ 는 부품(기기의 일부)의 정격 기본 전류와 관련된 것이며,  $HD$ 는 기구 또는 기기의 정격 기본 전류와 관련된 것이다(계약 내부 전력).

단상 기기는 불평형 페널티 계수에 의해 고려된다.

단상 부하의 경우 상 대 상, 계수는  $\sqrt{3}$  :

$$\sqrt{3} \left( HD_{eq} \cdot \frac{S_{eq}}{S_{IT}} \right)$$

단상 부하의 경우 상 대 중성, 계수는 3 :

$$3 \left( HD_{eq} \cdot \frac{S_{eq}}{S_{IT}} \right)$$

페널티 계수는 불평형 조건을 생성하는 과도한 부하와 관련된 용어에 적용된다.

**보기**  $S_{IT}=150$  kVA

왜곡 기기의 일부 N°1 :  $HD=65$  %일 때  $S_{eq}=25$  kVA, 정격전류와 관련되고,  
 $HD_{eq1}=65 \times (25/150) \% = 10.8$  %,  $I_{TN1}$ (또는  $S_{IT}$ )과 관련됨.

왜곡 기기의 일부 N°2 :  $HD=10$  %일 때  $S_{eq}=10$  kVA, 정격전류와 관련되고,  
 $HD_{eq2}=10 \times (10/150) \% = 0.7$  %,  $I_{TN1}$ (또는  $S_{IT}$ )과 관련됨.

왜곡 기기의 일부 N°3 :  $HD=85$  %일 때  $S_{eq}=1$  kVA, 정격전류와 관련되고,  
 $HD_{eq3}=85 \times (1.0/150) \times 1.73 = 1.0$  %,  $I_{TN1}$ (또는  $S_{IT}$ )과 관련됨.

그러나 단상(상대 상)의 경우, 3의 배수 고조파(고려되어야 하는)를 가지고, 평형 부하 정격의 1.73배와 동일하고,  $\sum S_{eq}/S_{IT} = (25+10+1)/150 = 0.240$ 일 때  $HD = (10.8+0.7+1.0) \% = 12.5$  %이다.

각 고조파 차수와  $THD$ 에 대해 계산해야 한다.

### B.3.3.3 가상-2차방식(지수 변수) 합산 법칙

고조파 전류의 합산은 보다 정확한 법칙을 사용해야 한다.

- 위상이 같은 것으로 알려진 전류(예를 들면 다이오드 정류기), 각 차수의 산술적 합산

$$I_h = \sum_i I_{hi}$$

- 전류 간 임의의 위상 관계, 각 차수의 합산 및 지수

$$I_h = \left[ \sum_i I_{hi}^\alpha \right]^{1/\alpha}$$

$h < 5$ 인 경우  $\alpha = 1$ ,  $5 \leq h < 10$ 인 경우  $\alpha = 1.4$  및  $10 \leq h$ 인 경우  $\alpha = 2$ 이다.

상기의 공식은 개별고조파 차수에 적용할 수 있으며  $THD$ 에도 적용할 수 있다.

이 방법은 시스템으로부터의 고조파 전류 방출에 대한 평가를 제공한다. 도출된 결과는 기기의 정격 기본 전류에 관련된 것으로 기계의 또는 시스템의 정격에 따라 KN 61000-3-2 또는 KN 61000-3-12(단계 1 또는 2)에 대한 적합성을 보이는 데 사용할 수 있다.

이러한 접근법이 적용되는 전형적인 환경으로는 30 kVA~100 kVA로 “계약 전력”을 이용하는 경공업 또는 100 kVA~300 kVA의 “계약 전력”을 사용하는 경공업 설비를 들 수 있다.

### B.3.3.4 계산 및/또는 측정을 기반으로 하는 산업 배전망에 대한 접근법

만일 상기의 간략화를 통하여 고조파 방출의 허용기준에 대한 적합성을 증명할 수 없다면, 고조파 방출에 대한 보다 정확한 평가 방법을 사용해야 한다. 이는 설비의 총 전류 수요와 관련된 것이다.

설치해야 할 부하를 포함하여 설비에서 생성된 총고조파 전류를 계산이나 측정에 의하여 수립해야 한다. 고조파를 생성하는 부하 사이의 실제 위상 관계는 상쇄 영향이 무시되지 않도록 고려되어야 한다.

이러한 접근법이 적용되는 전형적인 환경은 100 kVA를 초과하는 “계약 전력”을 사용하는 경공업 또는 산업 설비를 들 수 있다.

## B.4 설치 규칙/고조파 적합성의 평가

### B.4.1 저전력 산업의 3상 시스템

이 절은 생산품, 기기 또는 더욱 일반적으로는 시스템에서 PDS를 도입하는 경우 PDS의 사용상 지침을

제공하기 위함이다. 각 PDS에 고조파 허용기준을 적용함으로써 경제적이지 못한 해법 및/또는 기술적인 모순을 야기할 수 있다. 설비 전반에 걸쳐 필터링하기 위한 넓은 범위의 접근을 적용하는 것이 더욱 유용할 때도 있다. 이것은 설비 내에서 생성되는 고조파 전류의 합산을 필요로 한다.

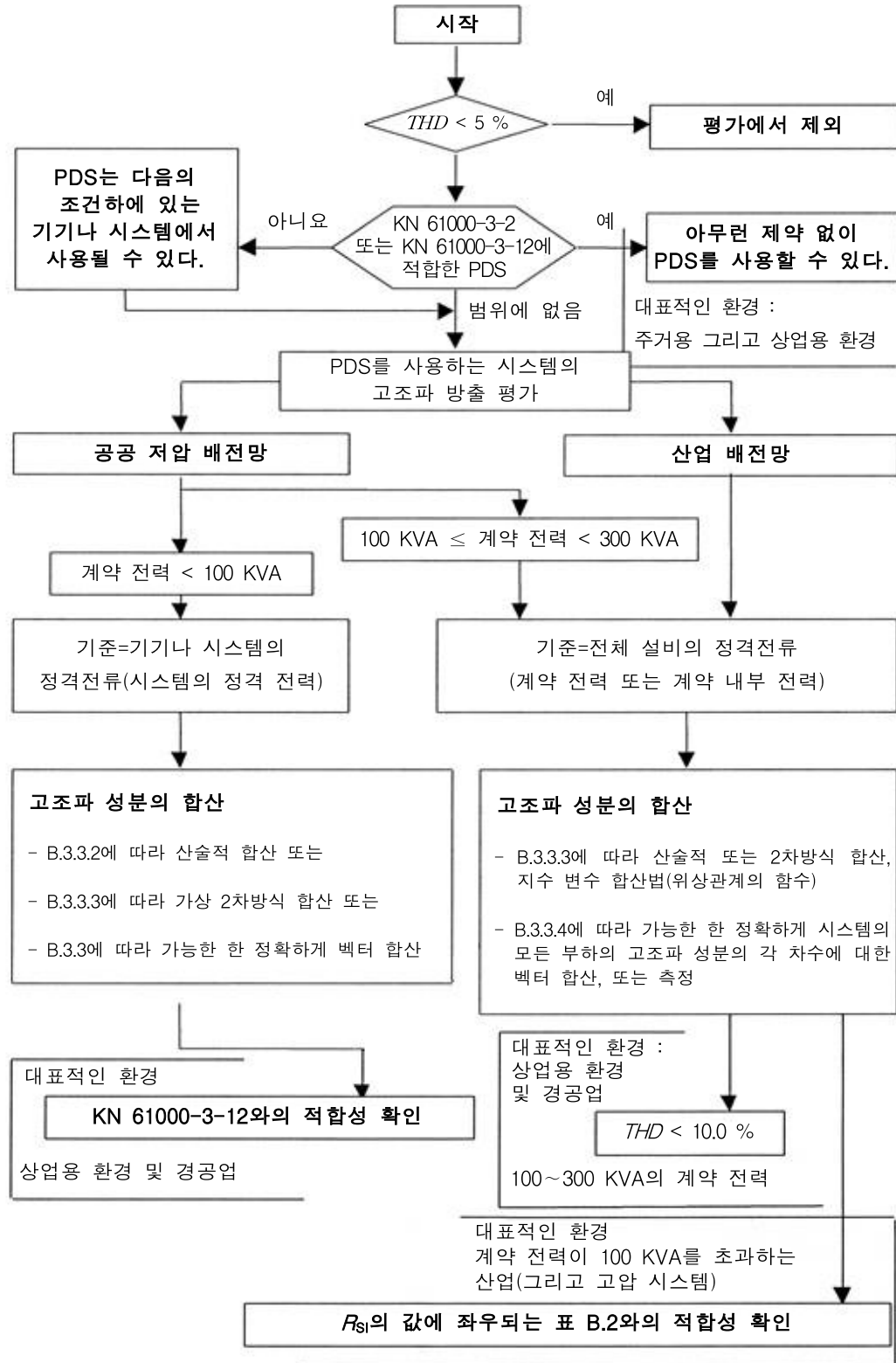
고조파 방출에 대한 평가 절차는 그림 B.9에 정리되어 있다.

6.2.3.1에 기술한 바와 같이 KN 61000-3-2와 KN 61000-3-12는 공공 저압 배전망의 PCC에 직결된 PDS를 구성하는 기구에 적용한다. 적절한 시험 기준의 표, 개별 왜곡 비율 *IDR*(각 차수에 대해)의 레벨 및 시스템이나 기기에서 생성되는 총고조파 왜곡(*THD*)을 비교함으로써 적합성의 점검을 수행한다.

이러한 기준들에서 다루지 않는 PDS의 경우, 다음의 절차를 지침으로 사용할 수 있다. 유용한 접근법으로는 고조파 전류의 허용기준을 완전한 설비에 적용하는 것이다. 총고조파 방출의 평가는 요구되는 간략화(B.3.3 참조)에 따라 적절한 합산법으로 수행되어야 한다. 단순화된 방법과 기준은 그림 B.9에서 제안된 바와 같이 또는 지역적 법규에 따라 계약 전력이 중간 범위(예를 들면 100 kVA~300 kVA)인 경우에 적용 가능하다. PCC에서 타당한 허용기준을 만족시키는 것은 사용자의 책임이다.



고조파 방출의 평가



주) 모든 고조파 기준은 전류로 만들어진다.

그림 B.9. PDS가 사용되는 장소에서의 고조파 방출에 대한 평가(기기, 시스템 또는 설비)

## B.4.2 대형 산업용 시스템

### B.4.2.1 원칙

이 절은 시스템에 PDS를 도입하는 경우, PDS의 사용에 대한 지침을 제공하기 위함이다. 각 PDS에 고조파 허용기준을 적용함으로써 경제적이지 못한 해법 및/또는 기술적 모순을 야기할 수 있다. 설비 전반에 걸쳐 필터링하기 위한 넓은 범위의 접근을 적용하는 것이 더욱 유용할 때도 있다. 이것은 설비 내에서 생성되는 고조파 전류의 합산을 필요로 한다.

고조파 방출에 대한 평가 절차는 그림 B.9에 정리되어 있다.

KS C IEC 61000-3-6의 기술적 보고는 고전압 배전망에 의하여 전력이 공급되는 설비에 대해서 직접 적용되어야 하며, 이것은 대형의 PDS와 특별히 1 000 V의 교류를 초과하는 정격전압의 PDS에 대한 경우이다.

자연스런 감결합 장치(변압기 등)에 따라 설비를 다른 부분으로 분리하는 것이 일반적이다. 가능한 공진을 고려하여 배전망 전체를 분석함으로써 분리될 수 있다(그림 B.2 참조).

요구되는 필터의 위치는 주의 깊게 수립되어야 하나, 각 PDS의 필터링이 실용적이지 않은 것은 분명하다.

유용한 접근법은 고조파 성분의 허용기준을 설비 전체 또는 전술한 설비의 한 부분에 적용하는 것이다. 극단적인 경우에는 전압의 고조파 왜곡에 있어서 존재하는 레벨을 포함하는 더욱 세밀한 분석이 사용된다.

### B.4.2.2 전체 설비에 대한 전류 왜곡 결정 방법

이 접근법에서는 고조파 전류 허용기준을 전체 설비에 적용한다. 허용기준은 개별 차수에 대한 개별 왜곡 비율( $IDR$ )과  $THD$ 에 적용된다.

전체 설비의 고조파 전류는 규정된 연결점에서 다음의 표 B.2와 적합해야 한다. B.2.3.6에 있는  $R_{SI}$ 의 정의를 참조한다. PDS 공급자와 사용자는 연결점(PCC 또는 IPC)과 지역적 법규로부터 파생된 다른 방출 허용기준의 적용에 합의해야 한다. 연결점은 식별된 버스바이어야 한다.

주) 정의된 버스바에 연관된  $R_{SI}$ 의 정의로부터 이 버스바로부터 전력을 공급받는 모든 부하가 고조파 방출의 계산에 고려되어야 하는 대응 전류( $I_{TN}$ )를 정의함에 기여하는 것이 명확하다.

미국의 경우, IEEE 519는 전기 배전망에 대한 모든 전압 레벨에 대해서 이 접근법을 적용한다. 표 B.2는 이미 북미에서 경험적으로 구축된 실용적인 허용기준을 제시한다.

고조파 전류는 전체 설비의 교류전력 공급( $IDR$ )에 대한 계약 내부 전력에 상응하는 총 전류의 백분율로서 표현된다. PCC의 경우 사용자와 전력 공급자가 합의한 대로 “계약 전력”에 의하여 부하 전류가 정의된다. IPC의 경우, 정격 기본 부하 전류는 IPC에 공급된 정격 부하 전류와 동일하다. B.2.3.5와 B.2.3.6

을 참조한다.

표 B.2. PCC나 IPC에서 계약된 전력의 전체 전류와 관련된 고조파 전류 방출 요구규격

$R_{SI}$	개별 왜곡 비율 $IDR$					
	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	$TDR$
$R_{SI} < 20$	4 %	2 %	1.5 %	0.6 %	0.3 %	5 %
$20 \leq R_{SI} < 50$	7 %	3.5 %	2.5 %	1 %	0.5 %	8 %
$50 \leq R_{SI} < 100$	10 %	4.5 %	4 %	1.5 %	0.7 %	12 %
$100 \leq R_{SI} < 1\,000$	12 %	5.5 %	5 %	2 %	1 %	15 %
$1\,000 \leq R_{SI}$	15 %	7 %	6 %	2.5 %	1.4 %	20 %

짝수 고조파는 홀수 고조파의 25 %로 제한된다.

6을 초과하는 펄스 수( $=q$ )를 갖는 시스템의 경우, 각 개별 고조파에 대한 허용기준은 인자  $\sqrt{q/6}$  만큼 증가한다. 이것은 12펄스 시스템이  $\sqrt{2}$  인 것과 동일하다.  $THD$  허용기준은 변하지 않고 유지된다.

#### B.4.2.3 사례별 분석

대안으로서 시스템 전체에 대한 분석이 수행될 수 있으며 극단적인 경우에 대해서 수행되어야 한다. 분석의 결과로부터 전체 필터링 또는 다른 완화법을 정확하게 정의함에 사용될 수 있다.

다음의 절차가 적용되어야 한다.

- PCC에서 고조파 전압 왜곡의 기준 레벨을 평가(공공 또는 사설 배전망의 - 관리자의 책임)
- PC에서 공급 전력의 고조파 임피던스를 계산 또는 측정(PCC인 경우 공공 또는 사설 배전망의 운영자 책임, 내부 결합 지점인 IPC인 경우 사용자의 책임). KS C IEC 61000-2-6의 A.2에 배전망의 고조파 임피던스 평가에 대한 정보가 주어지 있다.
- PDS가 연결될 고조파 전류가 시스템으로 들어감에 대한 계산이나 측정(제작자의 책임인)
- 이것으로부터 야기되는 고조파 전압의 계산(사용자의 책임인)

주) 고압 또는 특고압 공공 배전망에 정의되었으나 기술적 규정 KS C IEC 61000-3-6에 수록된 모든 규정과 방법은 저압 부분을 포함하여 산업 배전망에 적용할 수 있다.

PCC의 경우, 최종적인 고조파 전압은 설비에서 정의된 계획 레벨을 초과해서는 안 된다. IPC의 경우, 최종적인 고조파 전압은 적합성 레벨을 초과해서는 안 된다.

고조파 전압에 대한 적합성 레벨은 공공 저압 배전망의 경우 KN 61000-2-2에 정의되어 있고, 공공 고압 배전망의 경우 KS C IEC 61000-2-12에, 그리고 사설 산업 배전망의 경우 KN 61000-2-4에 주어지 있다.

PC에서 유효 공칭 전력(계약 내부 전력으로 불리는)이 정의될 수 있다. PCC의 경우에는 이것이 “계약

전력”(B.2.3.4 및 B.2.3.5 참조)이다. 간접 허용은 PDS를 연결할 수 있게 한다. 타당한 해법은 PDS의 정격 전력과 PC에서의 계약 내부 전력에 대한 비율에 비례하고 전술된 기준에 의하여 정의된 적합성 레벨에 비례하는 간접 허용을 정의하는 것으로 구성된다.

#### B.4.2.4 전화 장애

북미 및 핀란드에서는 에너지 배전 및 전화선의 병렬 구성이 TIF(전화 장애 인자)의 생성을 야기시켰다. IEEE 519의 6.8은 다양한 고조파의 가중 결과를 나타내고 있다.

등가 잡음 평가 전류는 다음과 같이 정의된다.

$$I_p = I \cdot TIF$$

지역 권장 관행에서는 다음을 요구한다.

$$I_p < I_{pA}$$

설비 내에서 전동기 케이블에 대한 공통모드 고조파 방출은 전화선이 병렬로 가동할 때 전자파 방해를 야기할 수 있다. 이는 반드시 방지해야 하는 것이다(6.2.5 참조).

#### B.4.3 더 높은 주파수에서의 상호고조파 전압 또는 전류

고조파 40차 초과에서 9 kHz까지의 주파수 범위에서는 PDS가 고조파 발생원으로 간주되어야 한다. 적합성 레벨이 표준화될 때까지 PDS에 대한 방출 요구규격은 없다.

그러나 특정 형태의 PDS를 적용하는 것은 더 높은 주파수(9 kHz)까지의 전류 또는 전압의 상호고조파 방출에 대한 고려를 요구할 수 있다. 이것은 사이클로컨버터나 전류 인버터와 같이 주로 고전력 PDS의 경우이다. 이것은 PWM 스위칭이 배전망에 직접 결합되는 능동입력부 컨버터에 대한 경우이다.

기초적이거나 현저한 고조파와 다소 다른 주파수에서의 상호고조파는 순간전압변동(B.6.2 참조)를 야기할 수 있다. 이것들은 조명과 같은 비선형 시스템(전압의 제곱의 함수)에서 찾아볼 수 있는 주파수로부터 도출된다. 간접된 기기의 비선형 응답은 확인되는 다른 고조파 또는 상호고조파의 주파수가 합해지거나 감해지는 것을 야기시킨다. 주파수차는 플리커를 야기하는 범위 내에 있을 수 있다. 주요 발생원은 사이클로컨버터나 전류 인버터이다. 이러한 경우는 KN 61000-2-4에 주어진 적합성 레벨에 의하여 다루어진다.

상호고조파는 특히 공진으로 인하여 역률 보상 커패시터 뱅크 및 고조파 필터에 직접 영향을 미친다.

방출은 다음의 지시된 전압 레벨의 80 %로 제한된다(KN 61000-2-4의 부록 C).

$u=0.2 \%$	2급의 IPC
$u=1 \%$	3급의 IPC
$u_b=0.3 \%$	2급의 IPC
$u_b=1.5 \%$	3급의 IPC

여기에서 “u”는 그 주파수에서의 전압의 실효값에 대한 전압 기본 성분의 실효값의 비율이며, “u<sub>b</sub>”는 주

파수 F에서의 200 Hz의 대역폭과 관련된 레벨이며 다음과 같이 표현된다.

$$u_b = \frac{1}{V_{IN}} \times \sqrt{\frac{1}{200 \text{ Hz}} \times \int_{F-100 \text{ Hz}}^{F+100 \text{ Hz}} V^2(f) \times df}$$

여기에서

- $V_{IN}$  : 기본 성분의 정격 실효값  
 $V(f)$  : 주파수 f에서 전압의 실효값  
 $F$  : 대역의 중심 주파수(대역은 40차 고조파 이상에 해당된다.)

더 높은 주파수에서의 발생원은 주로 PWM 스위칭이 배전망에 강하게 결합되어있는 능동입력부 컨버터이다.

## B.5 전압 불평형

### B.5.1 근원

3상 기기의 전압 불평형은 일반적으로 단상 부하에 의해 3상 중 두 상에 불균등한 부하가 가해짐으로써 발생한다. 전압 불평형은 정격의 백분율인 단상 부하량 및 주전원의 임피던스와 직접적인 관련이 있다. 일례로 정의된 법규로 3상 변압기 및 두 상 사이에 연결된 단상 부하만을 고려해 보자. 부하가 변압기 정격 kVA의 상당한 비율이라면, 부하에 연결된 두 상의 출력 전압(상 대 중성)은 감소되는 반면, 부하가 없는 세 번째 권선은 동일한 상태로 남아 있을 것이다.

변압기의 큰 불평형은 과열을 초래할 수 있다. 변압기가 정격 kVA 용량의 상당한 비율을 차지하는 단상 부하를 공급할 수 있는지를 판단하기 위해 제작자는 조언을 구해야 한다.

불평형 3상 전원에 연결된 다른 삼상 부하는 일반적으로 좋지 않은 영향을 받는다. 예를 들면, 불평형은 3상 유도 전동기 내에서 흐르는 역순차 전류를 야기할 수 있는데, 이는 정격전류에서 토크 출력을 감소시키거나 전동기의 정격 출력에서 과열을 일으킬 수 있다. 일부 전동기에서는 3 %의 불평형이 그 출력을 10 %까지 감소시킬 수도 있다. 안전한 동작을 위해 적정선에서 출력 감소를 결정하고자 한다면 해당 전동기 제작자에게 이에 대한 조언을 구해야 한다.

### B.5.2 정의 및 평가

#### B.5.2.1 정의

전압 불평형은 KN 61000-2-2, KN 61000-2-4 또는 KS C IEC 61000-2-12에 정의되어 있다. 몇 가지 계산 방법이 다음에 주어진다.

다상 시스템에서 전압 불평형은 선간 전압의 기본 성분의 실효값이나 연속된 상 사이의 위상각이 모두 동일하지 않은 조건이다. 이 규격의 목적은 이러한 비동일성의 정도를 역상 성분과 정상 성분의 비로 표현하는 것이다.

몇몇 환경에서는, 전압 불평형의 평가에 영상 성분이 포함되어야 한다.

### B.5.2.2 전체 분석

정확한 정의는 3상 시스템의 대칭 성분 분석과 관련이 있다. 이러한 분석 형태는 이상적인 3상 시스템으로부터 어느 상 전압 편차가 3개 벡터를 추가하여 설명될 수 있는 개념에 기초한다. 이 것들은 다음과 같이 정의되며, 영상, 정상, 역상 벡터로 불린다.

$$\begin{aligned}\underline{U}_A &= \underline{U}_{A0} + \underline{U}_{A1} + \underline{U}_{A2} && \text{A상 전압} \\ \underline{U}_{A0} &= (\underline{U}_A + \underline{U}_B + \underline{U}_C)/3 && \text{영상 성분} \\ \underline{U}_{A1} &= (\underline{U}_A + a\underline{U}_B + a^2\underline{U}_C)/3 && \text{정상 성분} \\ \underline{U}_{A2} &= (\underline{U}_A + a^2\underline{U}_B + a\underline{U}_C)/3 && \text{역상 성분}\end{aligned}$$

여기에서

$$\underline{U}_A, \underline{U}_B, \underline{U}_C : \text{상전압 벡터이고 "a"는 연산자 } a = -(1/2) + j(\sqrt{3}/2) \text{ 이다.}$$

역상과 정상 전압의 비가 전압 불평형이다.

다음과 같다.

$$\tau\% = 100 U_2/U_1$$

**보기 1** 선-중성점간 전압의 진폭 및 위상 각이 이미 알려져 있으므로 선간 전압과 해당 위상 각을 계산할 수 있다.

$$U_{AN}=231.00 \text{ 그리고 } 0.0^\circ, \quad U_{BN}=220.00 \text{ 그리고 } -125.1^\circ, \quad U_{CN}=215.00 \text{ 그리고 } 109.8^\circ$$

$$U_{AB}=400.26 \text{ 그리고 } 26.7^\circ, \quad U_{BC}=386.03 \text{ 그리고 } -98.0^\circ, \quad U_{CA}=365.01 \text{ 그리고 } 146.3^\circ$$

$$\text{결과적으로 영상 } U_0=12.91 \text{ 그리고 } 35.2^\circ,$$

$$\text{정상 } U_1=221.41 \text{ 그리고 } -5.0^\circ$$

$$\text{역상 } U_2=11.78 \text{ 그리고 } 90.7^\circ,$$

$$\text{그리고 전압 불평형 : } \tau = 100(11.78/221.41)=5.32 \%, \text{ 영상 성분 } 5.83 \%$$

**보기 2** 선-중성점간 전압의 진폭 및 위상 각이 이미 알려져 있으므로 선간 전압과 해당 위상 각을 계산할 수 있다:

$$U_{AN}=230.00 \text{ 그리고 } 0.0^\circ, \quad U_{BN}=280.00 \text{ 그리고 } -135.0^\circ, \quad U_{CN}=170.00 \text{ 그리고 } 130.0^\circ$$

$$U_{AB}=471.57 \text{ 그리고 } 24.8^\circ, \quad U_{BC}=340.00 \text{ 그리고 } -105.1^\circ, \quad U_{CA}=363.41 \text{ 그리고 } 159.0^\circ$$

결과적으로 영상  $U_0=34.26$  그리고  $-138.7^\circ$ ,  
 정상  $U_1=223.09$  그리고  $-3.7^\circ$   
 역상  $U_2=49.59$  그리고  $48.1^\circ$ ,  
 그리고 전압 불평형 :  $\tau = 100(49.59/223.09)=22.23 \%$ , 영상 성분  $15.36 \%$

### B.5.2.3 근사법

3개의 근사법이 아래에 주어져 있다. 이상적인 평형 시스템(정상 또는 역상)에 비해  $\pm 20 \%$  이내의 진폭 오차와  $\pm 15^\circ$  이내의 위상각 오차를 갖는 선-중성점 전압에 있어서의 어떠한 불형평보다  $5 \%$  미만의 오차를 갖는 첫 번째 방법이 가장 좋은 결과를 제공한다.

$U_{12}$ ,  $U_{23}$  및  $U_{31}$ 은 3개의 선간 전압 각각에 대하여  $\delta_{ij}=(U_{ij}-U_{\text{average}})/(3 \times U_{\text{average}})$ 를 갖는 3개의 선간 전압이며,  $\tau$ 는 역상 전압 진폭과 정상 전압 진폭의 비로써 전압 불평형이다.

$$\tau \approx \sqrt{6 \sum_1^3 \delta_{ij}^2}$$

더욱 간단한 근사 :

$$\tau \approx \left(\frac{2}{3}\right) \times \left[ \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\text{average}}} \right]$$

는  $\tau$  에 대해서  $7 \%$ 까지의 수용할 만한 결과(일반적으로  $1 \%$  미만의 절대 오차)를 제공한다.

NEMA에 의하여 제안된 공식도  $\tau$  에 대해서  $10 \%$ 까지 또는 위상 천이가 큰 경우에 수용할 만한 결과(일반적으로  $1 \%$  미만의 절대 오차)를 제공한다.

$$\tau \approx \frac{\text{MAX} |U_{ij} - U_{\text{average}}|}{U_{\text{average}}}$$

#### 보기 1 상기와 같이

$U_{AN}=231.00$        $U_{BN}=220.00$        $U_{CN}=215.00$   
 $U_{AB}=400.26$        $U_{BC}=386.03$        $U_{CA}=365.01$   
 $U_{\text{average}}=(400.26+386.03+365.01)/3=384.07$  그리고 소수점 이하를 절사한 경우  
 $U_{\text{average}}=(400+386+365)/3=383.66$   
 $\delta_{12}=1.433 \%$        $\delta_{23}=0.197 \%$        $\delta_{31}=-1.629 \%$   
 전압 불평형은  $[6(1.433^2+0.197^2+1.629^2)]^{1/2}=5.3 \%$   
 또는  $(2/3) \times (U_{\max} - U_{\min})/U_{\text{average}} = (2/3) \times (400 - 365)/383.7 = 6.1 \%$   
 또는 마지막 근사법을 사용하면  $19.1/383.7=5.0 \%$

#### 보기 2 상기와 같이

$U_{AN}=230.00$        $U_{BN}=280.00$        $U_{CN}=170.00$   
 $U_{AB}=471.57$        $U_{BC}=340$        $U_{CA}=363.41$   
 $U_{\text{average}}=(471.57+340+363.41)/3=391.66$

$$\delta_{12}=6.801 \% \quad \delta_{23}=-4.397 \% \quad \delta_{31}=-2.404 \%$$

$$\text{전압 불평형은 } [6(6.801^2+4.397^2+4.397^2)]^{1/2}=20.7 \%$$

$$\text{또는 } (2/3) \times (U_{\max} - U_{\min}) / U_{\text{average}} = (2/3) \times (472 - 340) / 391.7 = 22.4 \%$$

$$\text{또는 마지막 근사법을 사용하면 } 80.3 / 391.7 = 20.6 \%$$

### B.5.3 PDS에 미치는 영향

PDS에 미치는 영향은 전력 회로의 유형 및 사용된 제어법에 따라 달라진다. 일반적으로 이러한 영향은 저항성 부하를 공급하는 제어 또는 비제어 위상의 컨버터에 대해서는 그리 크지 않다. 기준에 대해 위상 천이된 선로 전압을 이용하는 유형의 위상 제어 컨버터는 기준에 대한 영점 교차를 이용하는 선로에 동조되는 전압 램프를 이용하는 컨버터보다 영향을 덜 받을 것이다. 간접 컨버터(전압원 인버터)의 직류 루프에 사용되는 커패시터 뱅크에 전원을 공급하는 제어 또는 비제어 컨버터는 전압 불평형 보다 훨씬 크고 직류 전동기와 같은 유도성 부하를 공급하는 컨버터보다 더 큰 전류 불평형을 가지게 될 것이다.

첨두 전류는 전압 불평형에 의해 상당히 커지기 때문에 커패시터 뱅크에 공급하는 컨버터를 설계할 때에는 각별한 주의를 기울여야 한다. 초대형 커패시터 뱅크는 맥동 전압이 작은 경우 각 위상의 첨두 전류는 소스 임피던스, PDS 내 추가 임피던스 및 커패시터 뱅크 전압과 선로 전압 간 차이에 의해서만 허용기준이 마련된다. 위상 간 첨두 전류의 비는 소스 임피던스가 1 %인 전압 불평형 3 %에 대해 20 % 클 수 있다. 그러나 다행히 이는 극단적인 조건이라 할 수 있다. 왜냐하면 단상 부하가 소스 임피던스가 1 %인 이러한 크기의 불평형을 일으킬 가능성은 거의 없기 때문이다.

## B.6 전압 강하-순간전압변동

### B.6.1 전압 강하

#### B.6.1.1 정의

저주파 방해의 가장 흔한 형태는 아마도 3상 중 하나 또는 모든 상에서의 전압 강하나 전압 감소일 것이다. 전압 강하는 전기 기기의 한 점에서 발생하는 갑작스러운 전압의 감소를 말하는 것으로 이후 짧은 시간 주기(1/2주기에서 수초) 내에 전압은 원상태로 돌아오게 된다. 전압 강하는 일반적으로 전원을 공급하는 전력회사에 의한 고장 제거 또는 사용자 영역 내에 있거나 가까운 위치에 있는 대형 전동기의 기동으로 인해 발생한다. 다양한 국가 및 다양한 전력회사에 의한 조사는 전압 강하 범위가 반주기에서 15주기일 수 있으며, 만일 전압 허용차가 10 %를 벗어나는 경우 전압에서 그 주기는 이 이상이 된다. 잔류 전압(강하하는 동안 전압의 최하위값)은 규모의 특성을 기술하는 것보다 강하의 깊이가 현재 더 우선된다(깊이는 기준 전압과 잔류 전압 사이의 차이임). 잔류 전압은 전압원의 상대적 위치(일반적으로 특고압 및 고압 변전소), 단락 회로의 사고 등과 및 관측 지점에 더 크게 의존한다. 포괄적인 정보는 KS C IEC 61000-2-8에서 이용 가능하다.

#### B.6.1.2 PDS에 미치는 영향

##### B.6.1.2.1 기본 사항



전압 강하는 PDS에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. 일반적으로 전원 전압이 감소하면 간선에서 전동기로 전달될 수 있는 전력 또한 감소된다. 그러나 몇몇 PDS 컨버터는 입력 정류기에 대한 조절 각을 변경하여 한계 범위를 초과하는 전압 강하를 보완한다. 이는 특히 전동기 주전원으로 역으로 기계 전력을 전달할 수 있게 하는 재생식 컨버터에 관련된다.

PDS에서 전압 강하의 영향은 사용된 기기의 물리적 성질에 따라 고려해야 한다. 또한 PDS의 전기적 제어 및 전력 컨버터 성분을 구별해야 한다(기술보고 KS C IEC 61000-2-8 참조).

성능 평가 기준 A를 가진 제어부는 전압 강하의 어떠한 형태에 내성을 가지고 있을 수 있으며, 이것은 컨버터 또는 구동 기가 동작하지 않는다면 이용할 필요가 없다. 컨버터는 에너지 저장 탱크를 가지고 있지 않다. 구동 기기는 일반적으로 어떤 상황에서 사용할 수 있는 에너지 저장 탱크가 없다. 제어부의 면역성에 근거를 둔 전압 강하에 PDS가 영향을 미치지 않는 것을 주장하는 것은 잘못된 것이다. 제어부에서 특정 순서의 이용은 구동 기기에 대한 적당한 적용을 규정하기 위해 사용자들을 위해 가능성을 규정해야 한다.

#### B.6.1.2.2 제어 컨버터

사이리스터, GTO(gate turn off thyristor 또는 트랜지스터로 구성되는 컨버터와 같은 제어 컨버터는 통상적으로 교류 전원을 가변 직류 전압으로 변환하는 데 사용된다. 전력용 반도체의 제어를 동조시키는 데 사용되는 논리는 종종 주전원이 특수값 이하로 강하할 때 정류를 억제하기 위해 설계된다. 어떤 경우 제어는 사용자가 논리를 리셋할 때까지 제어가 차단되는 반면, 어떤 경우에는 전압이 지정된 시간 내에 회귀하는 경우에만 동작이 재개된다. 보통 PDS는 강하 간격 동안 전동기를 제어할 수 없으며 논리가 리셋될 때까지 제어를 할 수 없다. 만일 PDS가 제어하는 과정이 중요하다면 전압 강하에 대한 논리의 반응이 해당 프로세스 요구에 잘 일치하도록 PDS 제조자와 함께 논의해야 한다. 중요한 경우 프로세스가 가혹한 전압 강하를 견디게 하기 위해 추가의 수단(예를 들면 대체 전원)을 적용해야 할 때도 있다.

전압 강하 중에는 BDM/CDM으로부터 활용할 수 있고 전동기에 활용이 가능한 전력이 감소된다. 이는 전동기 동작 지점에 따라 동작에 영향을 미칠 수 있다. 직류 전동기에 전력을 공급하는 여섯 개의 제어된 사이리스터 브리지의 경우를 살펴보자. 만일 전동기가 고속으로 동작한다면 전압 강하는 침투 선로 전압이 전기자 전압 이하로 강하하는 원인이 될 것이다. 사이리스터는 전기자 회로에 의해 정류 차단(commutated off)될 것이며 전기자 회로 내 전류는 감소할 것이다. 다른 한편으로 전동기가 저속으로 동작 중일 때 전압 강하가 발생한다면 제어 회로 장치는 감소된 전압을 보상하기 위하여 제어점을 앞으로 전진시킬 수 있다. 이러한 경우 전동기의 제어는 영향을 받지 않는다. 임계 부하의 경우 제조자와 함께 전압 강하의 영향에 대해 논의하여 제어 회로 장치가 어떻게 반응할 것인지를 판단해야 한다.

브리지 내에서 사이리스터를 정류(commutate)하기 위해 선로 전압을 사용하는 유형의 재생식 컨버터는 특히 전압 강하에 민감하다. 만일 선로 전압이 이 역전력 조류 동안 너무 낮게 강하한다면, 사이리스터를 끌 수 없기 때문에 전동기에서 전원으로의 전력 조류는 제어되지 않는다. 만일 제어 회로 장치가 반응하지 않거나 강하가 특히 가파르다거나 또는 사이리스터가 꺼진 후에 강하가 발생한다면, 사이리스터를 끌 수 없기 때문에 과도한 비제어 전류가 전동기로부터 흘러나올 수 있다. 이러한 전류는 프로세스

에 좋지 않은 영향을 미칠 가능성이 있으며 심지어 전동기를 손상시킬 수도 있다. 임계 부하의 경우 전압 강하가 재생식 컨버터에 미치는 영향을 PDS 제조자와 논의하여 제어 및 전력 회로가 이 간격 동안에 어떻게 반응할 것인지를 판단해야 한다. 임계 부하의 경우 추가 회로장치가 추가되어 사이리스터를 강제-정류(commutate)할 수 있으며, 대체 전원을 사용하여 PDS가 강하를 견디게 할 수 있다.

몇 가지 수단에 의해 강제 정류되는(commutated) 유형의 재생식 컨버터 또한 전압 강하에 의해 영향을 받을 수 있다. 이것은 전압 강하 동안의 전압 감소가 부하에서 전동기 및 전원 측으로 전달되는 전력의 양을 줄일 수 있기 때문이다. 만일 이러한 조건이 존재하는 경우 전동기는 이 주기 동안에 제어되지 않는다.

#### B.6.1.2.3 비제어 컨버터

다이오드 브리지와 같은 비제어 컨버터는 전압 강하에 의해 큰 영향을 받지 않는다. 다만, 전압이 재발한 후 전압원 컨버터의 커패시터 뱅크로 흘러 들어갈 수 있는 큰 돌입 전류는 제외한다. 그러나 그 출력 전력 및 전압은 전압 강하 중 감소된다. 이것은 PDS의 기타부분에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 컨버터가 인버터에 전력을 공급하고 있는 중이라면 인버터의 출력 전압은 제한될 것이며 교류 전동기는 제어되지 않을 것이다. 또한 일부 제조자들은 인버터에 공급하는 전압이 특수값 이하로 강하할 때 동작하는 것을 금지하고 있다. 그리고 설계 중 일부는 동작을 지속할 수 있기 전에 논리를 리셋하도록 되어 있으며, 그 외 다른 설계는 전압이 회복할 때 동작을 재기동 하도록 되어 있다. 다만, 논리가 금지된 간격 중에는 전동기가 제어되지 않는다. 이 간격은 제어 상실 후 전동기의 실제 속도로 인버터 제어 논리를 동시에 일어나게 하기 위해 필요한 시간까지 연장할 수 있다.

동기화는 전동기의 실제 속도와 인버터의 출력 주파수를 정합하기 위해 필요하다. 동기화 과정은 코스팅(coasting)에서 제어로의 부드러운 천이를 위해 전동기에 인가되어야 하는 적당한 주파수와 전압을 결정한다.

대형 커패시터 뱅크를 가지는 유형의 PDS는 커패시터 뱅크에 축적된 에너지로 인해 짧은 전압 강하의 영향을 받지 않을 수 있다. 통상적으로 커패시터 뱅크가 전압 강하를 통하여 동작할 정도로 큰 것은 비경제적이다. 임계 부하의 경우 전압 강하 중 배터리를 사용해 커패시터 뱅크에 전력을 공급할 수 있다. 적당히 제어되는 PDS는 전압 간섭 중에도 계속 동작할 수 있다. 다만, 출력 전력이 거의 0이라고 가정한다. 모든 경우에서 전압 강하가 PDS의 동작에 미치는 영향을 제조자와 논의하여 PDS가 프로세스 요구에 잘 일치하는지를 결정해야 한다.

#### B.6.1.2.4 일반적인 보호

전압 강하에 대한 내성은 부하 동작 및 컨버터의 특성에 따라 달라진다는 것은 이미 알려져 있다. 절대적 보호는 그 비용이 너무 비싸기 때문에 보호를 선택할 때에는 프로세스 요구규격과 신중하게 비교해야 한다.

절대적 보호 백업(back-up) 전원을 필요로 한다. 예를 들면, PDS의 외부인 UPS 또는 전압원 인버터의 직류 링크에 공급하는 직류원(배터리)

Ridethrough 시퀀스 과도 초과 전류를 막기 위해 명령 가능성을 이용하는 기법. 다만, 뒷받침 에너지는 없다. 따라서 수동 부하 속도는 관성에 대한 부하 토크비에 의해 대략적으로 주어진 비율에 따라 반드시 감소한다. 안전상 이유로 인해 이러한 종류의 보호는 능동 부하를 사용할 수 없다(예 : 기계적 차단이 필요한 경우 재생 중 호이스팅).

플라잉 캐시동 수동 부하의 경우, 긴 또는 매우 긴 coast-down 시간으로 사용할 수 있는 ridethrough 시퀀스의 연속이다. 이는 또한 강하나 단시간 정전을 보호해 줄 수 있다.

자동 캐시동 항상 안전 조건을 내포하고 있다. 이는 사용자의 책임이다.

### B.6.2 순간전압변동

상호고조파는 B.4.3에서 설명한 바와 같이 조명 기기에서 점멸을 야기 시킬 수 있으며, 적합 레벨은 배전망의 형태에 따라 KN IEC 6100-2-2, KN 61000-2-4, KS C IEC 61000-2-12에 규정되어 있다. PDS의 상호고조파 방출은 주어진 PDS에 의해 IPC에서 계산된 중간 고조파 전압이 적합한 전압 레벨의 80 %를 초과하지 않는 방법으로 허용기준이 마련되어야 한다.

가령 펀치 프레스, 프라잉 톱 및 기계 공구와 같이 큰 힘을 요구하는 PDS는 주기적으로 중앙으로부터 큰 전류를 요구할 것이다. 이것은 주요 전압의 순간전압변동을 일으킬 것이다. 이러한 PDS에 전원을 공급하는 소스 임피던스는 순간전압변동의 공차 10 %를 초과하지 않게 하기 위하여 크기를 설정해야 한다.

전원공급 계통의 정격률을 초과하는 것이 아니라 공차를 초과한 공급 전압의 편차를 생산하는 최고 전압은 이 임피던스를 크기를 규정할 때 고려해야 한다. 공공 배전망에서 일체형 기기로부터의 순간전압변동은 3 %를 초과하여 공급할 수 없다. 동요가 자주 발생할 때 점멸 한계는 조명 부하에 공급하는 공공 배전망과 임의의 배전망에 적용되도록 해야 한다(6.2.4 참조).

### B.7 저주파수 방해에 대한 내성의 검증

5.2.1에 따라 저주파수 현상에 대한 PDS의 내성은 계산, 모의시험 또는 시험을 통해 검증될 수 있다. 제작자는 검증 방법이 각 현장에 대하여 사용되었음을 확인하기 위하여 표 B.3의 칸을 사용할 수 있다.

표 B.3. 저주파 방해에 대한 내성의 검증 계획

현상	계산	모의시험	시험	분석	수용 불가
고조파					
정류 노치					
전압 변동					
전압 변화					
순간전압변동					
전압 강하					
전압 불평형					
주파수 변동					
전력 공급에 의한 영향-자기장					

## 부록 C

(정보)

## 무효 전력 보상-필터링

## C.1 설비

## C.1.1 정상 동작

배전망에서 공급되는 전기 사용자는 일반적으로 동일한 PCC에서 최종적으로 연결된 수 개의 기구 또는 많은 기구를 가지고 있다. PCC에서 연결된 기구, 기기 또는 그 공급 장치를 모두 총괄하여 “설비”라 한다.

동일한 방식으로 많은 산업용 기구는 보다 많은 단일 PDS를 포함한다.

단일 PDS의 역률, 무효 전력 및 고조파 방출에 대한 논의는 충분하지 않기 때문에 불필요한 기술적 난점이 발생할 수 있다. 현실적으로 필요한 해결책은 설비에 대한 해결책이다. 설비에는 많은 다양한 부하가 포함된다.

3상 교류 배전망의 모든 점의 정상상태 조건하에서 상전압 및 선간 전류는 주기 T와 주파수  $f=1/T$ 의 주기적인 양이다. 전압 및 전류는 위상 이동이 없다면 거의 드물다. 이 전압 및 전류는 그 순사인파를 왜곡하는 고조파를 포함한다. 그러나 전기 에너지는 전압원에 의해 배분되기 때문에 전원의 아무 점에서나(컨버터의 전원 또는 산업용 설비의 전원) 전류 파형은 전압 파형보다 더 많이 왜곡된다. 따라서 유효 및 무효 전력의 계산을 위해서는 배전망의 아무 점에서나 전압은 실효값(상전압)이 V인 순사인파라고 가정하는 것이 적절하다. 단상에서 유효 전력 P의 계산은 다음에 의해 정의된다.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot i(t) \cdot dt$$

이는 다음과 같이 단순화할 수 있다.

$$P = V \cdot I_1 \cdot \cos(\phi_1)$$

여기에서

$I_1$  : 선간 전류의 기본 요소의 실효값

$\phi_1$  : 전류와 상전압의 기본 요소 간의 위상 차이

P는 전통적으로 전류 I가 전압보다  $\pi/2$  이하인 위상 이동을 가질 때(전압의 단위는 V, 전류는 A, 전력은 W로 주어짐.) 전압에 비례한다. 똑같은 가정하에서 무효 전력 Q는 [var]로 나타내며, 다음에 의해 정의된다.

$$Q = V \cdot I_1 \cdot \sin(\phi_1)$$

이 양은 산업용 설비 내의 리액터나 커패시터와 같은 무효 요소의 증거를 보여준다. 이러한 요소는 Q가 양(리액터)일 때 무효 전력의 소비자가 되고, Q가 음(커패시터)일 때 무효 전력을 만들어내는 것으로 알려져 있다.

이와 유사하게 배전망의 한 점에서 피상 전력  $S$ ([VA])는 전압(상전압) 및 선간 전류의 실효값의 결과로 정의된다.

$$S = V \cdot I_1$$

3상 배전망에서 유효 전력, 무효 전력 및 피상 전력은 각 상에서 해당 전력의 합으로 평형 계통에 대해 다음을 제시한다.

$$P = 3V \cdot I_1 \cdot \cos(\varphi_1) = \sqrt{3}U \cdot I_1 \cdot \cos(\varphi_1)$$

$$Q = 3V \cdot I_1 \cdot \sin(\varphi_1) = \sqrt{3}U \cdot I_1 \cdot \sin(\varphi_1)$$

$$S = 3V \cdot I = \sqrt{3}U \cdot I$$

$U$ 는 선간 전압의 실효값이다.

역률  $\lambda$ 은 겉보기 전력에 대한 유효 전력의 비로 정의되며, 단상 및 3상에서 동일하게 다음 방정식으로 표현된다.

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{I_1}{I} \cdot \cos(\varphi_1)$$

이 기본 방정식은 역률이 변위율 및 전류의 고조파량에 따라 달라진다는 것을 보여준다.

간단하게 명시된 기본 가정은 전압은 순사인파로 간주되고 전류는 왜곡된다는 것이다. 이 가정은 전력의 계산 및 역률과 같은 모든 결과를 위해 만들어졌다. 다른 계산의 경우, 부하의 고조파 전압 왜곡 기여와 같은 배전망의 내부 임피던스를 고려해야 한다. 이 부하의 전압 왜곡 기여는 이 시점에서 왜곡된 전류 흐름으로부터 계산할 수 있으며, 여기에서 내부 임피던스를 알 수 있다.

## C.1.2 관행적 해법

### C.1.2.1 일반 관행

설비의 과정적 및 배전망 내 전류 흐름의 불필요한 증가를 막기 위해 양호한 역률을 사용해야 한다는 것은 잘 알려져 있다. 그러나 실제 사용에서는 이 역률을 무효 전력의 관점에서만 고려하였다. 그러나 사실상 고조파량 또한 관련이 있다는 것이 이 시험방법에 나와 있다.

무효 전력은 산업용 설비에서 소비하는 것이 일반적인 경우였다. 따라서 변위율 감소시키고 설비의 무효 전력 소비를 감소시키기 위해 전체적인 보상을 설치하는 것이 일반적이었다. 이렇게 하기 위해서는 커패시터를 무효 전력의 소비자에 가깝게 또는 PCC에 전체적으로 가깝게 설치하였다. 일부 국가에서 전력공급회사는 변위율에 대한 세금, 특히 배전망이 과도하게 사용될 때에 대한 세금을 제시한다.

### C.1.2.2 일반 관행의 발전

역률이 관련되어 있고, 왜곡 부하의 사용이 증가함에 따라 고조파 보상 또한 필요하다. 이 고조파 보상은 완전 설비의 필터를 통해 전체적으로 수행할 수 있거나 또는 왜곡 부하에 가까운 필터로 부분적으로 수행할 수 있다. 또한 비오염 부하를 사용하는 것이 바람직하다.

이를 통해 두 가지 유형의 보상이 필요하다는 것을 알 수 있다. 변위율 및 전류 고조파 전류, 이 두 가지 방법은 이러한 보상의 유형 각각에 대해 사용할 수 있다. 전체 설비에 대한 전체적인 접근법 또는 각 왜곡 부하에 대한 부분적인 접근법 등 네 가지 경우를 알 수 있는데, 이 중 어느 하나도 독립적이지 않기 때문에 이 문제를 좀 더 상세하게 논의해야 한다.

### C.1.3 무효 전력 보상

#### C.1.3.1 일반 보상 기준

역률 보상 기기는 전기역학적 또는 정적 접촉기에 의한 전력선에 연결된 커패시터 뱅크로 구성된다. 다음은 전기역학적 접촉기에 연결된 커패시터 뱅크의 사용에 관련된 현상을 다룬다.

설치해야 할 커패시터 뱅크의 크기는 기기에 필요한 유효 및 무효 전력 보상의 함수이며 또한 하루(부하-시간 특성) 중 그 분산의 함수도 된다.

보상은 흔히 한 달 내에서 하루의 전력 사용이 많은 시간 동안의 에너지 소비(유효 및 무효) 평균값으로 정의된다.

주) 이 절에서 사용된 무효 에너지의 개념은 무효 전력의 시간 적분에 의해 정의된다.

정격의 경우, 시설 기준을 알아야 한다.

- 일일 전력 사용이 많은 시간
- 무효의 무효 전력비 한도(예 :  $\tan \phi$ )
- 부하 시간 특성과 같은 사용자 데이터

무효 전력 소비의 보상은 일정할 수도 없으며 영구적일 수도 없다는 것을 알 수 있다. 영구적인 보상은 실제로 특정 시간에 공급망으로의 무효 전력 주입을 초래할 수 있다. 이 결과, 사용자 설비 내 전압이 증가하게 될 것이다. 이것이 반드시 유리한 것만은 아니다.

커패시터가 저압측 또는 고압측에 설치될 수 있다는 또 다른 측면도 있다. 일반 관행에서는 고압측 설비는 무효 전력이 600 kvar에 도달하자마자 경제적인 이점을 가진다는 것을 보여준다. 낮은 정격의 경우 저압측이 선호된다.

만일 역률 보상 커패시터를 고조파 전류원이 있는 배전망에 설치해야 한다면 리액터를 커패시터와 함께

직렬로 추가할 것을 권장한다. 이는 결과로 나타나는 공진 주파수가 이론 고조파의 최저 주파수 아래(보통 다섯 번째)로 이동하게 하기 위해서이다(C.1.3.4 참조).

### C.1.3.2 저압측 보상 적용

#### C.1.3.2.1 여러 가지 해법

지역 조건에 따라 네 가지 유형의 수정을 정의할 수 있다.

- 개별 설비 보상
- 구역별 보상
- 포괄적 보상

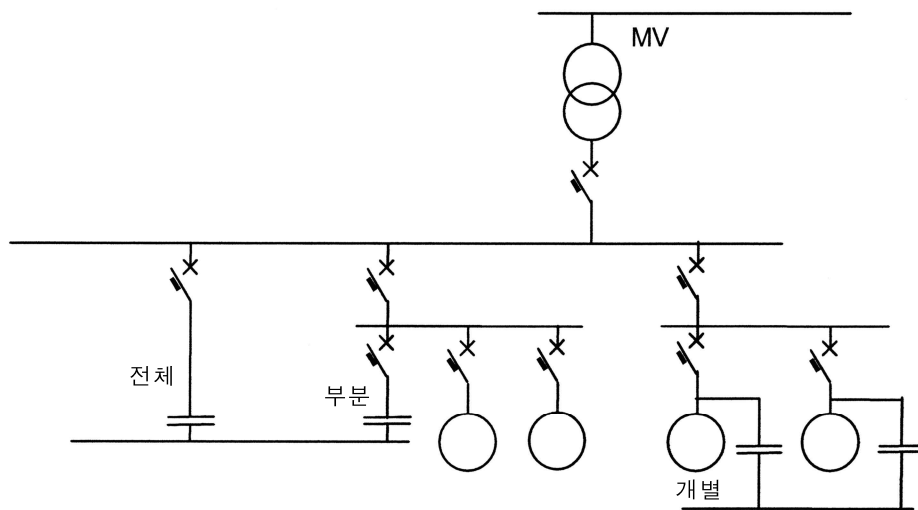


그림 C.1. 무효전력 보상

#### C.1.3.2.2 개별 보상-배전망에 직접 연결되는 전동기

각 개별 보상은 특히 정격이 25 kW 이상인 고정 속도 전동기가 존재하는 경우 또는 전동기가 대부분의 동작 시간 동안 동작하는 경우 권장할 만하다. 이는 특히 송풍기와 같은 전동기 구동형 고관성 기계에 적용된다. 전동기의 동작 스위치는 커패시터에 자동으로 연결 또는 차단된다. 공진의 위험이 없는지 검증하는 것이 바람직하다.

- a) 장점: 무효 에너지는 소비되는 지점에서 직접적으로 생산된다. 무효 전류 부하의 감소는 전원 케이블의 전체 길이에 따라 발생한다. 따라서 개별 보상은 피상 전력의 감소 및 전도체 내 전압 손실이나 강하의 감소에 대한 가장 중요한 원인이 된다.
- b) 단점: 소형 커패시터가 여러 개 있는 것이 대형 커패시터 뱅크가 하나 있는 것보다 훨씬 비용 소모적이기 때문에 개별 보상은 상대적으로 비싸다. 커패시터가 연결된 경우 커패시터는 설비망의 전압을 부분적으로 상승시킨다. 따라서 이는 전압을 낮추기 위해 공공망(고전압) 내 경부하 주



기 도중에 커패시터를 차단할 수 있게 하는 데 필요한 것으로 보인다. 사실상 고전압은 기기에 과도한 응력을 가할 위험을 수반할 수 있기 때문에 노화를 상당히 가속화할 수 있다. 따라서 가능한 한 커패시터를 그 자체 개폐 장치를 이용하여 망에 연결해야 한다. 그러나 이 보다 더 중요한 것은 산업용망 내 커패시터의 증가는 공진 위험을 증가시킨다는 사실이다. 즉, 이러한 모든 요소는 개별 보상으로부터 얻어지는 잠재 이득을 상쇄시킬 것이다.

#### C.1.3.2.3 구역별 보상

구역에 의한 보상의 경우, 그 자체 개폐 장치를 통해 동작되는 커패시터의 단일 뱅크는 작업장 또는 구역 내 설치된 무효 에너지의 수용가군을 보상한다.

- a) 장점: 구역에 의한 보상은 개별 보상보다 비교적 적은 투자를 요하는 이점이 있다. 그러나 과도 보상(공급된 무효 전력은 필요한 전력보다 크다.)의 위험을 막고 커패시터 배터리의 크기를 올바르게 지정하기 전에 먼저 부하 곡선을 잘 이해해야 한다. 이는 영구적인 초과 전압을 생성하여 조기 노화를 초래한다. 커패시터 뱅크는 그 자체 개폐 장치를 가지고 있기 때문에 해당 전력 수용가가 연결된 채로 있다 하더라도 공공망에 경부하가 가해지는 주기 동안에 이(커패시터 뱅크)를 쉽게 차단시킬 수 있다.
- b) 단점: 다양한 전력 수용가의 전원 케이블은 무효 및 유효 전류를 다 전달할 수 있도록 크기를 정해야 한다. 또한 유지 보수 중 커패시터를 보호(퓨즈, 회로 차단기 등)하고 안전을 위해 방전(저항기 방전)하기 위해 규정을 만들어야 한다. 또한 퓨즈를 정기적으로 모니터해야 한다.

#### C.3.2.4 포괄적 보상

포괄적 보상의 경우, 무효 에너지의 생성은 변전소나 환기가 잘되고 충분히 큰 지역의 단일 지점에서 집중된다. 작은 전력 수용가를 가지는 설비 내에서는 과도 보상을 막기 위해 통상적으로 자동 제어식 중앙 보상을 채택하는 것이 바람직하다. 부하 곡선이 거의 동요를 보이지 않는 경우, 해당 설비가 동작하는 동안 전체 배터리를 사용해야 한다.

- a) 장점: 커패시터는 양호한 설비 사용률을 가지기 때문에 해당 설비를 보다 쉽게 모니터할 수 있다. 또한 커패시터 뱅크에 의해 자동 제어된다면 수동 간섭을 피하여(즉, 수동 연결 및 해체) 설비의 부하 곡선을 효과적으로 따를 수 있다.
- b) 단점: 전체 보상 연결의 설비 하류 부분은 모든 무효 전력을 전달한다.

#### C.1.3.3 특고압 보상에 적용

보상은 일반적으로 중앙화된 기준에 따라 수행된다. 커패시터는 특고압 변전소 내 뱅크에서 분류된다. 뱅크는 회로 차단기를 통하여 특고압 버스에 연결된다. 그 전력은 수 메가바(Mvar)에 도달할 수 있으며, 일일 부하 곡선의 함수로써 최적 보상을 얻기 위해 연속적으로 동작되는 더 작은 부분으로 나누어질 수 있다. 각 부분은 이러한 목적을 위해 제공되는 스위치에 의해 동작된다.

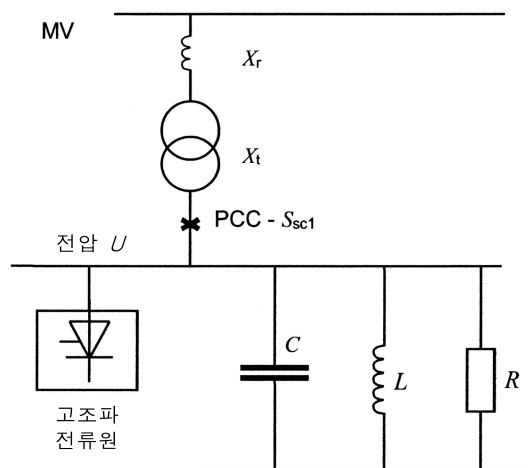
- a) 장점: 커패시터 뱅크의 전력 레벨이 600 kvar를 넘지 않는다면 특고압 보상 비용은 저압 부상의 비

용보다 낮다.

- b) 단점: 이 보상법은 커패시터의 하류 부분에 설치되는 망의 일부에 대해 경감을 제공하지 않는다. 커패시터 뱅크의 연결(engaging)은 서지 전압을 야기한다. 그러므로 저압 부분 내 커패시터보다 더욱 정밀하게 동작해야 한다.

#### C.1.3.4 공진 위험

공진의 위험은 정적 컨버터를 구성하는 고조파 전류원 및 무효 전력을 보상하는 커패시터망 내 동시적인 존재로 인한 것이다. 수동 부하 R-L 및 전체 기준에 따라 부하를 보상하는 커패시터의 배터리를 비롯하여 단순화된 단일 선 도식이 아래에 주어져 있다.



- $P$  = 수동 부하 및 손실의 유효 전력
- $Q$  = 수동 부하의 무효 전력
- $X_r$  = 단락 전력  $S_{sc0}$ 의 전원망 임피던스
- $X_t$  = 피상 전력  $S_N$ 의 변압기 임피던스(리액턴스  $X_{sc}$ )
- PCC = 단락 전력이  $S_{sc1}$ 인 2차 버스의 공통 결합점
- $R, L$  = 부하의 유효 및 무효 전력  $P$ 와  $Q$ 에 해당하는 저항과 리액턴스
- $C$  = 전력  $Q_{cond}$ 의 무효 전력 에너지를 보상하는 커패시터

그림 C.2. 산업용 배전망의 단순화된 도식

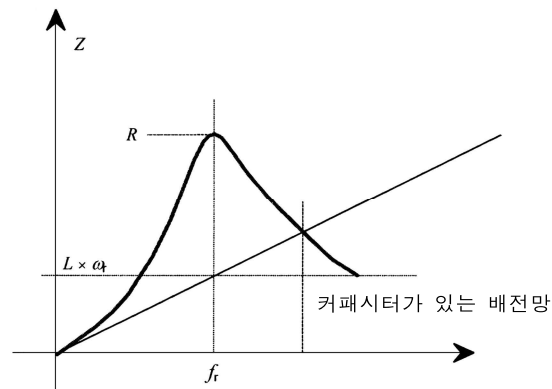


그림 C.3. 단순화된 배전망의 임피던스 대 주파수

그림 C.2에서는 PCC에서 망의 고조파 임피던스 변화 및 고조파 전류원 존재와 연관된 공진 위험을 보여 주고 있다. 상류 임피던스  $X_r$  및  $X_t$ 는  $S_{sc0}$ 값에서  $S_{sc1}$ 값까지 PCC에서 적용 가능한 단락 전력의 감소 원인이 된다.

$$S_{sc1} = (1/S_{sc0} + X_{sc}/S_N)^{-1}$$

따라서 고조파 순서  $h$ 에 대하여 PCC에서 배전망의 등가 고조파 임피던스( $Z_h$ )는 다음 값을 가진다.

$$Z_h = (h \cdot U)^2 \cdot [(h^2 \cdot Q_{cond} - S_{sc1} - Q)^2 + h^2 \cdot P^2]^{-1/2}$$

공진 주파수는 다음과 같다.

$$f_r = f_1 \cdot [(S_{sc1} + Q)/Q_{cond}]^{1/2}$$

여기에서

$f_1$  : 기본파 주파수

그림 C.3에서는 주파수의 함수로서 임피던스  $Z_h$ 의 변화 및  $X_r$  및  $X_t$ 로 인한 배전망 임피던스를 보여준다.  $Z_h$ 는 배전망 임피던스에 비교되는 공진 주파수  $f_r$ 에서 증폭을 보여준다는 것을 유념해야 한다. 배전망 임피던스의 예 및 제동 고찰 사항은 향후 KS C IEC 61000-3-6에 주어진다(관련 서적 목록 참조).

특정 고조파 주파수에서 배전망 임피던스가 높고 해당 주파수에서 고조파 전류의 주입이 상승할 때 옴의 법칙을 적용함으로써 알 수 있는 것과 같이 상당한 고조파 전압이 발생한다. 따라서 유도성 리액터와 배전망 커패시터 간에 공진이 존재한다. 이것은 다양한 의미를 가진다.

- 커패시터를 통해 흐르는 과전류, 특히 고조파의 고주파수로 인한 커패시터 과부하 위험이 있다.
- 상당한 고조파 전압으로 인하여 커패시터 단자에서 고장의 위험이 있다.
- 산업용 설비의 단자에서의 높은 고조파 전압은 민감한 전자 기기를 가지는 기구의 비정상 동작 및 전동기 권선의 과열을 야기할 수 있다.
- 고조파 전압의 발생으로 인해 배전망 및 기타 수용가의 설비에 고조파 전류가 발생할 수 있다.

고조파 전류원을 감소시킬 때 또는 필터를 설치할 때에는 주의를 기울여야 한다. 따라서 산업 배전망 내 커패시터의 위치는 공진 발생에서 중요한 요소이다.

공진 문제는 종종 이를 해결하기 전에 먼저 전력망에 대한 상세한 분석을 필요로 한다. 이러한 문제는 원래 체계적이지 않으나 발생시 그 결과는 노화의 가속뿐 아니라 기기에 손상을 유발한다.

이 시험방법에 주어진 분석은 하나의 무효 전력 보상 회로에만 국한된다. 배전망 내 이러한 회로의 증가는 공진 위험을 배가한다는 것이 지적되어 있다.

### C.1.4 필터링 방법

#### C.1.4.1 기준

설비의 필터는 이 시험방법에 연관된 것은 아니지만, PDS에 대한 응용은 설비 필터의 응용과 유사한 어려움을 가진다. 또한 무효 전력 보상에 대하여 C.1.3.2, C.1.3.3 및 C.1.3.4에 전개된 분석은 유사한 접근법 및 유사한 결론을 이끌 수 있다. 다만, 초기 기준은 특징적이다.

과도한 고전압 왜곡 레벨이 예상되는 경우 필터링해야 한다. 전압 왜곡 레벨은 B.3 및 B.4에 따라 평가되는데, 특히 필터링 되어야 하는 PDS는 그 전통적인 고조파 방출 특성으로 알려져 있다. 예를 들면, 고조파 전류의 레벨이 알려져 있다. 그러나 이러한 특성은 필터를 정의하는 데는 불충분하다.

통상적으로 필터는 배전망에 연결되었으며, 필터링해야 하는 특별 주파수에서 매우 낮은 임피던스를 나타내는 기기로 구성된다. 따라서 필터는 이러한 특별 주파수의 고조파 전류를 흡수한다. 그러나 저임피던스의 추천 경로가 필터를 통과하는(더 높은 임피던스의 배전망 대신) PDS에서 나오는 고조파 전류와 배전망의 고조파 임피던스와 필터의 임피던스의 합에 의해서만 제한되는 망의 기존 고조파 전압으로부터 나오는 고조파 전류 간에는 차이점이 없다(그림 C.4 참조). 이 논의를 통하여 필터 설계는 다음과 같은 세 가지 기본 파라미터를 반드시 알아야 하는 다소 복잡한 일이라는 것을 알 수 있다.

- 필터링 되어야 할 전류, 이 출처는 PDS(PDS 제조자의 책임)
- 기존 고조파 전압(적합성 레벨을 선택할 수 있으나 통상 필터의 과정격을 초래할 수 있음.)
- PC에서의 고조파 임피던스(배전망 운영자의 책임 : 다만, IPC의 경우 공장 내 사용자의 책임이고 PCC의 경우 공공 배전망 운영자의 책임)

이러한 필터의 설계는 시스템 공급자와 사용자 간의 정보 교환이 필요하다.

고조파 임피던스를 모른다면 고조파 전압을 안다고 해도 아무 소용이 없음을 유념해야 한다. 종종 필터의 정확한 평가를 위해 전압 및 임피던스의 예비 측정이 필요하다.

마지막으로 다중 공진의 위험은 C.1.3.4에 전개되어 있는 공진과 유사한 이유로 인해 지적되어 있다.

#### C.1.4.2 수동 필터

가장 전통적인 필터는 공진 회로(인덕턴스와 커패시터의 직렬 연결)이거나 또는 필터의 임피던스에 극 및 0을 더하는 다소 복잡한 구조물 또는 저항이 추가된 감쇠 회로이다.

필터는 전원 주파수의 배수인 특별 주파수에서 매우 낮은 임피던스를 나타낸다. 다양한 병렬 공진 회로를 사용하는 필터의 뱅크는 5, 7, 11, 13과 같은 여러 개의 고조파 차수 필터를 제공한다(그림 C.4 참조). 이러한 필터는 고정 전원 주파수에 대해 설계되며, 특히 필터가 아주 약간 감쇠된다면 필터의 효과는 전원 주파수의 안정성에 따라 달라진다.

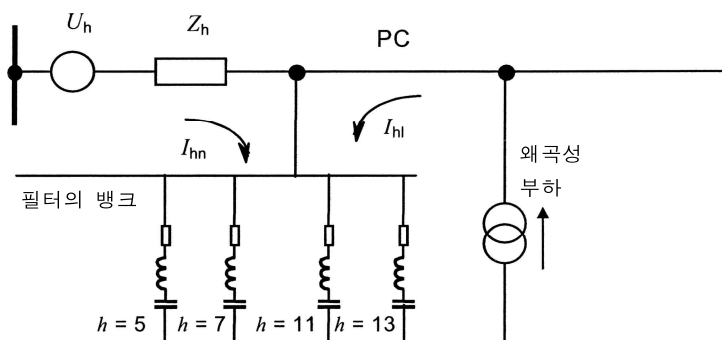


그림 C.4. 수동 필터 뱅크의 예

상고조파의 필터링에는 감쇠 필터가 필요하며, 주파수의 협대역에서만 효율적이라는 것을 유념해야 한다.

공진의 위험에 대하여 다음과 같은 두 가지 주요 현상이 설명되어 있다.

- 공진은 일반적으로 동조 주파수보다 훨씬 더 낮은 주파수에서 존재한다. 이것이 배전망 상에서 사용될 수 있는 맥동 제어나 주신호에 영향을 미치지 않는다는 것을 반드시 검증해야 한다. 제조자에게 반송 주파수의 특성을 가진 이러한 주신호를 알리는 것은 설비의 도움을 받아 사용자가 책임지고 해야 한다.
- 각 PDS의 필터는 공진의 위험을 배가하고 그 결과는 설비의 대부분에 영향을 미칠 수 있다. 일반적으로 경우에 따라 분석이 이러한 난점을 제거해 줄 수 있다. 이것이 바로 전체 보상을 선호하는 이유이다.

#### C.1.4.3 필터의 위치

개별 필터의 경우, 필터링 기기는 가능한 한 왜곡 PDS에 가까이 있어야 한다.

그러나 전체 보상의 추천법으로 필터의 위치 및 구조를 해당 설비의 다음과 같은 파라미터와 관련하여 선택해야 한다.

- 배전망 내 자연적으로 분리된 부분
- 전통적인 고조파 전류 방출과 같은 왜곡 특성을 가진 왜곡 PDS 또는 왜곡 부하

- 배전망의 임피던스, 특히 장 케이블의 존재 또는 무효 전력 보상 회로(C.2 참조)

## C.2 무효 전력 및 고조파

### C.2.1 일반 설비 완화법

C.1.1에 나타난 바와 같이 무효 전력 보상 및 고조파 전류 필터 기법은 상당히 연결되어 있기 때문에 이를 독립적으로는 올바르게 적용할 수 없다.

C.1.3.4에 따르면, 공진의 위험은 커패시터가 본래 유도성을 띠는 망에 연결되자마자 존재한다. 전기 케이블 또한 배전망으로 정전 용량을 들여온다. 다음의 예에서는 커패시터 보상 무효 전력과 함께 PCC에서 고조파 전류가 증가됨을 보여준다. 또한 상당한 고조파 전류가 커패시터로 흐른다.

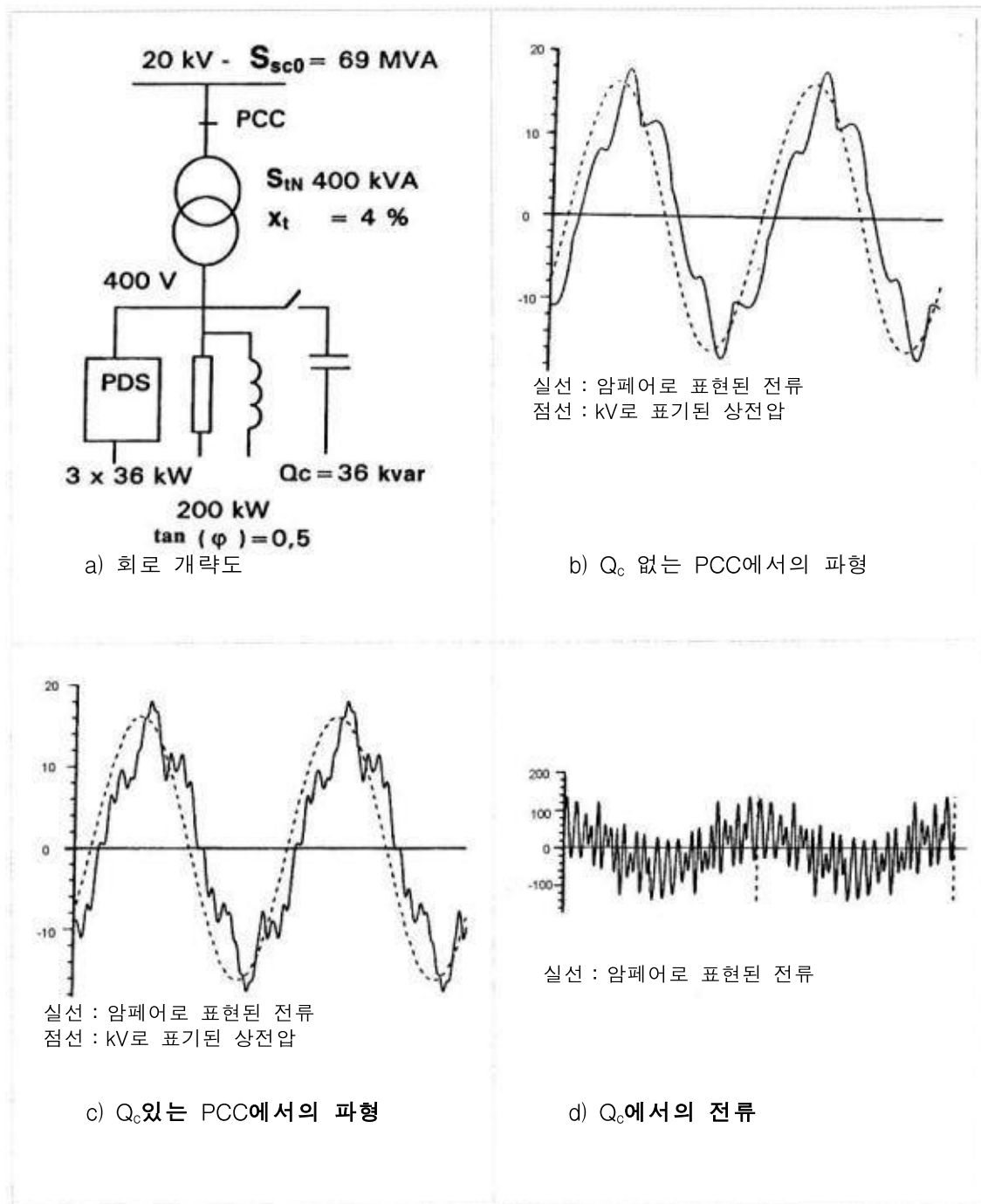


그림 C.5. 무효 전력 보상에 대한 부적절한 해법의 예

그림 C.5에서 단 하나의 커패시터만으로도 문제가 복잡해질 수 있으며, 무효 전력을 보상하기 위해 사용되는 커패시터의 개수에 따라 문제가 증가하는 것을 알 수 있다. 수동 필터 및 무효 전력 보상용 커패시터의 망의 변형은 가능한 한 공진 주파수를 증가시킨다. 따라서 전체 보상은 전체 시스템을 고려하여 최상의 결과를 보여줄 것이다.

또한 무효 전력 보상 및 필터에 대해 개별적으로 처리(proceeding)하는 것은 무효 전력의 과잉 생산 위험을 증가시킨다. 실질적으로 효과적인 수동 필터 또한 상당한 양의 무효 전력을 생성시킨다. 따라서 이 두 현상을 모두 고려하여 전체 설비에 대해 최적의 기기를 설계함으로써 보다 나은 해결책을 정의할 수 있는 기회가 주어질 것이다.

## C.2.2 기타 해결책

### C.2.2.1 일반사항

수동 필터의 주요 단점은 망 교체 및 필터기 부품 변형(노화, 온도 등)에 대해 종종 잘 적응하지 못한다는 것이다. 수동 필터는 주어진 주파수에서 그 임피던스가 소스 임피던스와 비교하여 훨씬 낮은 경우 효과적이다. 그러나 특정한 경우 소스(망) 임피던스가 낮거나 또는 필터 주파수 특성이 부하에 의해 생성된 고조파로 정확하게 동조되지 않는다면 보상은 어려워질 수 있다. 그러나 무엇보다도 가장 심각한 문제는 배전망에서 발생할 수 있는 직렬 또는 병렬 공진이다.

결과적으로 전기 설비 및 사용자의 경우, 망으로부터 끌어낸 에너지를 가장 잘 이용하기 위해 기타 보상법이 필요할 수 있다. 더 나은 성능을 제공하는 새로운 해결책은 아직 검토 중이며, 일부는 이미 생산 단계에 들어갔다. 이러한 해결책에는 역률 보상 배전망 제어를 비롯해 능동 전력 필터 및 비오염 PDS가 있다.

### C.2.2.2 능동 필터

능동 필터의 원리는 부하와 배전망 전원 간 연결로 구성된다. 여기에서 컨버터는 전류 또는 전압 고조파를 보상할 수 있는 인버터형 전력 컨버터로 구성된다. 능동 필터가 병렬로 연결되어 부하에 의해 생성된 전류를 저지하기 위해 고조파 전류를 주입할 때 이를 병렬 또는 분로 필터라 한다. 만일 능동 필터가 배전망에 직렬이라면 이 필터는 부하 연결점에서 고조파 전압을 보상한다. 수동 필터기와 비교하여 능동 필터기의 본질적인 장점은 배전망 또는 부하 변경에 잘 적응할 수 있다는 점이다.

다양한 필터 구조물은 병렬 또는 직렬 결선을 사용할 수 있다. 그러나 수동 장치와 연계하여 능동 필터를 사용하면 성능을 향상시킬 수 있으며, 정격을 낮추고 고압 레벨에 연결을 가능하게 함으로써 능동 필터기의 응용 확률을 증대시킬 수 있다. 아울러 능동 필터의 가격이 하락될 경향도 존재한다.

### C.2.2.3 비오염 PDS

새로운 배전망 컨버터 구조는 능동 필터의 대표적인 대안이다. 이러한 단상 또는 3상 구조물은 다이오드나 사이리스터 선-정류형(line-commutated) 컨버터를 대체한다. 이러한 구조물은 배전망 전압과 위상이 같은 배전망에서 끌어온 전류를 놓거나 또는 전류 고조파를 최소화함으로써 역률 보상을 가능하게 한다. 이러한 컨버터에서 사용되는 장치는 턴 온(turn-on) 및 턴 오프(turn-off) 스위칭이 제어되기 때문에 값이 다소 비싸다. 이러한 망 컨버터의 전통적인 구조물은 전압 인버터형 전력용 컨버터로, 여섯 개의 트랜지스터 또는 여섯 개의 GTO를 사용한다. 이러한 유형의 역률 보상 배전망 브리지를 포함하는 전력구동기기를 청정(clean) 또는 비오염 PDS라 한다.



#### C.2.2.4 적용

이러한 기기의 가격은 이들 기기가 보상하는 왜곡 부하 가격의 중요한 일부분이거나 또는 일부분이 될 수 있다. 이는 투자, 동작 및 유지 보수와 관련하여 이해해야 한다. 동작은 손실 증가에 따라 비용을 발생시키고 또한 무효 전력 소비의 감소에 따라 이득을 낳는다는 점을 기억해야 한다. 비용은 어떠한 대안이라도 “EMC를 보장”할 수 없게 하는 기술적 목적과 평형을 이루어야 한다(예 : 적합성 레벨에 적합).

보상은 전체적이거나 부분적일 수 있으며 또는 공진 위험의 감소로 인해 수동적 해결책과 보다 더 쉽게 조합될 수 있다는 사실을 기억해야 한다.

마지막으로, 이러한 능동적 해결책인 정류(commutating) 전자 전력 기기를 증가시키기 때문에 고주파 방출의 증가에 대한 책임이 있다는 것은 아주 중요하다.

이상적인 해결책은 존재하지 않기 때문에 이러한 많은 요소들을 고찰해 보아야 한다. 그러나 특별한 문제에 대한 해결책을 정의할 때는 이러한 문제의 특별 환경을 반드시 고려해야 한다. 특별 환경은 일반 등급에 속하지만, 각 경우에 따라 산업 환경에 대한 해당 지식을 통해 세밀하게 구별된다.

## 부록 D

(정보)

## 고주파 방출에 대한 고려사항

## D.1 사용자 지침

## D.1.1 PDS의 예상 방출값

## D.1.1.1 PDS와 그 구성품

주거용으로 사용되는 건물에는 전원을 공급하지 않는 공공 배전망 또는 산업 환경에서, 이러한 배전망의 PDS를 사용하는 소비자들은 일반적인 기술적 식견을 가지고 있기 때문에 EMC 현상을 잘 알고 있다.

PDS 기기를 판매할 때, 제조자에게 방사성 전자파 방해에 대한 완화법을 확립할 것을 강요할 수 없다. 왜냐하면 제조자들은 최종 설비의 EMC 경계 조건을 알지 못하기 때문이다. 또한 부품 사용자는 경제적인 관점에서 전체 또는 부분 필터나 스크리닝 방법, 거리를 통한 자연 완화 또는 기존 설비의 분포된 기생 요소의 이용 및 각각의 방식으로 전자파적합성을 달성하는 데 있어 자유로운 의사 결정을 할 수 있어야 한다.

## D.1.1.2 전도성 전압 방해

EMC를 달성하기 위한 정량적 판단 방법 및 값은 이 시험방법의 관련 부에 설명되어 있다. 가능한 완화법을 평가하는 데 있어 필터링 되지 않은 PDS의 사용자에게 대한 정보 중 중요한 항목은 주파수 범위 150 kHz~30 MHz에서 전도성 전압 전자파 방해의 레벨이다. 이는 PDS의 전원포트에서 예상할 수 있다.

다음과 같은 결과는 1990~1994년에 많은 국가에서 다양한 유형의 PDS(전압원형 및 전류원형)에 대해 수행된 측정을 기반으로 한 것이다. 일반적으로 예상할 수 있는 방출 범위의 평가에서 주파수 범위는 세 개의 일반 부분으로 나누어졌으며(KN 11 : 0.15 MHz~0.50 MHz, 0.50 MHz~5.0 MHz 및 5.0 MHz~30 MHz), 모든 부분에서 각 PDS의 최대 레벨은 해당 절의 대표 레벨로 기록되었다. 대부분의 경우 측정은 침투 검파기를 사용하여 수행되었다. 각기 다른 부하조건(경부하 및 최대 부하), 각기 다른 정격 입력 전압(230 V, 400 V, 460 V, 690 V) 및 각기 다른 정격 전력(0.75 kVA~740 kVA)으로부터 발생하는 변화의 약 91 %를 고려하기 위해 넓이 범위는 평균값  $V_{\text{dist}} \pm 20$  dB로 가정하였는데, 그림 D.1을 참조하기 바란다.

방출의 물리적인 배경에 따라 침투 관독값의 평균은 기울기가 20 dB/decade 및 40 dB/decade인 두 개의 직선을 통해 임의로 추산할 수 있다. 두 개의 직선은 과도 주파수  $f_{\text{trans}} \approx 2$  MHz에서 교차하며, [7]에 따라 다음 공식을 통해 분석적으로 설명될 수 있다.

$$\bar{U}_{\text{dist}} / \text{dB}(\mu\text{V}) = 20 \log \frac{80 \text{ V} \cdot 10 \text{ kHz}}{\pi \cdot f \cdot 1 \mu\text{V}}$$

만일  $100 \text{ kHz} \leq F \leq F_{\text{trans}}$

$$\bar{U}_{\text{dist}} / \text{dB}(\mu\text{V}) = 20 \log \frac{80 \text{ V} \cdot 10 \text{ kHz} \cdot F_{\text{trans}}}{\pi \cdot f^2 \cdot 1 \mu\text{V}}$$

만일  $F_{\text{trans}} \leq F \leq 30 \text{ MHz}$

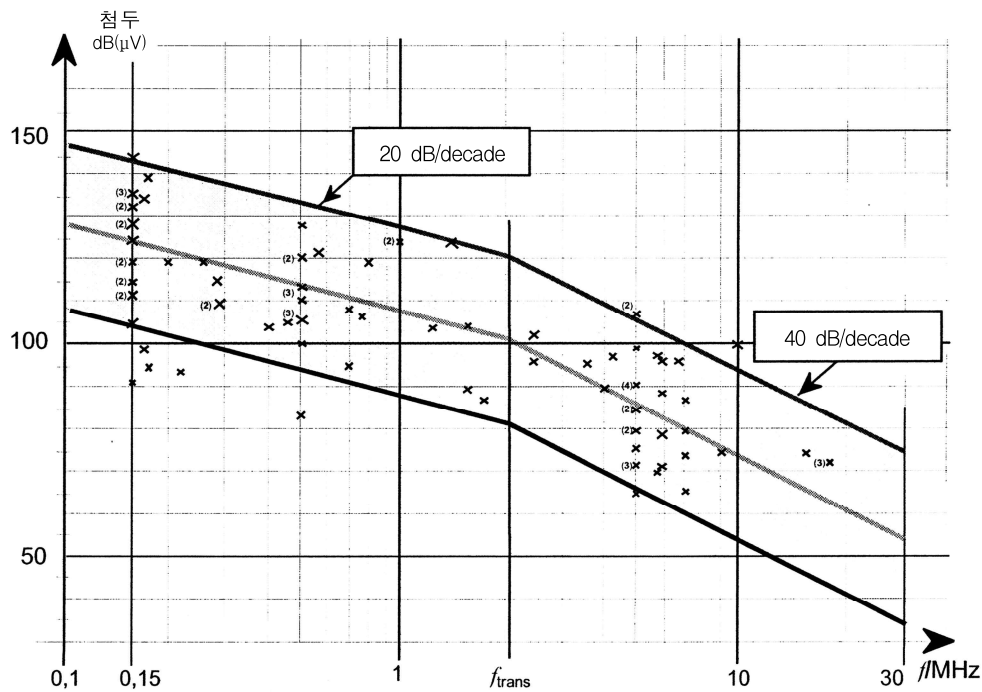


그림 D.1. 필터링되지 않은 다양한 PDS의 전도성 방출

결과는 침 두값으로 주어진다. [2]에 따라 준침 두값은 침 두값보다 낮으며, 전력 기기의 스위칭 주파수가 감소됨에 따라 점진적으로 더 낮아진다. 스위칭 주파수 범위가 200 Hz~10 kHz인 PDS의 경우 준침 두값은 일반적으로 침 두값보다 5 dB에서 2 dB 정도 낮다. 측정 결과를 준침 두값 기록으로만 이용할 수 있었던 경우, 이 보정을 그림 D.1의 평가를 위해 사용하였다.

대부분의 경우 이 기기는 전자파 방해 없이 사용되지만, 무선 수신기 또는 매우 낮은 전압 측정과 같이 민감 기구 근처에서 완화법(예 : HF 필터)을 사용해야 한다.

#### D.1.1.3 방사성 방해

이 범위에서 불만이 없기 때문에 방사성 전자파 방해에 대한 측정이 심도 있게 조사되지 못해 왔다. 그러나 기기로부터 기대할 수 있는 것이 그림 D.2에 주어져 있다. 평가된 결과는 적용된 다양한 완화법이 있거나 또는 없거나 10 m 측정 거리에서 침 두값으로 보정된 측정을 나타낸다.

30 MHz 이상의 영역에서 그림 D.1의 예상 방해 전압 범위의 연속은 매우 적은 대표값과 함께 대략적인 근사값이다. 그러나 이는 불만이 없는 이유를 설명하는 데 있어 충분한 데이터를 보여줄 수 있다. 이 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 100 MHz 이상의 방사 방출의 평균값은 KN 11의 한도 아래에서 교차된다. 완화법이 없어도 마찬가지이다.

분석적 접근법은 이 범위에서 나타나지 않는다. 왜냐하면 대부분의 경우 방사성 전자파 방해의 주 원이 마이크로프로세서이거나 또는 기기 내 일부 능동 구동식 전원이기 때문이다. 다만, 컨버터의 주전원 전자 회로는 아니다.

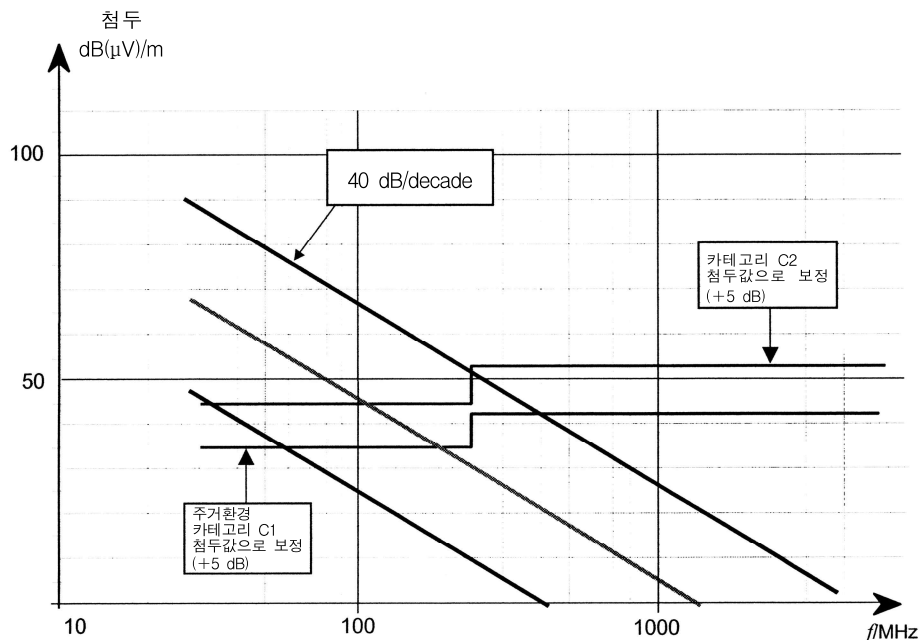


그림 D.2. 정격전압이 400 V 이하인 PDS의 예상 복사성 방출, 10 m로 정규화된 침투값

#### D.1.1.4 전력 인터페이스로부터의 방출

전력 인터페이스로부터의 방출은 공통모드 전압에 의하여 주로 발생한다. 전력 인터페이스에서의 공통모드 전압은 높은  $dv/dt$ 를 가질 수 있다. 높은  $dv/dt$ 는 케이블과 전기적 부하의 부유 정전 용량에 있어서 전류를 유도한다(일반적으로 전기적 부하는 전동기 전기자의 권선으로 구성된다). 이 부유 용량은 접지와 전력 공급망 또는 이에 대응하는 입력 필터를 통하여 전원으로 되돌아온다. 따라서 전력 인터페이스로부터의 방출은 전원포트상에서 측정된 간섭 전압과 연동되어 있다.

#### D.1.2 지침

##### D.1.2.1 공공 저압 배전망

PDS에 의해 생성된 방해의 잠재적 효과는 PDS를 사용한 환경에 따라 달라진다.

일부 국가에서는 소형 상업용 또는 경공업 건물에 대해 주거용 건물에 공급하는 공공 저압 전원을 통해 전원을 공급한다. 이 기기에는 상업용 또는 경공업 건물 내 PDS의 3상 입력 포트와 주거용 건물 내 주 전원 소켓 사이에 갈바닉(galvanic) 절연이 없다.

전자파대책이 되지 않은 PDS가 주거용 건물에 전원을 공급하는 공공 저압 전원에 직접 연결된 경우, 무선 및 텔레비전 수신에 대한 상당한 방해 위험이 있다. 이러한 환경에서, PDS의 주입력을 필터링할 것을 강력하게 권장한다. 따라서 사용자는 이 시험방법의 6.4에 주어진 적당한 한도에 일치하는 PDS를 선택해야 한다.

#### D.1.2.2 제2환경

공공 저압 전원이 아닌 산업 환경에서 필터링되지 않은 PDS를 사용하는 것은 수년간 일반적인 관행이었다. 통상적으로 이러한 PDS는 정확하게 동작하며 다른 기기를 방해하지 않았다. 이것은 산업 내 무선 간섭에 대한 불만이 거의 없었다는 사실로 이미 증명되었다. 따라서 PDS는 호환이 가능하다.

만일 문제가 발생한다면 이는 BDM/CDM으로부터의 전도성 전자파 방해로 인한 것일 가능성이 크다. 이러한 방해는 전원 및 전동기 케이블을 따라 전파되며 전도, 유도 또는 용량성 결합 또는 방사에 의한 기타 다른 기기에서 결합될 수 있다.

필터링되지 않은 PDS가 특히 민감한 기기에 인접하여 사용되는 경우에는 문제가 발생할 수 있다. 그러나 PDS가 유일한 전자파 방해 소스는 아닐 수 있으므로 민감한 기기는 통상적으로 PDS보다 더 낮은 정격 전력을 가진다. 따라서 민감한 기기의 내성을 향상시키는 것이 PDS로부터의 방출을 필터링하는 것보다 더욱 경제적인 해결책이 될 수 있다.

통상적으로 이러한 문제들은 신호 및 전력 케이블의 분리를 포함하여 정상 설비 지침을 따름으로써 예방된다. 만일 이러한 지침이 불충분하다면 피해기기의 내성을 증가시키거나 또는 PDS로부터의 방출을 감소시켜야 한다. 이는 가장 경제적인 해결책이 무엇이나에 따라 달라진다.

BDM/CDM과 전동기 간 전력 인터페이스에서 상업용 EMC 필터를 사용하면 문제를 초래할 수 있다. 다시 말하면 필터 내 커패시터가 인터페이스의 BDM/CDM 말단에서 나타나는 급속 스위칭 에지에 의해 손상될 수 있다.

만일 필터링되는 BDM/CDM 입력 없이 BDM/CDM과 전동기 간 연결에 차폐 케이블 또는 외장 케이블을 사용한다면 전동기 케이블로부터의 결합은 감소하지만, 주전원 내 전도 방해는 외장 케이블의 정전 용량으로 인해 증가할 것이다. 따라서 EMC 문제를 해결하기 위해 BDM/CDM과 전동기 사이에 차폐 또는 외장 케이블을 사용한다면 필터를 BDM/CDM의 주입력에 연결해야 한다. 그러나 일반적으로 전동기 케이블의 길이를 최소화하는 것이 이 케이블의 방사성 전자파 방해를 감소시키는 데 도움을 준다.

필터는 접지로부터 분리된 기기에서 안전 문제를 초래할 수 있다. 이러한 경우에 유일한 해결책은 기타 기기가 이 환경에 대해 충분한 내성을 가지는지를 확인하는 것이다. 하나의 충전 선로가 접지에 연결된 기기(코너 접지된 기기)의 경우, Y-등급(선로 대 접지) 커패시터는 전체 선간 전압에 맞게 정격이 선정되어야 한다.

### D.1.2.3 카테고리 C1 및 C3

제조자는 정확한 방출 등급을 선택하고 올바르게 기기를 설치하기 위해 사용자에게 필요한 정보를 제공해야 한다. 이러한 정보에는 포장이 안된 항목(loose item)과 같이 공급된 모든 필터의 설치에 대한 명쾌한 지침이 포함되어야 한다. 특수 케이블이 필요할 경우, 이 또한 명시해야 한다.

캐비닛 제작자는 종종 배선 품질을 점검하기 위해 시험을 건디는 절연체를 사용한다. 그러나 EMC 필터는 보통 전력 컨버터보다 이 시험을 건디는 능력이 떨어진다. 따라서 제조자는 사용자에게 이에 대한 명쾌한 지침을 제공해 주어야 한다.

PDS가 억제되지 않았거나 또는 방출 등급이 높은 경우, 제조자는 이를 사용자용 문서에 명확하게 명시해야 한다. 이러한 경우, 6.4.1.1 및 6.4.1.3에 따라 제조자는 PDS가 주거용 건물에 전원을 공급하는 공공 저압망에서 사용되지 않는다는 경고사항 문구를 제공해야 한다.

PDS가 입력에서 정류 노치를 생성한다면 이를 사용자 정보에 포함시켜야 한다.

문제가 발생하는 경우, 제조자는 PDS가 낮은 방출 등급에 일치하는 데 필요한 해결을 제시해야 한다(비용은 사용자 부담).

### D.1.2.4 카테고리 C2 및 C4

이러한 경우, 사용자는 설비에 대한 정확한 EMC 개념을 적용할 수 있는 기술적 능력을 가진다. 제조자는 PDS의 방출 등급에 대한 정보를 제공해야 한다.

사용자는 전자파 방해 등급 및 완화 대책의 올바른 결합을 선택하여 설비에 대한 가장 경제적인 해결책을 제시해 줄 수 있을 것이다.

## D.2 전원 계통의 안전과 RFI 필터링

### D.2.1 안전 및 누설 전류

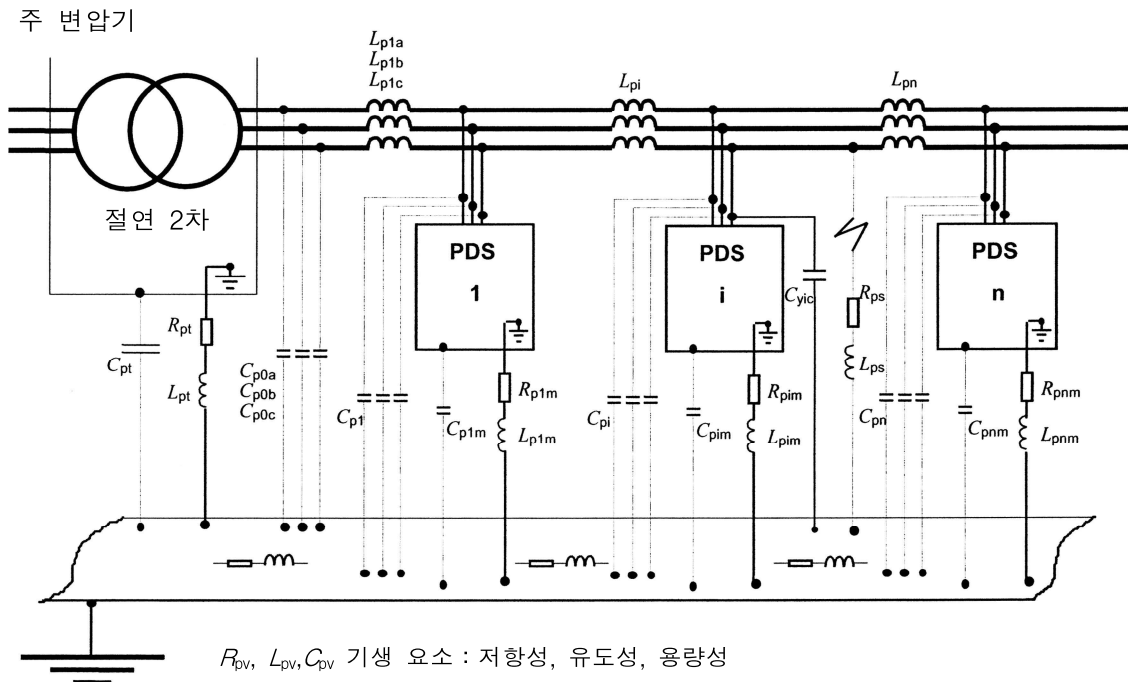
방출 허용기준을 만족하기 위해 충분한 RFI 필터링이 최신 기술임은 잘 알려져 있다. 정전 용량과 에너지 양 그리고 최종적으로 필터에 사용되는 Y형 커패시터의 효율성은 IEC 60065(플러그인 기구의 경우)와 같은 안전 표준의 관련 요구규격에 의해 허용기준이 마련된다는 것을 고려하는 것이 중요하다. 접지에 대해 이 RFI 필터 정전 용량을 통과하는 누설 전류가 과도하게 높은 경우, 이러한 전력 시스템 내의 다른 보호 방안(지락 사고 보호)이 협의 대상이 될 수 있다.

경고사항에 대한 요구규격을 포함하여 누설 전류에 관련된 안전 요구규격은 KS C IEC 61800-5-1에 주어져 있다.

### D.2.2 접지로부터 분리된 전원 계통의 안전과 RFI 필터링

압연 공장, 바 공장 또는 제지 공장 그리고 설탕 산업계나 크레인 기기 및 화학 산업에서 사용되는 원심 분리기 및 부속 기기와 같은 복잡한 프로세스에서 절연된 배전 전력 계통을 갖는 것이 유용하고 또 최선의 기술이다. 전동기가 건물 밖에 설치되어 있거나 높은 습도에 노출되어 있다 하더라도, 접지로 단락이 발생하더라도 공정을 지속할 수 있어야 한다. 이 단락 회로는 “지락 사고 감시 장치”를 통해 감지되며, 전체 프로세스가 다음 동작 간격 때까지 안전하게 동작할 수 있게 한다.

산업용 설비 내 “공정 안전 철학”은 그림 D.3에서 보여지는 바와 같은 많은 기생 요소에 의해 방해받을 수 있다. 예를 들면 공급망과 접지 사이의 정전 용량  $C_{pv}$ 에 의한 방해. 이로 인하여 생긴 정전 용량은 모든 Y-형 정전 용량과 기생 정전 용량의 합이다. 모든  $C_{pv}$ 의 합은 수 uF의 값에 도달할 수 있다. 모든 RFI 필터 장치는 사용된 대량의 Y-형 정전 용량으로 인해(예 : 커패시터  $C_y$ 의 n배) 이러한 접지와와의 정전용량을 극도로 높은 값으로 증가시킬 수 있다. 정전 용량이 증가함에 따라 지락 사고를 정확하게 감지하는 것이 점점 더 어려워질 수 있으며 결국에는 감지가 불가능해질 수 있다.



여러 개의 PDS는 절연된 배전 전원과 함께 복잡한 프로세스에서 동작한다.

그림 D.3. 안전과 필터링

RFI 필터 장치( $C_y$ )와 함께 접지에 대한 모든 단락 회로는 초고전류값이 전력구동 기기 내에서 반도체 스위치를 통해 흐르게 하는 원인이 될 수 있다. 이는 모든 출력 고장에서 접지망 내 단락 회로 조건에 대응한다. 이는 전자 비상 보호장치의 기능 트리핑 및 해방(releasing)을 초래하여 결국 예상치 못한 경제적 결과와 함께 불필요한 공정 정지(shut-down)를 초래하게 된다.

이것은 RFI 필터링이 왜 절연된 배전망 프로세스에 적합하지 않은지 또 결과적으로 상기 언급된 예로 논의되지 않았는지에 대한 이유이다. 다른 한편으로 RFI 필터링이 이러한 배전망에서 매우 효과적이지 않을 수 있다는 것을 예상할 수 있다. 왜냐하면 접지로부터 분리된 기기 내 전자파 방해 소스에 대한 방해 전류 흐름의 귀로가 용량성만을 띠기 때문이다. 이는 기생 선로 인덕턴스  $L_{pv}$ 와의 공진으로 인해 정의 또는 계산하기가 어렵다. 결국 이렇게 잘못된 정해진 경로를 통과하는 일부  $C_y$ 를 통하여 흐르는 방해 전류의 증가는 동일한 공급 장치에서 동작하는 다른 기기에 간섭 문제를 일으킬 수 있다.



**부록 E**  
(정보)  
**EMC 분석 및 EMC 계획**

## E.1 일반사항-PDS에 적용된 EMC 시스템 분석

### E.1.1 전자파 환경

#### E.1.1.1 일반사항

초기에 표준화된 의도된 사용의 분류(3.2의 정의 참조)에 따라 좀더 상세하고 적용된 규정을 수행해야 한다. 전자파 환경(EM 환경)을 기술하기 위해 다양한 접근을 시도해야 한다. 호환성 기준을 기초로 하는 환경의 일반적 특징을 규정해야 한다. 시스템의 전자파적합성이 달성된다면, 기기의 면역 특성이 설비 실습 및 설계, 물리적 분리, 필터링 및 차폐를 함께 고려되어야 한다.

PDS 유형에 따라 환경의 특수한 분류가 결정되어야 한다.

#### E.1.1.2 일반 모델링

시스템은 몇몇의 하위 시스템으로 구성된다. 현재의 장치(하위 시스템)는 두 가지 기능을 가질 수 있다 [방출 그리고/또는 민감도(그림 E.1)].

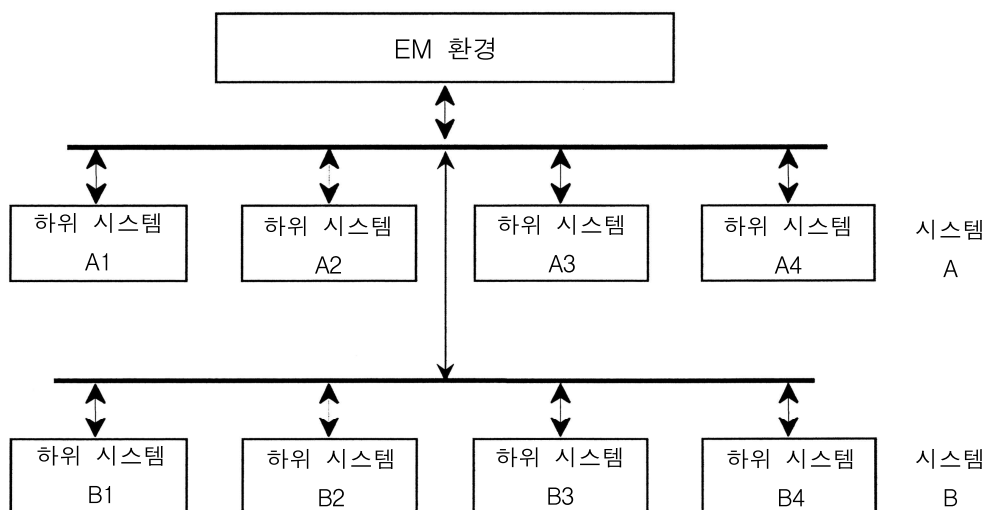


그림 E.1. 시스템과 EM 환경 사이의 상호 작용

방출 장치는 전자파 환경에 따라 결정된다. 방출은 다양한 결합 형태를 통해 민감한 장치에 이르게 된다. 일반적인 상호작용은 하위시스템 i와 하위시스템j 사이에 또 하위시스템i 와 환경 사이에 정의된다. 이러한 상호작용은 다양한 결합 형태를 사용하여 결합 모델로 정의된다[공통 임피던스 결합, 유도에 의

한 결합, 방사 (표 E.1)].

이 모델은 다양한 EMC 문제 및 규정 한계를 규정하는 데 사용된다. 몇몇의 예들은 그림 E.1과 표 E.1에 나타났다.

## E.1.2 시스템 EMC 분석 기술

### E.1.2.1 구역(zone) 개념

시스템 EMC 분석 작업은 각각의 서브 시스템의 신호 특성의 이해, 임계 회로의 잡음 내성 레벨, 공학적 평가 시험 및 실험적인 EM 환경의 고찰을 이용하여 수행해야 한다. 소스(발신기), 수신기, 안테나, 전파 매체 및 결합 경로에 대한 모델을 필요에 따라 개발해야 한다. 시스템 EMC 분석의 목적은 설계 요구규격의 개발 및 드라이브 시스템은 EMC 요구규격을 충족할 수 있는 절차에 도움을 주어야 한다.

드라이브 시스템에 대한 구역(zone) 개념은 운영상의 전자파 환경 및 서브 시스템과 기기의 민감성에 근거하여 규정해야 한다. 각각의 EMC 시험에 이전에 각 영역에 대하여 명확한 성능 평가 기준을 설정해야 한다. 이러한 기준은 내성 시험을 수행하는 동안 드라이브 시스템 성능을 위해 사용된 절차 및 오동작 또는 특정 요구규격으로부터 편차를 검출할 수 있도록 규정해야 한다. 특정 서브 시스템(또는 기기)에 대한 성능 평가 기준은 적용 가능한 EMC 시험 절차를 포함해야 한다. 구역(zone) 개념은 그림 E.2에 설명한다.

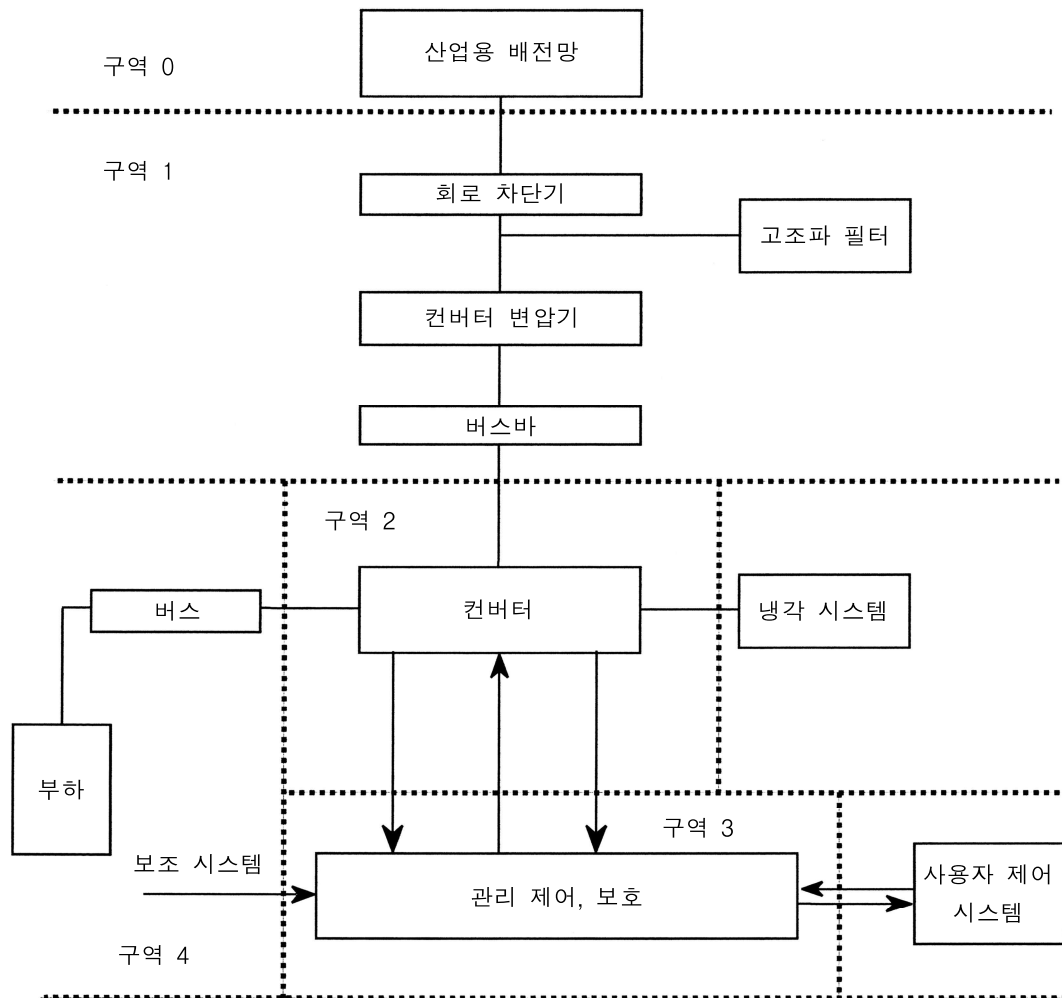


그림 E.2. 구역(zone) 개념

### E.1.2.2 인터페이스

표 E.1은 PDS 하위 시스템 사이의 전원 인터페이스(그림 E.3에 보여준 것과 같이)와 장애 형태(전도체, 방사된)의 예를 보여준다.

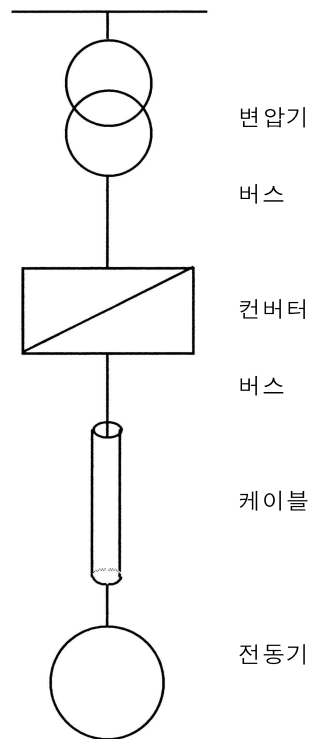


그림 E.3. 드라이브의 예

표 E.1. 하위 시스템과 환경 사이의 EM 상호작용

	영향 받기 쉬운 기기로서의 하위 시스템				
EM 발생원으로서의 하위 시스템	환경	변압기	컨버터	케이블	전동기
환경	N/A	CI	CI Rad.	CI	CI
변압기	CI E, H, Rad.	N/A	CI	N/A	N/A
컨버터	CI Rad.	CI	N/A	CI	N/A
케이블	CI Rad.	Rad.	CI Rad.	N/A	CI
전동기	Rad.	N/A	CI	CI	N/A
주) 결합 모델  — 공통 임피던스 결합 CI : 저항성 및 리액티브 결합 N/A : 수용 불가  — 유도에 의한 결합 E : 전기장 결합 H : 자기장 결합 Rad : 방사 결합					

### E.1.2.3 기기

각각의 기기의 전자파 특성(방사, 내성) 및 포함되어 있는 구역(zone)를 결정해야 한다.

EMC 설계는 6.5.1에 따라 요구될 경우에 다음 형태를 사용해야 한다.

주) 이 설계는 IEC 61000-5-1에 기초를 둔다.

이 EMC 계획은 특정의 설비에서의 PDS 사용을 포함한다. 이 계획의 목적은 절연 레벨에서 EMC 분석을 수행하는 데 있다. EMC 분석을 근거로 하여 전자파 적합성 만족을 위한 측정을 규정해야 한다.

## E.2 일반적 적용에 대한 EMC 계획의 예

### E.2.1 작업 데이터 및 기술

6.5.1에 따라 EMC 계획은 사용자와 제조자 사이의 기술적인 자료의 동의 및 교환을 반영한다. PDS, 설치자 또는 사용자의 책임성을 규정해야 한다. EMC 계획은 모든 3개의 당사자에 의해 공동으로 수립해야 한다. 특정 적용과 관련 없는 문제는 생략할 수 있다.

EMC 계획은 두 부분으로 분리된다.

- E.2는 정상적으로 동의될 수 있는 항목을 규정한다.
- E.3은 특정 적용에 필요 할 수 있는 부가적인 항목을 규정한다.

주) 요구규격을 적용할 수 없는 경우 '적용불가'로 표기하여 사용한다. 그러한 경우에 설명을 제공한다.

아래에 제시된 예는 EMC 계획을 구성하는 응답, 즉 문제를 포함한다.

제조자/공급자명  
최종 사용자명  
주문 번호.....날짜  
시설 형태(예를 들어, 화학 공장, 제지 기계)  
적용물(예를 들어, 펌프, 송풍기, 콘베이어).....  
EMC 책임자.....

### E.2.2 전자파 환경 분석

#### E.2.2.1 시설 자료

설치 위치  
주변 환경 설명(PDS가 설치된 2차 환경에 옆)

#### 1차 환경

#### 2차 환경

PDS의 건물/공간으로부터 1차 환경까지의 거리 : .....미터

PDS의 건물/공간으로부터 2차 환경에 다른 부지까지의 거리.....미터

#### 건물 및 공간 구성

형태(나무, 벽돌, 콘크리트, 강, 알루미늄 등).....

보강재(강 등) 예.....아니요.....

시스템에 대한 전용 공간 예.....아니요.....

#### 공간 배치

가능한 스케일에 근접하게 공간 지면 배치를 계획한다. 모든 중요 기기를 설명한다(창문, 문 등).

### E.2.2.2 전력 또는 접지 데이터

#### 전력 배전

PDS를 위한 전력 배전 계통 :

결합 지점의 인식(배전 판넬, 스위치 기어 또는 변압기).....

배전 계통의 형태(예를 들어, TN-C, TN-S, TT, IT)

PDS를 위한 전력 공급 형태 :

Y ..... Δ..... 위상 수..... 선(wire) 수.....

접지 버스 : 접속 방법 및 위치는?

#### 결선도

주전원 변압기로부터 PDS까지의 현장 전력 배전 계통의 단선 개략도를 그린다. 모든 변압기, 배전반 등을 보여준다. 공칭 전압, 전력 정격, 케이블 배선 및 방법, 전도체의 개수와 포함된 케이블/버스바의 대략적 길이까지 기술한다.

### E.2.2.3 EMC 데이터

#### PDS 접지

PDS 접지 기준은?..... 단일점..... 매쉬된(meshed).....

등전위 본딩의 개략도를 제공한다.

#### PDS 차폐

사용된 CDM/BDM에 대한 차폐함이 있는가? 예... 아니요...

설명 :

차폐 케이블이 사용되는가? 예... 아니요...

설명 :

사용된 다른 측정은(예를 들면 컨테이너)? 예... 아니요...

설명(전동기와 케이블까지 고려한다.) :

설비 중 RFI에 민감한 기기

RF 간섭에 민감한 설치 장소에 인접하거나 건물에 어떠한 기기가 있는가?

예... 아니요...

설명 : (예를 들면 프로세스 처리 및 측정, 데이터 버스, 컴퓨터 등)

PDS/PDS 케이블로부터의 대략적 거리는 : ..... 미터

간섭에 대하여 가장 영향 받을 수 있는 경로는 : 전도된... 방사된...

설비 외부에서 RFI에 민감한 기기

눈으로 보이거나 설비 근처에 방송기구나 통신용 수신기가 있는가?

예... 아니요...

설명(예를 들면 레이더, 라디오/TV 방송, 아마추어, 전자파 또는 다른) :

주파수... 안테나로부터의 거리..... 미터

설비에 상용 주파수(CB), 무전기, 무선통신, 원격 제어 또는 시간 동기장치가 사용되는가?

예... 아니요...

설명 :

## E.2.3 EMC 분석

### E.2.3.1 가장 민감한 기기나 시스템을 정의

설치에 대한 전자파 환경의 허용기준을 분석한다.

### E.2.3.2 PDS에서 가장 간섭 받는 장치를 정의

설치에 대한 전자파 환경의 허용기준을 분석한다.

### E.2.3.3 PDS로부터의 거리로 인하여 a)에 수록된 항목의 오동작의 위험이 있는가?

예..... 아니요...

설명 :

## E.2.4 설치 규정의 수립

### E.2.4.1 접지

설치 규정을 결정할 때는 PDS 제작자에 의하여 주어진 권고사항을 유념한다. 접지에 따른 EMC의 유효성을 확실히 하기 위해서는 다음의 사항을 평가한다.

- PDS의 접지 시스템(단일점/매쉬된(meshed))
- 등전위 본딩
  - 노출된 전도체 부위의 상호연결

- 접지 시스템에 대한 PDS 금속 구조물의 상호 연결
- 결선의 고주파수 품질
- 조임기구에 의한 금속 간 접촉
- 필요한 경우 도료나 기타 다른 절연 재료의 제거
- 설명(EMC 해법)

#### **E.2.4.2 케이블 및 결선**

##### **E.2.4.2.1 케이블 선정**

설치 규정을 결정할 때는 PDS 제작자에 의하여 주어진 권고사항을 유념한다. 케이블에 따른 EMC의 유효성을 확실히 하기 위해서는 다음의 사항을 평가한다.

- 신호 형식(예를 들면 디지털 데이터, 전동기에 대한 PWM 등)
- 사용하지 않은 전도체
- 케이블의 형식과 차폐 방식(있다면)
- 설명(EMC 해법)

##### **E.2.4.2 배선(routing)**

설치 규정을 결정할 때는 PDS 제작자에 의하여 주어진 권고사항을 유념한다. 접지에 따른 EMC의 유효성을 확실히 하기 위해서는 다음의 사항을 평가한다.

- 고전력과 저전력의 불리 또는 신호 케이블
- 평행 거리의 최소화
- 분리 거리
- 90°로 케이블 교차
- 평행 접지 전도체로서 도선관 및 케이블 트레이의 사용
- 케이블 트레이에서의 케이블 위치 선정
- 케이블 트레이의 접지
- 설명(EMC 해법)

##### **E.2.4.3 PDS 캐비닛의 차폐**

설치 규정을 결정할 때는 PDS 제작자에 의하여 주어진 권고사항을 유념한다. 차폐에 따른 EMC의 유효성을 확실히 하기 위해서는 다음의 사항을 평가한다.

- 금속 합체의 연속성
- 슬롯과 구멍의 치수
- 접지 기준면을 통한 케이블 삽입
- 접지 기준면에 대한 케이블 차폐 결선(360°가 선호된다.)



- 설명(EMC 해법)

#### E.2.4.4 전용 변압기

설치 규정을 결정할 때는 PDS 제작자에 의하여 주어진 권고사항을 유념한다. EMC의 유효성을 확실하게 위해서는 다음의 사용을 고려한다.

- 전용 절연 변압기
- 정전(electrostatic) 차폐된 변압기
- 설명(크기, 위치)

#### E.2.4.5 필터링

설치 규정을 결정할 때는 PDS 제작자에 의하여 주어진 권고사항을 유념한다. EMC의 유효성을 확실하게 위해서는 다음의 사용을 고려한다.

- 집중된 또는 분배된 RFI 필터 구성
- 신호선의 필터링
- 적절한 경우, 전력 인터페이스에 대한 필터링
- 설명(EMC 해법)

#### E.4.6 부가적 경감 기법

설치 규정을 결정할 때는 PDS 제작자에 의하여 주어진 권고사항을 유념한다. 다른 경감 기법이 필요한가?      예      아니요

다음의 사용을 고려한다.

- 회로의 전기적 분리
- 광섬유
- 데이터 선에 대한 갈바닉 절연(예를 들면 광커플러, 변압기)
- 민감 기기에 대한 별도의 보호
- 설명(EMC 해법)

#### E.2.5 공식적 결과와 유지

규정된 설치 규정에 따라 설치가 되었는지 점검한다.

규정된 설치 규정에 모든 사항을 따랐는가?      예      아니요

오류를 수정하기 위한 조치를 설명한다.

설치에 대한 EMC 특성을 유지하지 위한 지침을 규정한다(예를 들면 부식에 대한 방안, 문과 문틀 간의 접촉을 약하게 할 수 있는 이물질, 결선의 약해짐 등).

EMC 책임자의 서명

날짜

서명

### E.3 특별한 용도에 대한 EMC 계획을 추가하는 예

#### E.3.1 전자파 환경의 추가적 분석

##### E.3.1.1 변전소에서부터 주전원 변압기까지의 전력 배전

E.3의 질문은 더욱 복잡한 용도에서의 EMC 수행에 관련된 PDS의 외부 인자와 관련 있다.

전기 공급자

가장 근접한 변전 설비로부터의 대략적 거리(알고 있다면)

변전 설비로부터 배전

가공선                      지중                      복합

설명

설비 주전원 변압기 특성 : kVA

입력(주전원) :    V                      상 수

결선 형식 :        Δ                      Y

다른 사항들, 설명

내부 배전에 대한 출력(2차측)

V                      선(wire) 수                      상 수

결선 형식            Δ                      Y

변압기가 접지되었는가?(방법과 장소를 설명한다.)

건물 접지극은 다음으로 구성된다.

접지봉                      다중봉                      접지망                      접지판

지중 전선관                      수로관                      건물 철제

다른 것이 있다면, 설명한다.

결선 개략도

변전 시설부터 주전원 공급 변압기까지의 전력 배전 계통의 단일선 개략도를 그린다. 모든 변압기와 배전반 등을 보인다.

오음의 단위의 접지극 임피던스(알고 있다면)

### E.3.1.2 PDS의 지역 배전반/스위치 기어/변압기에 대한 주전원 공급 변압기로부터의 전력 배전

E.3의 질문은 더욱 복잡한 용도에서의 EMC 수행에 관련된 PDS의 외부 인자와 관련된다.

결선 개략도

주전원 공급 변압기로부터 지역 배전반/스위치 기어/변압기로 전력 배전 계통의 단일선 개략도를 그린다.

지역 전력 배전반/스위치 기어/변압기

판넬/스위치 기어/변압기를 정의

판넬 구성 : 방법 및 장착 장소

판넬/스위치 기어/변압기의 전력 공급 형식

Y Δ 상 수

선(wire) 수 전선 크기(상/중성선/PE) : 구리 알루미늄

중성선 버스 : 접속 방법 및 위치

접지 버스 : 접속 방법 및 위치

PDS 또는 PDS 장치와의 개별 절연 PE 전선

예 아니요

설명

### E.3.2 EMC 분석

#### E.3.2.1 주파수 계획

RFI 조사가 필요한가?

예 아니요

설명

그렇다면 주파수 계획/표에 관련된 문제 제기는 상황을 명확히 할 수도 있다. 표 E.2에 예시가 주어져 있다.

표 E.2. 주파수 분석

기기	장치	주파수	대역폭	주파수원의 설명	V	A	파형	형식		참고 문서
								Em	Im	
인버터 N°1	IGBT-모듈	5 kHz		출력 스위칭 주파수	510		PWM	×		
인버터 N°2	IGBT-모듈	5 kHz		출력 스위칭 주파수	510		PWM	×		
인버터 N°1	전동기 제어	40 MHz		TTL 클럭	15		TTL 클럭	×		
인버터 N°2	전동기 제어	40 MHz		TTL 클럭	15		TTL 클럭	×		
인버터	출력전류 센서	1 kHz		샘플링 주파수	0.03				×	
보조 장치	전력 공급	200 kHz		스위칭 주파수	230		스파이크	×		
코드 없는 전화기									×	
상용라디오	송신기 수신기							×	×	
아마추어 라디오	송신기 수신기	144 MHz							×	
Em : 방출 Im : 내성 Ref. doc : 항목의 명세에 대한 참고문헌 번호										

PDS로부터의 방해로 인하여 상기에 수록된 항목의 오동작에 대한 위험은 분석되어야 하며 타당한 방안이 규정되어야 한다.

### E.3.2.2 EMC 시험

EMC 시험성적서의 참조 규격을 기록한다.

특별한 EMC 시험이 부가적으로 필요한가?

예 아니요

그렇다면, 다음의 절차가 필요할 수 있다.

- EMC 시험 계획의 마련(EMC 분석에 참조)
- EMC 시험의 수행과 시험성적서 작성

시험 결과가 수용 가능한가?

예 아니요

오류 수정에 대한 조치를 설명한다.

## 부록 F

(규격)

### 저주파수 전자파 내성 - 시험 방법

#### F.1 일반사항

이 시험들의 목적은 전자파 방해에 대한 가변속 전력구동기기(PDS)의 내성 정도를 측정하는 데 있다.

이 시험방법은 전자기 환경 내에서의 전기·전자 기기를 위한 내성 시험에 관한 것이다. 공공 및 산업의 전원 공급 회로망에 접속하고 있는 기기에 대한 내성 시험을 포함하며, 전도현상만을 고려한다.

#### F.2 시험 배치

그림 F.7은 주공급 모의시험을 위한 시험 배치를 보여준다.

파형 발생기와 전력 증폭기가 사용될 수 있다.

3상의 피시험기기에 관한 시험은 3대의 동기화된 발생기를 사용하여 수행된다.

#### F.3 전압 편차

##### F.3.1 일반사항

전압 편차 시험방법은 양 또는 음의 낮은 진폭 전압편차에 영향을 받는 전기 및/또는 전자 기기의 내성을 평가하기 위한 기준의 확립을 목표로 한다. 이 시험방법에서 고려되는 전압편차는 조명의 발광 상태 변동에 의한 플리커를 포함하지 않는다.

전기 및 전자 기기는 전압편차에 의해 영향을 받을 수 있다. 이 영향에 대한 예는 다음과 같다.

저장 장치(예를 들면 콘덴서)를 사용하고 있는 기기의 성능 저하  
제어 시스템에서 기능의 손실  
기기에서 내부 전압과 전류의 불안정  
리플의 증가

변동은 주로 다음과 같은 경우에 발생된다.

- a) 연속적이거나 임의로 변하는 다음과 같은 큰 저항
  - 1) 용접 기계의 저항

- 2) 압연기
- 3) 부하가 변하는 대형 전동기
- 4) 아크 용광로
- 5) 아크 용접 공장
- b) 저항(예를 들면 모터)의 단순한 온/오프 전환
- c) 단계적 전압 변화(변압기의 탭 전압 조절기에 의한)

이러한 산업 환경에서 발생하는 변동은 많은 수의 소비자에게 영향을 미칠 수 있다. 그런 기기는 연속적으로 또는 간헐적으로 동작된다. 공공 공급 회로망 임피던스는 넓은 변화를 가지고 있으며, 따라서 장애의 전달이 다른 회로망과는 다를 것이다.

### F.3.2 전압편차 내성 레벨

전압편차 시험방법은 공공 회로망, 산업 회로망 그리고 발전소에 접속되는 모든 기기 중 이러한 종류의 장애에 민감한 모든 기기에 적용된다.

단계 전압 변경이 전압편차의 가장 방해받기 쉬운 경우인 것으로 간주된다.

피시험기기는 안정된 공급 전압을 사용하면서 초기에 동작되고, 그림 F.1a에 의하면 그 다음으로 반복적인 단계 전압 변경의 영향을 받는다.

초기 전압이 다음과 같을 때

$$U_n, U_n - 10\% U_n, U_n + 10\% U_n$$

주)  $U_n$ 은 공칭 전압이다.

전압 단계의 크기는 다음과 같이 선택된다.

1등급 : 시험이 필요 없다.

2등급 :  $\Delta U = 8\% U_n$  (공공 배전망 또는 다른 경미한 방해 배전망에 접속되는 기기의 경우). 이 시험 레벨은 제1환경에서 사용되는 PDS의 전원 포트를 위해 지정된다.

3등급 :  $\Delta U = 12\% U_n$  (산업용 배전망에 접속되는 기기의 경우). 이 시험 레벨은 제2환경에서 사용되는 PDS의 전원 포트를 위해 지정된다.

표 F.1은 다른 초기 전압에 대한 시험 레벨을 제공한다.

$$U_n, U_n - 10\% U_n, U_n + 10\% U_n$$

표 F.1. 시험 레벨

등급	$U_n$	$U_n - 10\% U_n$	$U_n + 10\% U_n$
1	시험이 필요 없다		
2	$\Delta U = \pm 8\% U_n$	$\Delta U = + 8\% U_n$	$\Delta U = - 8\% U_n$
3	$\Delta U = \pm 10\% U_n$	$\Delta U = + 12\% U_n$	$\Delta U = - 12\% U_n$
X	X	X	X
주) X급에 대한 레벨은 개방되어 있다.			

전압편차의 반복 주기 T와 지속시간 t는 T=5s와 t=2s로 정해져 있다(그림 F.1d 참조).

초기의 전압에서 시험전압으로, 또는 시험전압에서 다시 초기전압으로의 변화는 주전원의 5회의 연속 사이클에서 연속 전압 5 단계를 거쳐 이루어진다. 그림 F.1d 참조. 각 전압단계는  $\Delta V/5$  이고 공칭 주파수  $f_n$ 의 기간의  $\pi/2$  라디안 동안 발생한다(보기 : 50 Hz의 경우 5ms).그림 F.1b와 그림 F.1c 참조.

하강하는 전압변경의 경우, 전압단계는 위상각  $\phi=270^\circ$ 에서 시작하여  $\phi=360^\circ$ 에서 끝난다. 그림 F.1b 참조.

상승하는 전압변경의 경우, 전압단계는 위상각  $\phi=180^\circ$ 에서 시작하여  $\phi=270^\circ$ 에서 끝난다. 그림 F.1c 참조.

주) 제품 제조자에 의해 정의되는 상한 및 하한 전압 동작 한계를 벗어나서는 안 된다.

### F.3.3 전압편차 시험 수행

피시험기기는 각 선택된 전압편차의 일련의 세 가지 시퀀스를 가진 시험 레벨 및 간격의 조합에 의해 시험될 것이다. 이때 전압편차 시퀀스들 사이는 두 번의 최소 60초의 시간 간격을 가진다.(그림 F.2 참조). 동작의 각 대표적인 모드가 시험되어야 한다.

3상 기기의 경우, 모든 3상은 동시에 시험되어야 한다. 전압 단계는 같은 위상 각  $\phi$ 에서의 단계적으로 각 위상별로 이루어지며, 모든 상을 동시에 시험하는 것은 아니다.

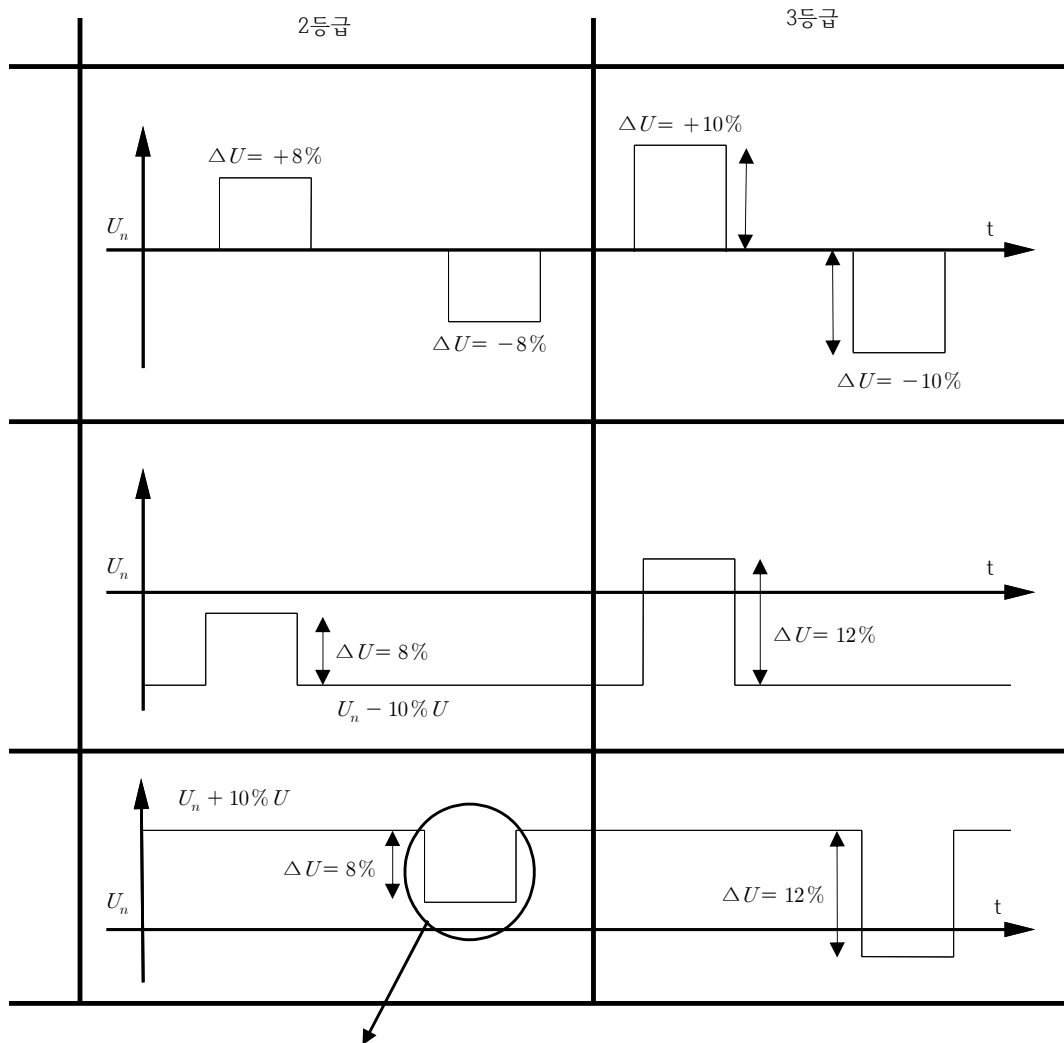
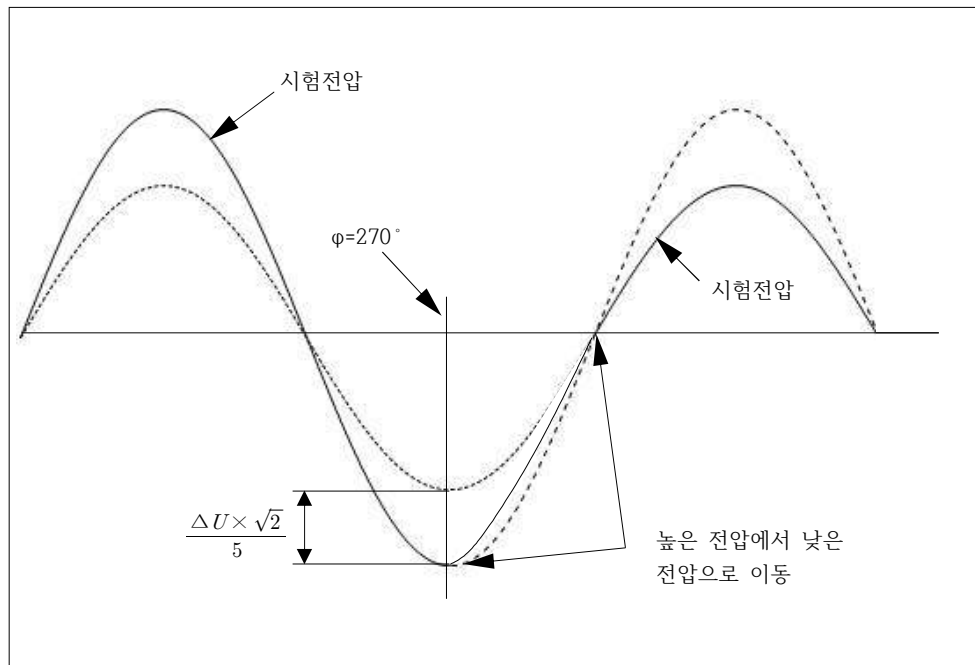


그림 F.1b 및 F.1c 참조

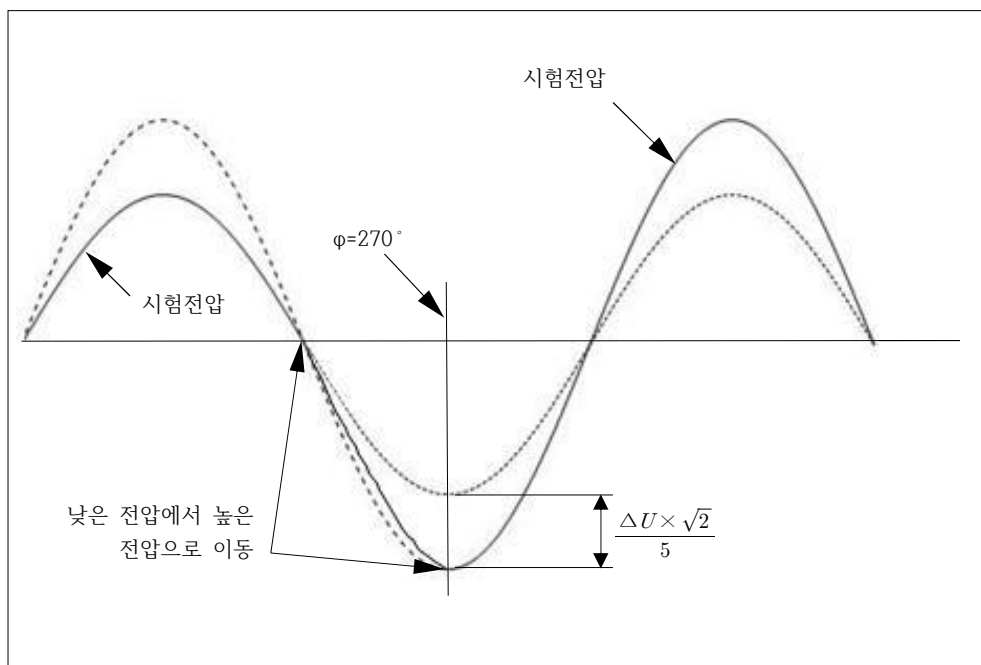
그림 F.1a. 시험 도표





주)  $\Delta U$ 은 실효값이고 이 그림은 순간 전압을 보여준다

그림 F.1b. 강화하는 전압 단계의 예



주)  $\Delta U$ 은 실효값이고 이 그림은 순간 전압을 보여준다

그림 F.1c. 상승하는 단계의 예

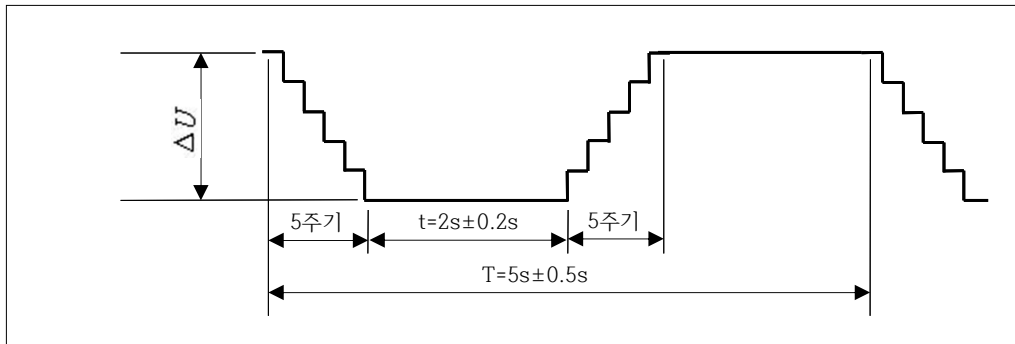


그림 F.1d. 전체 전압변동의 예

그림 F.1. 전압편차 시험 시퀀스의 예

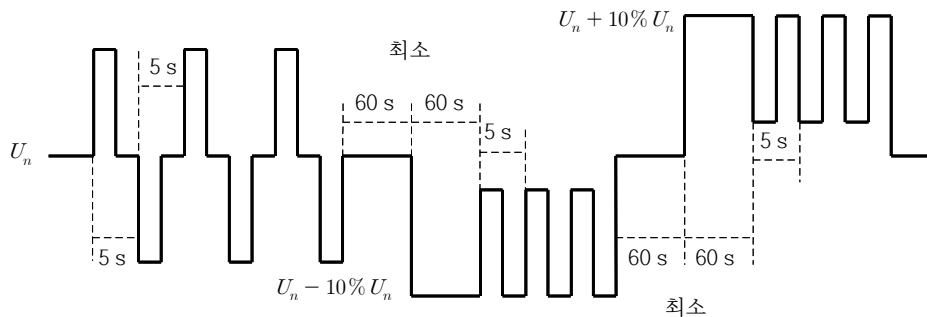


그림 F.2. 전압편차의 연속적인 적용의 예

## F.4 주파수 변동

### F.4.1 일반사항

주파수 변동 시험방법의 목적은 전원 주파수가 변화할 경우 전기·전자 기기의 내성 시험에 관한 것이다.

공공 배전망 시스템에서 나온 교류 전원의 주파수는 발전기의 회전 속도와 직접적인 관계가 있으며, 공공 네트워크에서 분리된 교류 발전기로부터 나온 교류 전원의 주파수도 이와 마찬가지로 이다. 매 순간, 주파수는 부하와 발전소 용량의 동적 균형에 달려 있다. 동적 균형이 변화하면 결과적으로 주파수에 작은 변화가 생기는 것이다. 이런 변화의 크기와 지속 시간은 부하 변동의 특성과 이에 따른 발전 설비의 응답에 의존한다. 공급 전원이 독립적인 인버터에서 나올 경우, 주파수는 제어회로로부터 구해될 수 있는데, 이때는 그 값이 고정된다.

일반적인 조건하에서 공공 시스템의 주파수는 보통 공급자에 의해 공칭값(50 또는 60 Hz)과 주파수가

변화할 수 있는 범위인 작은 대역폭으로 표시된다. 하지만 서로 연결되지 않은 시스템(섬처럼 서로 분리된 작은 네트워크)의 경우, 주파수 변화가 더 클 확률이 높고 그래서 더욱 중요하다.

주파수 변화는 다음에 영향을 미칠 수 있다.

- 시간과 관련된 제어 시스템(측정 오차, 동기화 손실 등)
- 수동형 필터를 내장한 기기(비동조된 것)

#### F.4.2 주파수 변동 내성 레벨

시험은 공칭 전원 전압에서 수행된다.

피시험기기는 처음에 전원 주파수  $f_1$ 으로 동작하고 있으며, 그 이후에는 그림 F.3과 같은 주파수 변화 시퀀스를 거친다.

$\Delta f/f_1$ 의 백분율로 명시된다.

시험 값들은 표 F.2에 명시되어 있다.

표 F.2. 주파수 변화를 위한 시험 레벨

등급	주파수 변화( $\Delta f/f_1$ )	과도 시간 $t_p$
1	시험이 필요 없음.	시험이 필요 없음.
2	$\pm 2 \%$	2 s
3	$\pm 4 \%$	2 s
X	개방	개방

과도시간  $t_p$ (그림 F.4) 동안, 한 주기당 주파수의 최대 변화는  $f_1$ 의 0.5%보다 작은 것으로 한다.

등급 2과 3은 각각 KN 61800-3의 공공 배전망 및 산업용 배전망에 연결된 기기, 공공 배전망 및 산업용 배전망에서 분리된 기기에 적용된다.

#### F.4.1 주파수 변동 시험 수행

적절한 시험 레벨을 적용하여 피시험기기를 시험해야 한다. 그림 F.4에 따라서 각각의 시험은 세 번 수행되어야 한다. 각각의 대표적 동작 유형이 시험되어야 한다.

3상 시스템에 대해서는 3상 전체가 동시에 시험되어야 한다. 주파수 변화는 3상에 동시에 가해야 한다.

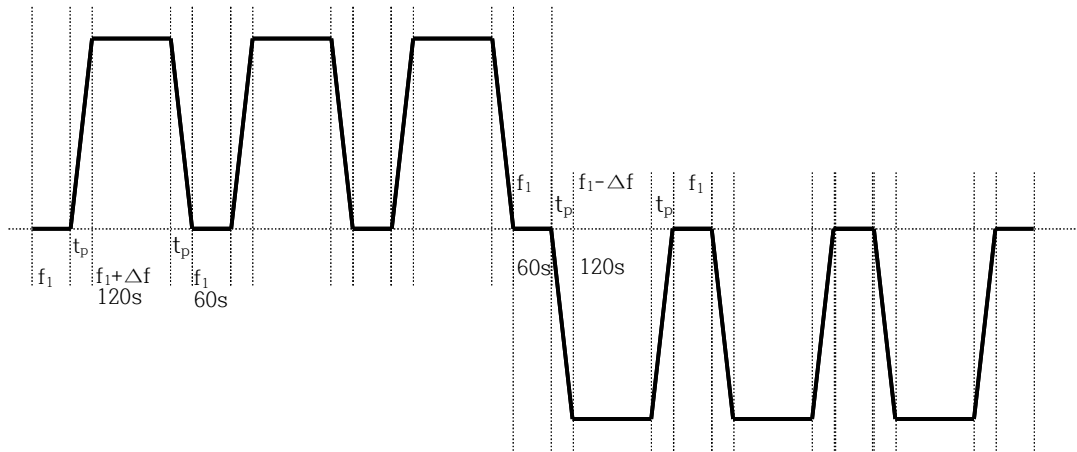


그림 F.3. 주파수 변화 시퀀스

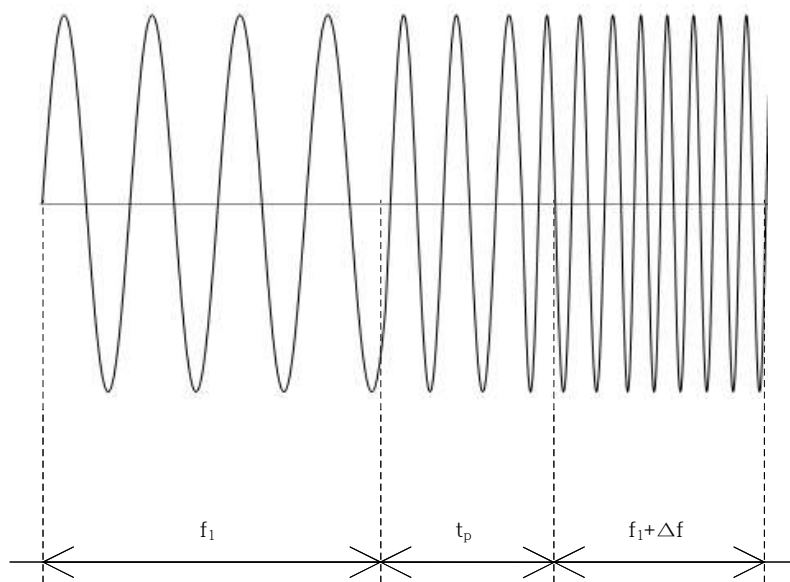


그림 F.4. 과도 기간  $t_p$ 의 예

## F.5 전압 불평형

### F.5.1 일반사항

전압 불평형 시험방법의 목적은 불균형으로 공급된 전력 전압이 전기·전자 장비에 인가됐을 때, 장비의 내성을 평가하기 위한 기준을 세우는 것이다. 이 시험방법에서 고려되는 전압 불평형은 삼상과 중성선을 가진 장비중 상과 중성선 사이에 연결된 단상 부하의 조합으로 작동하는 장비에는 적용하지 않는다.

불평형은 전압 증폭 또는 상 이동 변화에 의해 야기된다.

시험의 목적은 이 방해에 민감한 장비의 삼상 전압 시스템에서 불평형의 영향을 조사하는 것이며, 다음을 야기할 수 있다.

- 교류 회전 기계에서의 과전류
- 전자 전력 컨버터에서 비특성 고조파의 발생
- 전기 장비의 제어 부분에서 제어 동기 문제 또는 제어 오류

### F.5.2 전압 불평형 내성 레벨

시험은 공칭 전원 전압에서 수행되며, 그림 F.5에 따라서 불평형 시퀀스를 인가해야 한다.

시험값들은 표 F.3에 명시되어 있다.

0.1초에서 60초 사이에 표준화된 불평형 시험의 기간은 단기간 영향을 연구하기 위해 일반적인 안내로 다루어질 수 있다.

표 F.3. 시험 기준

시험수	1등급의 시험 레벨	등급 2의 시험레벨					등급 3의 시험레벨					등급X에 대한 시험레벨
		상	증폭 %U <sub>N</sub>	각도 °	K <sub>2</sub> %	시간 s	상	증폭 %U <sub>N</sub>	각도 °	K <sub>2</sub> %	시간 s	
시험 1	시험은 요구되지 않는다.	U <sub>a</sub>	100	0°	2	180	U <sub>a</sub>	100	0°	3	180	
		U <sub>b</sub>	98.0	121°			U <sub>b</sub>	98.0	122.7°			
		U <sub>c</sub>	95.2	240°			U <sub>c</sub>	95.2	240°			

주1) U<sub>N</sub>은 일반적인 전압이다.

주2) U<sub>b</sub>는 U<sub>a</sub>에 대해 지연된(지상) 값이고, U<sub>c</sub>는 U<sub>a</sub>에 대해 앞선(진상) 값이다.

시험은 각각 KN 61000-2-4 등급 2와 3에 연관된 장비를 표준화한다.

### F.5.3 전압 불평형 내성 수행

피시험기기는 일반적인 시험 조건으로 구성되어야 한다.

시험은 세분화된 시험 계획에 따라서 실행되어야 한다.

- 시험 시퀀스(표 F.3 참조)
- 시험 레벨

- 시험 주기
- 시험이 적용된 단자들
- 피시험기기의 대표적 동작 조건
- 보조 장비

공급 전력, 신호와 다른 기능적인 전기의 양은 정격 범위 이내에서 적용되어야 한다.

만약 실제 동작 신호원이 가능하지 않다면 모의시험되어야 한다.

각 시험 레벨에 대해서, 적어도 세 가지 불평형 시퀀스의 계통이 각 사이에 최소한 3분 간격으로 적용되어야 한다(그림 F.6 참조).

적용된 시험 레벨은 다음에 따라서 교대로 한다.

- 첫 번째 시퀀스 :  $U_a - L_1, U_b - L_2, U_c - L_3$
- 두 번째 시퀀스 :  $U_a - L_2, U_b - L_3, U_c - L_1$
- 세 번째 시퀀스 :  $U_a - L_3, U_b - L_1, U_c - L_2$

여기에서  $U_a, U_b$ 와  $U_c$ (표 F.3 참조)는 발생기의 전압이다. 그리고  $L_1, L_2$ 와 그리고  $L_3$ 은 피시험기기의 입력이다.

공급 전압의 변화는  $U_a$ 의 영 교차점에서 일어날 것이다. 시험 발생기의 출력 임피던스는 안정 상태에서와 천이 기간 동안에 낮아져야 한다.

각 시험에 대해, 실행의 성능 저하가 기록되어야 한다.

모니터링 장비는 시험 중 시험 후의 피시험기기 수행 모드의 상태를 표현하는 것이 가능해야 한다.

각 그룹의 시험 후 전체 성능 체크가 수행되어야 한다.

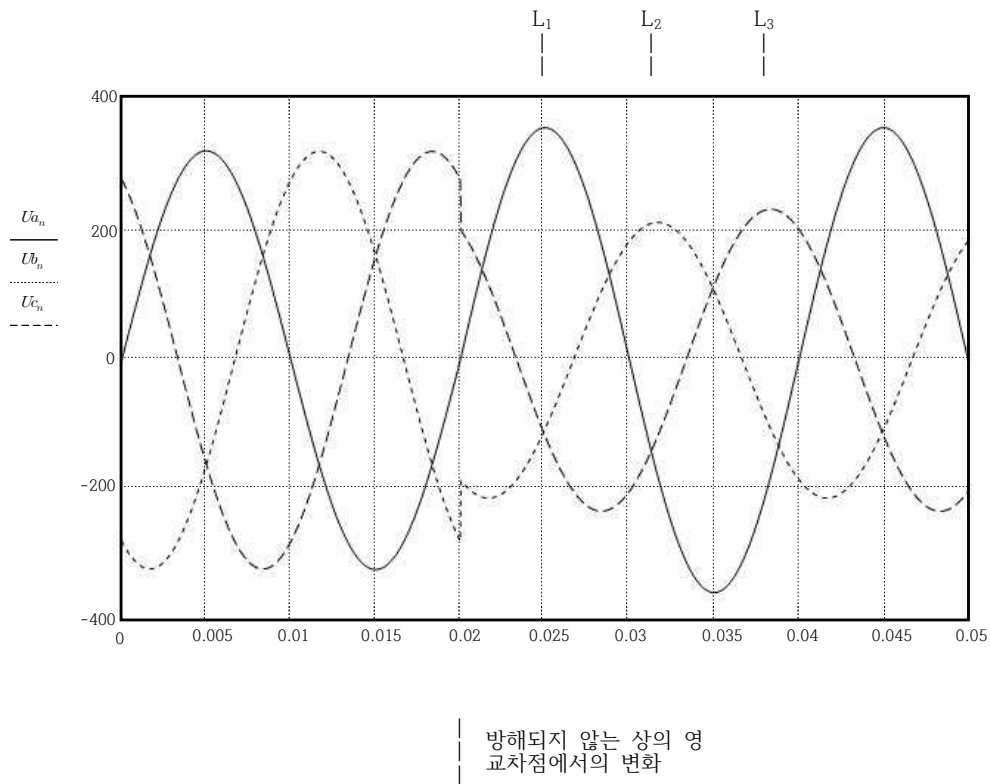
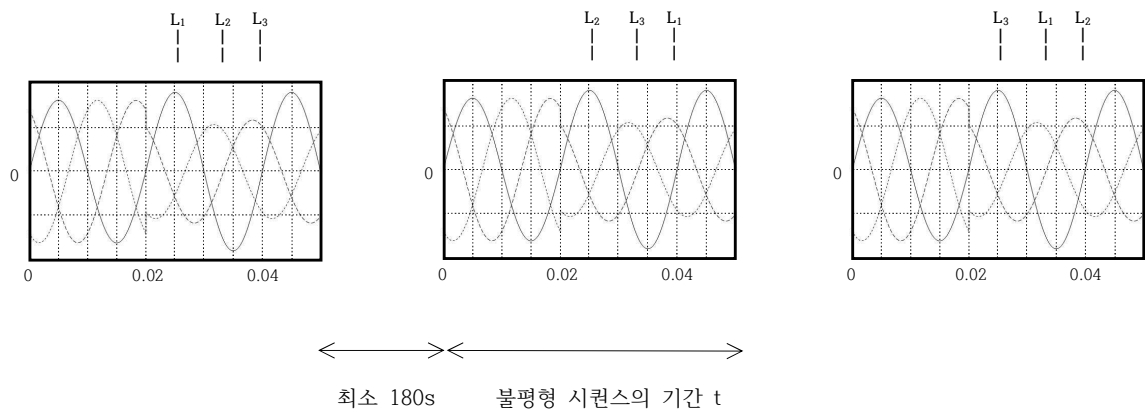


그림 F.5. 불평형 삼상 공급 전압의 예



주) 이 그림들은 50 Hz 시스템에 적용된다.

그림 F.6. 삼상 불평형 시퀀스 시험의 연속(전압  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  회전)

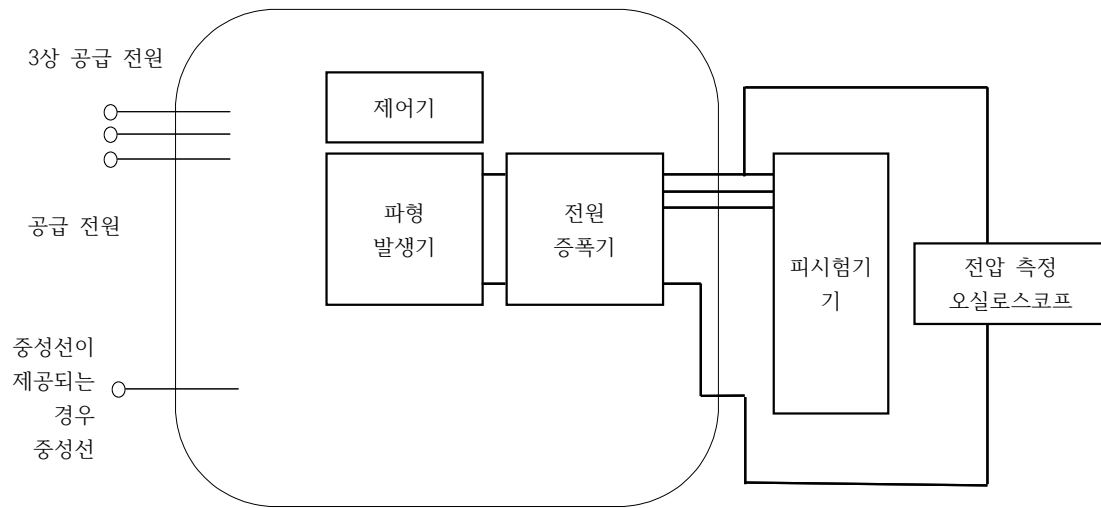


그림 F.7. 시험 설비의 구성도