[별표 7]

KN 50

고속철도기기류의 장해방지 시험방법

목 차

제1장 고속철도 전체 시스템
1. 적용범위 ····· 3
2. 용어 정의 ····· 3
3. 방사시험 및 허용기준치 ····· 4
4. 이동하는 열차로부터의 방사 측정방법 ····· 5
부록 A(기준)철도 변전소로부터의 방사측정 방법 ····· 13
부록 B(참고)측정방법에 대한 배경 ····· 15
부록 C(참고)견인 주파수에서의 전기 및 자기장 ····· 21

제2장 열차 및 완성차량
1. 적용 범위 ····· 22
2. 용어 정의 ····· 22
3. 적용 가능성 ····· 23
4. 방사 시험 및 허용기준치 ····· 23
부록 A(참고)전기통신 선로상의 장해 ····· 26
부록 B(기준)방사 전자파 간섭 - 시험 절차 ····· 30

제3장 철도 차량내 기기
1. 적용범위 ····· 31
2. 정의 ····· 32
부록 A(참고)기기 및 포트 예 ····· 35
부록 B(기준)전력변환기 전도성장해(9 KHz ~ 30 MHz 주파수 대역) ····· 41

제4장 신호 및 전기통신기기
1. 적용 범위 ····· 42
2. 용어 정의 ····· 43
3. 지정구역의 설명 ····· 43
4. 전자파방사 허용기준치 ····· 43

제5장 고정전원 설비 및 기기
1. 적용 범위 ····· 44
2. 용어 정의 ····· 45
3. 방사시험 및 허용기준 ····· 45
4. 철도 견인을 위해 사용되지 않는 고정 전원설비 ····· 46

제1장 고속철도 전체 시스템의 방사

1. 적용 범위

본 규격은 철도에서 운용되는 도시철도 차량을 포함하여 고속철도 전체시스템의 방사시험방법에 대하여 규정한다. 본 규격에서는 방사를 검증하기 위한 측정법에 대해 설명하며 대표적인 전자기장의 수치를 제공한다.

본 시험방법은 전자파장해방지기준[별표10]제1호의 고속철도 전체시스템의 장해방지기준을 적용하며 시험절차는 본 장의 4절과 부록 A에서 정의된 특별한 측정점에서 적용한다. 본 규격에서 언급하는 방사는 대전된 철도궤도의 중심선에서 외측 10m 또는 변전소의 울타리로부터 3 m 떨어진 수직평면의 모든 점에 존재하는 것으로 가정한다.

철도의 상 및 하 구역에서 방사가 발생하며 특별한 경우에 대해서는 개별적으로 취급한다.

산업환경에서의 전자파 방사 기준을 적용받는 기기는 본 적용범위에서 제외된다.

2. 용어 정의

본 규격의 제 1장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 기기

단품으로 생산이 가능한, 철도의 고정설비에서 실행하는 고유의 기능을 가지는 전기 또는 전자 제품

2.2 환경

시스템 운영에 영향을 줄 수 있거나 또는 시스템에 의해 영향을 받을 수 있는 주변의 물체 또는 영역

2.3 외부 연결부

시스템이 타 시스템 혹은 주변 환경과 상호 연계되는 부분

2.4 철도 변전소(railway substation)

1차 전압공급과 경우에 따라서는 주파수를 전차선의 전압 및 주파수의 변환을 주 기능으로 하는 설비

2.5 철도 급전선(railway supply lines)

철도의 경계선 내에 가설되는 도체로서, 철도 시스템전압으로 전원을 공급하지 않고 철도에만 전원을 급전하는 선로

3. 방사시험 및 허용기준치

3.1 개활지 철도 노선으로부터의 방사

9 kHz~1000 MHz 주파수 범위 내의 방사시험
허용기준치는 전자파장해방지기준[별표10]제1호의 “개활지 철도노선으로부터의 허용기준”에 나타나 있으며 측정 방법은 4절에 규정되어 있다. 비대전된 철도궤도에 대해서는 750 VDC의 허용기준을 적용한다.

시내운송용 차량의 경우, 750 VDC 도체에 대한 개활지 철도노선으로부터의 방사기준에 주어진 방사 허용기준치를 초과하지 않는다.

개활지 철도노선으로부터의 방사에 대한 첨두치 허용기준은 준-첨두치가 첨두치에 비해 최소 20 dB 이하인 것을 기본으로 한다.

주1) 열차가 이동하고 있는 개활지 고속철도에 대한 시험결과에 의하면 준첨두치 검출을 이용한 방사전기장세기는 첨두치 검출에서 측정된 값에 비해 최소 20 dB 낮다.
주2) 부록 B에 언급된 이유로 인하여 준첨두치 검출을 이용해 완전한 시험을 실시하는 것은 불가능하다는 사실에 유의해야 한다.
주3) 전기장 수치는 수직편파에 대한 것이다. 80 MHz에서의 측정에 의하면 수평편파 전기장은 약 6 dB정도 낮다.

철도 시스템의 일부 부분이 10 m 이상의 거리에 위치할 수 있으므로(예를 들어 변전소) 이를 감안할 필요가 있다. 예를 들어, 그림1은 일반적인 변전소를 보여주는 것으로 개활지 철도노선으로부터의 방사 허용기준치와 변전소의 허용기준치가 적용되는 경계선을 나타내고 있다.

3.2 철도 변전소로부터의 방사

부록A에서 규정한 방법에 의해 측정된 외부 환경에 대한 철도 변전소의 무선주파수 잡음 방사는 철도변전소로부터의 방사기준의 25 kV 시스템의 허용 기준치를 초과해서는 안 된다.

정격 연속전력 이하의 전력 수치에서 측정을 실시한 경우 해당 결과를 부록A에 명시된 규칙에 따라 변환해야 한다.

측정에 사용된 대역폭은 KN 16-1에 사용된 것들이며 다음과 같다

	대역폭
150 kHz이하의 주파수	200 Hz
150 kHz ~30 MHz의 주파수	9 kHz
30 MHz 이상의 주파수	120 kHz

부록A에 정의된 3 m 거리는 변전소의 울타리로부터 측정된 것이다. 울타리가 없는 경우에는, 기기가 함체를 가지고 있지 않다면 기기로부터 10 m에서, 기기가 함체 내부에 있으면 함체 표면으로부터 10 m 떨어진 지점에서 측정한다.
열차의 전자파 방사는 측정에 포함시키지 않는다.

3.3 철도 급전선으로부터의 무선주파수 방사

철도 경계선 내에 있는 철도 급전선은 국제전파장해특별위원회 권고규정인 CISPR 18의 측정방법에 따른다.

4. 이동하는 열차로부터의 방사 측정 방법

이 측정 방법은 이동차량을 장착한 철도 시스템에 관한 규격인 KN 16-1로부터 채택한 방법이다. 측정 방법의 배경에 대해서는 부록B에 언급되어 있다.

철도망에서 철도차량에 의해 생성되는 전자기장은 다수의 상이한 주파수로 설정된 전계강도 측정기를 이용하여 측정된다. 이 때 궤도에 수직인 자기장의 수평성분과 방사된 전자기장의 수직성분이 측정된다.

4.1 측정 파라미터

4.1.1 첨두치 측정 방법이 사용된다. 선택한 주파수에서의 지속기간은 정확한 측정값을 얻는데 충분한 것이어야 한다. 이것은 측정기의 함수로써 권장치는 50 ms이다.

4.1.2 주파수 대역과 측정에 사용되는 -6 dB에서의 대역폭은 KN16-1에 의하여 다음과 같다

주파수 대역	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1000 MHz
대역 폭	200 Hz	9 kHz	120 kHz

4.1.3 안테나에 연결한 경우 균일한 정현파 전기장세기의 측정 오차는 KN 16-1 장비로부터 ±4.0 dB 이상 차이를 보여서는 안 된다.

4.1.4 방해전자파의 최대값은 견인 동력차가 측정지점을 통과하는 순간이 아니라 차가 멀리 떨어진 상태에서 발생할 수 있으므로 측정기는 시험 중에 항상 동작하고 있어야 하며 열차

가 시험 현장에 접근할 때 트리거 되는 방식으로 사용해서는 안 된다.

4.1.5 넓은 주파수 범위를 측정하기 위해서 다르게 설계된 안테나가 요구되며 주파수 범위별 대표적인 안테나는 아래와 같다.

- o 9 kHz ~ 30 MHz의 범위에서는 자기장 측정에 루프 또는 프레임 안테나를 사용한다.(그림 2참조)

- o 30 MHz ~ 300 MHz의 범위에서는 전기장 측정에 바이코니컬 안테나를 사용한다.(그림 3 참조)

- o 300 MHz ~ 1000 MHz의 범위에서는 전기장 측정에 대수주기 안테나를 사용한다.(그림 4 참조)

4.1.6 열차가 움직이고 있는 궤도의 중심선으로부터 측정 안테나까지의 거리는 10 m가 선호된다. 대수주기 안테나의 경우 안테나 배열의 중심점까지의 거리이다.

양 측면에 상이한 기기들이 설치되어있는 경우라도 차량의 양 측면을 점검하기 위해 2회의 시험을 실시할 필요는 없다. 이는 방사의 대부분이 열차가 이동하는 경우 슬라이딩 접점에 의해 생성되기 때문이다.

안테나가 궤도 중심점에서 10 m 만큼 떨어져 있지 않다는 것을 제외하고 모든 권장기준을 만족하는 현장 시험인 경우, 다음의 공식을 이용하여 해당 결과를 등가의 10m 값으로 변환할 수 있다:

$$E_{10} = E_X + n \times 20\log_{10} (D / 10)$$

여기서 E_{10}: 10 m에서의 전기장세기 값
E_X: D m에서 측정된 전기장세기 값
n: 아래 표에서 취한 계수

주파수 범위	n
0.15 MHz ~ 0.4 MHz	1.8
0.4 MHz ~ 1.6 MHz	1.65
1.6 MHz ~ 110 MHz	1.2
110 MHz ~ 1000 MHz	1.0

10 m 등가거리에서 측정된 값은 적절한 시스템 전압에 대해 고속철도기기류의 장해방지기준[별표10]제1호에 주어진 허용기준치를 초과해서는 아니 된다.

철도의 물리적 형상에 의해 기준거리의 사용이 불가능하다면 특수한 상황에 적합한 방법을 택해야 한다. 예를 들어, 철도가 터널 안에 있다면 터널의 벽에 소형 안테나를 사용할 수 있을 것이며, 이러한 경우 선택된 허용기준치는 측정 방법을 고려한 것이어야 한다.

4.1.7 레일 위의 안테나 중심점 높이는 루프 안테나의 경우 1.0 m ~ 2.0 m, 바이코니컬 안테나 또는 대수주기 안테나의 경우 중심에서 2.5 m ~ 3.5 m 내에 있어야 한다. 안테나에서 지면의 높이가 레일의 높이에 비해 0.5 m 이상 차이가 날 경우 시험보고서에 실제 값을 기록해야 한다.

4.1.8 루프 안테나의 평면은 궤도의 선에 대해 수직이며 평행해야 한다. 바이코니컬은 수직축에 배치한다. 대수주기 안테나는 수직성분 신호를 측정하도록 배치하는데 이 때 안테나의 방향은 궤도를 향하도록 한다.

이러한 정렬은 표준 조건을 제공하기 위해 선택되지만 주어진 현장에서 절대적인 최대값을 감지할 수 없을 수도 있다. 만일 수평성분 또는 기타 다른 정렬에 대해 시험이 필요하다면 이는 명확하게 요청되어야 한다. 그림 2, 3 및 4에서는 안테나의 위치와 정렬을 보여주고 있다.

고가 철도시스템의 경우, 규정된 안테나 높이를 맞출 수 없다면 안테나 중심 높이는 철도 레벨 대신으로 지상레벨을 기준으로 정할 수 있다.

4.1.9 가공선을 통하여 전력을 공급받는 철도에 대해 시험을 실시하는 경우 측정점은 접촉선의 불연속점이 아니라 가공선의 지지 마스트 사이의 중간점이 된다. 가공선 시스템에서 무선주파수의 공진 현상이 발생할 수 있음이 알려져 있으므로 측정을 위해 선택한 주파수 값을 변경해야 할 수도 있다. 공진이 존재하는 경우 시험 보고서에 이를 기록해야 한다.

무선주파수 방사는 철도 공급 시스템의 상태에 의해 영향을 받게 된다. 급전소(Feeder station)의 스위칭 및 일시적 작업들은 시스템에 영향을 미친다. 따라서 시험 보고서에 시스템의 상태를 기록할 필요가 있으며 가능한 한 모든 유사한 시험을 동일한 작업일 내에 실시하도록 한다. 철도에 제2레일 급전인 경우, 시험 위치는 레일의 간극으로부터 최소한 100 m 떨어지도록 하여 집전기 접점의 개폐와 연관된 과도 전자기장이 포함되지 않도록 해야 한다. 도체 레일과 안테나는 궤도의 동일 측면 상에 있어야 한다.

4.1.10 시험 현장은 고가 구조물, 레일과 전차선시스템(Catenary)의 영향을 받으므로 완벽한 측정요건을 갖출 수는 없지만 가능한 한 안테나는 반사물체로부터 멀리 떨어져 있어야 한다. 가공전선은 철도망의 일부인 경우를 제외하고는 시험 현장에서 100 m이상 떨어져 있어야 한다.

4.1.11 측정값은 다음과 같이 표현된다.

- 자기장의 경우 dBμA/m
- 전기장의 경우 dBμV/m.

이들은 적절한 안테나 계수와 변환을 이용하여 얻어진다.

4.1.12 주변 방해전자파는 열차의 영향이 없는 시험 현장에서 측정하도록 한다. 이렇게 함으로써 전원이 인가된 전원 도체로부터 방해 전자파값을 얻을 수 있다. 이것이 상당한 레벨인 경우 높은 레벨의 비철도 방해전자파원을 찾아낼 수 있도록 시험 현장에서 100m 떨어진 지점에서 측정을 실시할 것을 권장한다.

통상적으로 소수의 시험만이 실행될 수 있으므로 필요 초과성 및 확실성 값을 찾으려면 KN 13에 다룬 비중심 t 분포 방법을 이용한다. 이 방법은 다음과 같이 명시한다:

N[L,M](dB 눈금) = 시험으로부터의 평균값(dB 눈금) + k x S_n (dB눈금)

여기서 : L은 허용기준 N 이하인 전체 모집단의 값들의 비율
M은 이 비율이 실현될 확률
k는 결과의 수 n의 함수로 그 값은 아래의 표에 주어진 값
$\overline{X}$는 평균값
X_n은 n번째 결과

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (X_n - \overline{X})^2}{n-1}}$$

L = 80%, M = 80%인 경우 k값 대 시험 횟수

n	3	4	6	8	10
k	2.04	1.68	1.42	1.30	1.24

이것은 적은 수의 시험도 하기가 어렵다는 것을 인지하는 것이다. 이러한 처리는 결과의 정규분포를 가정하며 비대칭 또는 기타 다른 분포의 증거가 발견되는 경우 재검토가 요구된다. 허용기준 설정에 있어 소수의 시험을 사용해야 할 필요성과 통계적 기법의 사용에 대한 필요성을 감안해야 할 것이다..

4.2 주파수 선택

4.2.1 주파수 선택

측정할 실제 주파수 선택은 시험 현장의 환경에 좌우된다.

예를 들어, 방송국과 같이 대출력의 신호들이 존재하는 경우 시험 주파수 선택 시 이를 고

려해야 한다.

디케이드(Decade)당 최소 3개의 주파수가 존재하도록 시험 주파수를 선택할 것을 권장한다.

4.2.2 소인 주파수

1회 열차 통과 시 측정에 필요한 시간이 짧은 관계로, 주파수의 변화에 따라 첨두치-홀드 회로를 이용하여 첨두치 잡음을 측정하는 소인 주파수 측정기법으로 잡음 발생에 관련된 적절한 정보를 얻을 수 있다. 정확도를 고려함에 따라 주파수의 변화율은 대역폭의 함수이므로 시간에 따르는 문제들이 남을 수 있다. 일반적으로 소인 분석기는 이 요건을 충족하기 위해 자신의 소인율을 스스로 설정할 것이다. 이 방법을 사용하는 경우 소인율과 함께 대역폭을 기록할 필요가 있다.

4.3 과도현상

시험 중 전력 회로차단기의 작동에 의해 유발되는 것과 같은 스위칭에 의해 발생하는 과도현상이 검출될 수 있다. 시험에 대해 발견되는 최대 신호레벨을 선택함에 있어 이는 무시하도록 한다.

4.4 측정 조건

4.4.1 기후 조건

측정값에 대한 기후의 영향을 최소화하기 위해 측정은 건조한 기후(0.1 mm 미만의 강우가 발생한 후로부터 24시간 지났을 때)에서 실시하도록 한다. 이 때 온도는 최소 5℃, 그리고 풍속은 10 m/s 미만이어야 한다.

습도는 전원 도체의 응결을 방지할 정도로 충분히 낮아야 하지만 수치의 범위가 방해전자파에 상당한 영향력이 있다는 증거가 없기 때문에 별도로 허용기준을 설정하지는 않는다.

기후 조건을 알기 전에 시험을 계획해야 하므로 시험은 목표 조건에 일치하지 않는 기후 조건에서 시행되어야 할 것이다. 이 경우 실제 기후 조건을 시험 결과에 기록해야 한다.

4.4.2 철도 표준 조건

견인 방식에 대해 다음과 같이 두 개의 시험 조건이 규정된다.

a) 견인 전류의 동작특성 전류가 방해전자파 레벨에 연관 되는지를 확인하기 위해 최대 속도의 90% 이상의 속도)와 그 속도에서 공급 가능한 최대 전력에서 측정한다.
b) 최대 정격 전력과 선택한 속도(저주파수가 관련되는 경우)

차량에 전기식 제동기능이 있는 경우에는 최소한 최대 정격 제동전력의 80%의 제동 전력에

서 시험해야 한다.

4.4.3 원격 열차로부터의 다중 방해전자파원

허용기준의 목적에 따라 무선 방해전자파를 고려할 때 시험 구역을 벗어나 있는 “물리적으로는 원격이나 전기적으로는 인접한” 차량이 존재하는 상황은 중요하지 않은 것으로 간주한다.

4.5 시험 결과

시험 결과에는 다음사항에 대한 설명과 정보가 포함되어야 한다.

- 시험장
- 측정시스템
- 철도차량
- 수치적 결과치
- 그래픽으로 나타낸 결과(대역폭, 일자, 시간 등 포함)
- 철도차량의 유형 및 구성
- 기후 조건
- 시험 책임자 성명

4.6 안테나의 위치

그림 2에서는 9 kHz ~ 30 MHz 주파수 대역에서의 자기장의 측정을 위한 안테나의 위치를 보여주고 있다.

그림 3에서는 30 MHz ~ 300 MHz 주파수 대역에서의 전기장 측정을 위한 안테나의 위치를 보여주고 있다.

그림 4에서는 300 MHz ~1000 MHz 주파수 대역에서의 전기장 측정을 위한 안테나의 위치를 보여주고 있다.

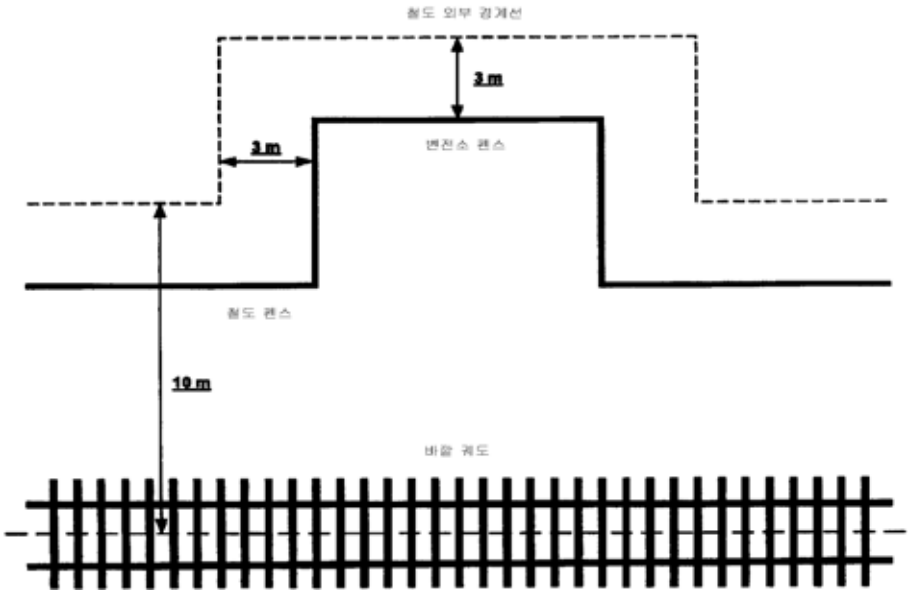


그림.1 철도와 변전소의 경계선

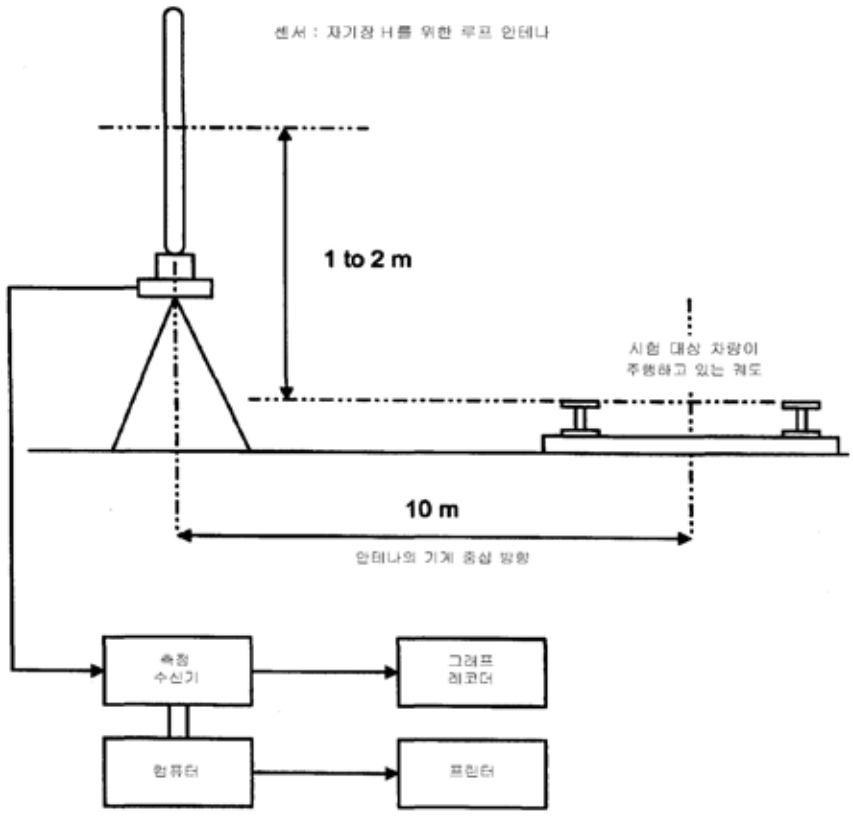


그림.2 9 kHz ~ 30 MHz 주파수대역에서의 자기장 측정을 위한 안테나의 위치

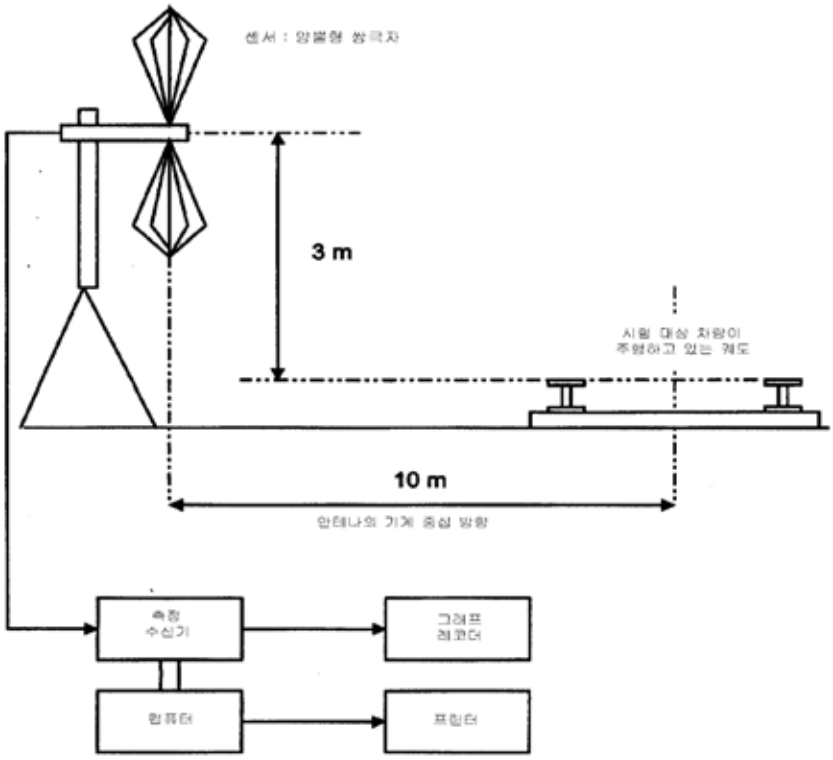


그림.3 30 MHz ~ 300 MHz 주파수대역에서의 전기장 측정을 위한 안테나의 위치

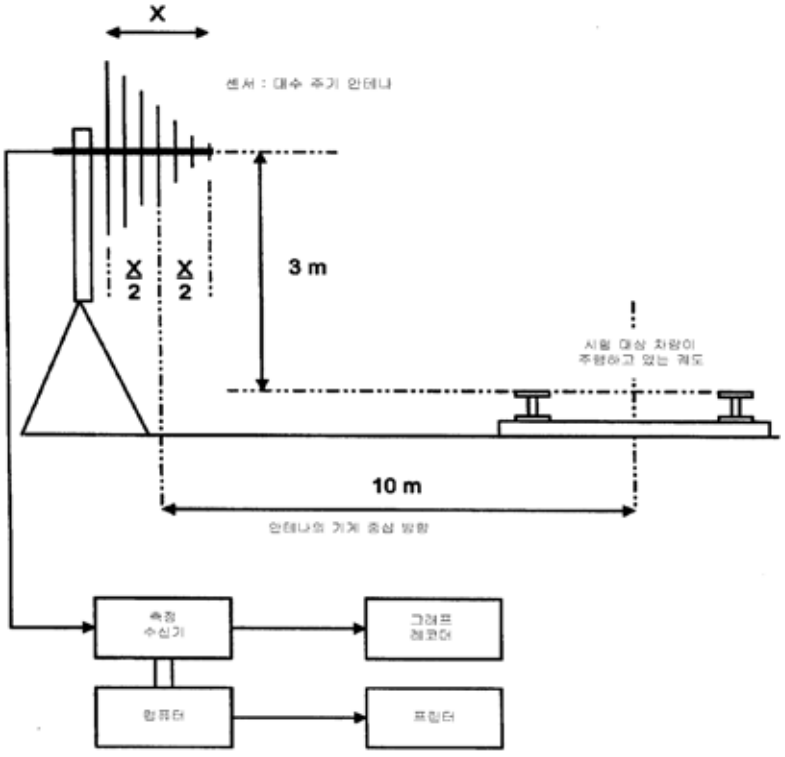


그림.4 300 MHz~1000 MHz 주파수대역에서의 전기장 측정을 위한 안테나의 위치

부록 A(기준)
철도 변전소로부터의 방사측정 방법

A.1 시험 위치

철도 전력시스템의 특수한 기하학적 측면에서 정상 부하 조건하에서 전자기장의 방사 측정 조건을 정의할 필요가 있다.

A.2 변전소 부하

철도 변전소의 특징 중 한 가지는 부하가 짧은 시간 내에 광범위하게 변할 수 있다는 것이다. 방사는 부하에 관련될 수 있으므로 방사 시험 중 변전소의 실제 부하를 확인할 필요가 있다.

A.3 측정 방법

방사는 변전소의 바깥 울타리로부터 3 m 떨어진 세 면의 중심점에서 측정하되, 대전된 가장 인접한 철도 궤도의 중심으로부터 30 m 이상 떨어져 있지 않다면 철도와 마주하는 면은 제외한다. 변전소의 면의 길이가 30 m를 넘는 경우 추가적으로 모서리와 3 m 선의 교차점에서 측정을 실시한다. 이러한 경우 네 면을 모두 측정한다.

무선주파수 시험을 위한 측정 장비의 정확도는 KN 16-1의 요건에서 ±4.0 dB 범위에 있어야 한다.

각 측정 위치에서 다음을 측정해야 한다.

a) 철도 공급주파수(또는 해당되는 경우 dc) 및 9 kHz이하의 주파수에서의 최대 자기장 세기를 측정하며, 이 경우 최대값이 측정되도록 안테나 위치를 조정한다.

주) 이것은 안테나 방향을 기록하기 위한 요건이 아니라 참고용으로 활용할 수 있게 하기 위함이다.

b) 1 MHz 부근의 주파수에서의 첨두치 무선 방사(타 송신을 막기 위해 현장에서 선택)는 수직면 루프 안테나에 의해 측정한 안테나의 방향을 기록한다. 변전소의 부하는 정격부하의 최소 30%이어야 한다. 루프 안테나의 하부 위치는 지면에서 1 m ~ 1.5 m 만큼 떨어져 있어야 한다.
c) 9 kHz ~ 30 MHz 주파수 범위에 걸친 첨두치 무선 방사는 b)에서와 같은 최대 방향으로 설정된 루프 안테나를 이용하여 측정한다. 이 측정 중에 변전소의 부하는 정격부하의 최소 30%이어야 한다.

주) 고정식 안테나위치가 일부 주파수에서 절대값보다 낮은 값을 생성할 수 있다는 사실은 인정되고 있다.

d) 30 MHz ~ 300 MHz 주파수 범위에 걸친 무선 방사의 최대 첨두치는 바이코니컬 안테나로 수직편파를 측정한다. 변전소의 부하는 측정 중에 정격 부하의 최소 15%이어야 한다. 안테나의 중심은 지면으로부터 3 m 떨어트려야 한다.

e) 350 MHz 근처의 주파수에서의 무선 방사의 최대 첨두치(타 송신을 피하기 위해 현장에서 선택)는 대수주기 안테나로 측정하며 수직편파로 한다. 변전소의 부하는 정격 부하의 최소 15 %이어야 한다. 안테나의 중심은 지면에서 3 m 떨어트려야 한다.

f) 300 MHz ~ 1000 MHz의 주파수범위에 걸쳐 측정한 무선 방사의 첨두치는 e)에서와 같은 최대 방향 위치에서 대수주기 안테나를 이용해 측정한다. 변전소의 부하는 측정 중에 정격 부하의 최소 15%이어야 한다. 안테나의 중심은 지면에서 3 m 떨어트려야 한다.

부록 B(참고)
측정 방법에 대한 배경

B.1 서론

본 부록에서는 철도 차량이 철도망에서 이동할 때 철도망에서 방사하는 전자기 잡음을 측정하는 방법을 기술한다. 차량은 엄청난 속도로 이동할 수 있기 때문에 기존의 방법은 적절하지 않은 것으로 판단된다. 제2장에서는 정지 및 저속이동 차량의 경우에 대해 다룬다. 부수차(피견인 차량)에는 잡음을 방사할 수 있는 전기 장비가 장착될 수 있으므로 견인 및 피견인 차량 모두를 점검해야 한다. 또한 디젤식 견인차량도 시험할 필요가 있는데 이들이 무선 방사의 신호원을 포함할 수 있기 때문이다. 이 방법을 이용하여 전자기 스펙트럼의 기타 다른 사용자들에게 발생할 수 있는 장해를 평가할 수 있다. 본 부록에서는 측정을 위한 기본 방법을 설명한다.

B.2 특수 측정 방법에 대한 요건

9 kHz 이상의 주파수의 경우 무선 전자기장을 측정하기 위한 표준 방법이 있으며 이에 대해서는 KN16-1, KN16-2에 기술되어 있다.

철도망에는 여러 가지 특징이 있기 때문에 특수한 측정 방법이 필요할 수 있다. 이러한 특징에는 고속으로 이동하는 신호원 및 대전된 철도의 전기공급 도체에 의해 형성되는 긴 안테나로부터의 방사의 가능성이 있다.

그림 B.1의 주어진 예는 많은 과도 현상이 관련되는 이동 열차에서 기인하는 방사의 시간에 따르는 변화를 보여주고 있다.

이 철도 잡음 측정 방법은 KN 16-1의 준첨두치 방법을 따르지 않는데 이는 해당 방법을 근거로 하여 실시되는 측정이 인접한 여타 시스템에 영향을 미치는 방해의 전체 범위를 식별하는데 있어 충분하지 않기 때문이다. KN 16-1의 방법은 무선통신을 간섭으로부터 보호하기 위해서만 고안된 것이기 때문에 단기간의 과도 현상이 간섭을 유발할 수 있는 철도 궤도 또는 공항에 인접하여 사용되는 전자 안전 시스템에 대해서는 고려하지 않는다. KN 16-1의 방법이 KN 규격에 대한 기준으로 선택되었다 할지라도 여전히 지역 산업계의 필요에 따라 첨두치 검출 방법을 적용하고 현실적인 모의시험을 실행해야 할 필요가 있다. 철도의 경우 이러한 2중 시험의 필요성이 어려움을 유발하기도 한다.

차량에 의해 생성되는 장해파가 차량 내 일부 지면-대-열차 송신 장비의 동작 주파수에서 거의 일정한 정현파 형태이거나 또는 판토그라프/가공선 접점과 같은 기타 원의 경우 반복되는 일련의 펄스일 수 있다는 사실에서 볼 때 첨두치 방법과 준첨두치 방법으로 얻어진 값 사이의 정확한 관계를 설정하기는 어려운 것으로 보인다. 그러나 거의 모든 경우에서 첨두치 검출 시스템을 이용하여 측정한 값은 KN 16-1에 따라 준첨두치 시스템으로 얻은 값과

같거나 이보다 크다.

B.3 특수 측정 방법의 정당성

전자기장은 KN 16-1의 방법에 따라 측정되는 것이 아니라 선택된 주파수에서 짧은 시간간격(권장치는 50 ms) 내에서 첨두치 검출 기능을 통해 측정된다. 그 이유는 다음과 같다.

- 이는 모든 시스템(전자 또는 컴퓨터)에 대한 영향을 보다 잘 표현하는 반면 준첨두치 검출에 적용되는 가중 원리는 무선 송신에 관련된 간섭에만 해당되며 50 ms의 시간 창문은 전류 가 역으로 발생하는 경향이 있는 교류 철도의 첨두치 방사를 검출한다. 16.7 Hz에서, 이들은 33 ms 떨어져 있으며 50 ms의 범위 내에서 반드시 1개가 검출된다.

- 또한 일부 준첨두치 검출 시스템의 경우 검류계형 측정기의 요건에 따라 1초 정도의 시간이 필요하다. 이는 주행하는 열차의 경우에는 너무 길다.

- 이는 KN 16-1의 방법을 이용하여 측정할 수 있는 최대치를 제공하며 무선송신에 대한 방해에 관련된 “최악의 경우”를 대표한다.

B.4 주파수 범위

철도 차량 및 슬라이딩 접점 전류는 1000 MHz 이상의 방해전자파 발생원이기는 하지만 방사 레벨이 낮으며 거리에 따르는 감쇠가 크다. 따라서 1000 MHz 이상의 측정에 대한 제안은 제시되지 않는다.

B.5 대역폭에 대한 설명

적절한 측정장비에는 9 kHz ~ 150 kHz 대역의 경우 200 Hz, 또는 150 kHz ~ 30 MHz 대역의 경우 7.5 kHz나 10 kHz와 같이 4.1.2에서 제시된 것 외의 대역폭이 제공된다. 9 kHz ~ 150 kHz대역에서는 대역폭은 작지만 특정 방해전자파원을 찾는 능력을 향상시키므로 가치가 있다. 150 kHz ~ 30 MHz 범위에서 7.5 kHz, 9 kHz와 10 kHz 간의 차이는 식별 차원에서 그렇게 중요하지는 않다. 상기에 주어진 것 외의 대역폭을 사용하는 경우 그 결과는 방해전자파의 성격이 임펄스형이라는 사실에 기반하여 승인된 대역폭으로 변환해야 할 것이다.

B.6 측정장비의 정확도

명목상으로 유사한 조건하에서 ±10 dB 또는 그 이상의 시험 반복성이 발견된다는 사실이 이미 알려져 있기 때문에 4.1.3에서 제시된 ±4 dB의 정확도가 선택된다. KN 16-1에 정의된 측정기는 상당히 정확하지만 시험들 간에 방사의 차가 클 경우 이 정확도는 현실적이지 못하다. 결과가 KN 16-1 기기와 ±4 dB 이상의 차이를 보이지 않음이 확인된 경우에는 보다

낮은 정확도의 측정기기를 사용해도 된다(예를 들면, 소인주파수 분석기). 소인 분석기는 첨두치와 준첨두치 검출 그리고 KN 16-1에 주어진 대역폭에 유용하다.

B.7 안테나 위치

궤도의 중심선으로부터 안테나의 거리는 선택이 가능하다. 무선주파수 시험에 사용되는 통상적인 거리는 1 m, 3 m, 10 m와 3 0m 이다. 1 m의 값은 불가능하며 3 m를 선택할 경우 차체가 강한 구역효과를 나타내고 따라서 다소 긴 거리에서 자기장이 잘못 인식될 수도 있다. 이에 따라 10 m가 선호되는데 이유는 전기 견인 전원을 통해 슬라이딩 접점이 안테나에 의해 직접 관찰되며 본체 효과가 비교적 적기 때문이다. 또 다른 표준 거리는 30 m인데 이는 특별한 현장에서 제공하기가 더 용이할 수 있으나 신호 세기가 다소 낮고 주변 잡음으로 인해 철도 잡음의 값을 얻기가 더 어려워질 수 있다. 따라서, 측정에 선택되는 거리는 차량이 주행하는 궤도의 중심선에 대해 10 m이다.

주) 측정장비 및 이와 관련된 일체의 전원과 기기가 측정값에 영향을 주지 않도록 반드시 주의를 기울여야 한다.

B.8 10 m에서 측정되지 않은 경우 결과의 변환

n의 값은 가공전력선으로 이루어진 관찰을 기반으로 하며 개방된 교외지역에 대한 것이다. 건물이 많은 도시의 경우 n의 값이 보다 높을 것이다. 4.1.6에 제시된 n의 값들은 비교적 정확한 것으로 알려져 있는데 100 MHz에서의 n의 값은 특정 철도에 대해 측정된 것으로 최고 100 m이하의 거리에 대해 1.25인 것으로 발견되었기 때문이다. KN 22에서는 10 m 당 -20 dB를 사용하는데(n=1) 이는 전도 접지면에 해당하는 특수한 경우이다.

10 m에서 시험을 실시할 때 유도 전자기장과 방사 전자기장의 신호원 인접 특성이 다르다는 사실에 주의할 필요가 있다. 거리가 파장에 비해 적은 경우 유도 전자기장이 두드러질 것이다. 점 신호원에 대해 이들 두 개의 장이 동일한 진폭을 갖게 되는 위치는 이론적으로 (파장/2π)의 거리에 있다. 따라서, 측정거리로 10 m를 사용하는 경우 약 5 MHz 이하에서의 모든 시험은 자기 유도 신호가 지배적인 근거리장에서 이루어진다. 이 경우 결과는 A/m으로 가장 정확하게 표현된다. 근거리장에서 전기장의 세기는 미미하므로 일반적으로 장해를 유발하지 않는다. 열차와 같은 신호 발생원이 퍼져있는 경우 근거리장 구역은 “점 신호원”이론에서 제시하는 것 이상으로 확장될 수 있다.

이 방법의 목적에 따라 자유 공간의 임피던스(120 πΩ)를 곱하여 A/m을 V/m 단위로 변환한다.

가변 높이는 방사 시험의 경우에서와 같이 사용할 수 없으므로 바이코니컬 안테나 및 대수주기 안테나에 대해서는 단일(하나의) 높이를 사용한다.

안테나를 마스트 중간에 배치함으로서 마스트의 스크리닝 효과 및 기계적 임피던스가 급변

할 수 있는 경우 마스트에서 흔히 발견되는 스파크에 의한 구역 과도현상을 줄일 수 있게 된다. 이와 유사하게 부스터 트랜스, 오버랩, 구간 절연체, 중립 구간 및 그 외 기타 주요 불규칙성을 피해야 할 것이다.

B.9 측정용 단위

대수 크기의 표현으로 1 uV/m은 0 dBuV/m이며 1.0 V/m은 120 dBuV/m이다.(이와 유사한 관계는 uA/m과 dBuA/m에도 적용된다)

허용기준치는 A/m과 V/m으로 나타낼 수 있으며 이들은 필요에 따라 유도할 수 있다.

전기장 세기(단위 dBuV/m) = 자기장 세기(단위 dBuA/m) + 51.5 , 원거리 장에서 측정한 경우

[주 51.5=20$\log_{10}$(자유 공간파의 임피던스)]

B.10 통계적 처리

철도 무선주파수 방사 측정에 따르는 특수한 문제점 하나는 신호원이 철도를 따라 이동한다는 것이다. 따라서 궤도측으로부터 다수의 결과를 수집하기가 어려우므로 어느 정도의 반복성을 실현할 수 있도록 측정 조건을 규정할 필요가 있다.

원격 차량이 공진과 같은 현상에 의해 측정점에서 상당한 방사를 유발할 가능성을 줄이기 위하여 동일한 전차선시스템(Catenary) 또는 제3레일에 의해 전원을 공급받는 일체의 기타 차량은 측정점으로부터 충분한 거리에 있어야 한다. 카티너리 공급의 경우 20 km, 그리고 공급 레일 시스템의 경우 2 km의 거리가 권장된다.

이러한 조건이라 하더라도 시험 결과간에 상당한 편차가 있을 수 있음을 예상해야 한다. 일부 시험에서 취득한 값을 사용 가능한 수치로 변환하기 위해서는 통계적인 기법을 사용하면 된다.

B.11 주파수 선택

차량의 이동으로 인한 또 다른 고려사항은 시험의 짧은 지속기간으로 인해 요구 범위에 걸친 상이한 주파수에서의 측정이 어렵다는 점이다. 충분한 데이터의 포착을 위해 세 가지의 방법을 이용할 수 있다. 1회 열차 통과 도중에 선택한 다수의 주파수에서 시험을 실시할 수 있다. 1회 열차 통과 시 주파수 소인 방법을 사용하거나 매 통과 시마다 하나의 주파수를 측정하는 방법이 있는데 이 경우 열차가 여러 번 통과해야 한다.

짧은 시간동안 측정을 위해 주파수가 재선정되고 판독할 수 있을 정도의 시간이 유지되는 컴퓨터의 기능을 사용한 측정기를 이용할 수 있다. 이를 이용하면 초 당 5개 또는 그 이상의 주파수를 측정할 수 있다. 스펙트럼을 적절하게 커버하기 위해서는 디케이드[1](decade)당

최소 세 개의 주파수를 점검해야 한다.

주1) 허용그래프의 주파수 범위 중 9 kHz ~ 100 kHz, 100 kHz ~ 1 MHz, 1 MHz ~ 1 MHz, 10 Hz ~ 100 MHz, 100 MHz ~ 1000 MHz 각각의 대역에서 최소 3개의 주파수를 측정

9 kHz ~ 150 kHz 범위에서 주 견인장치는 확실하게 식별 가능한 주파수에서 방해전자파원으로 작용할 수 있다. 이 범위에서의 검색을 통하여 방해전자파의 최대값을 찾고 이주파수에서 측정하는 것이 바람직하다. 이와 같이 낮은 주파수에서도 외부 송신기로부터의 무선신호를 발견할 수 있으므로 이들을 파악한 후 미리 피해야 함을 유념해야 한다. 150 kHz 이상 주파수에서는, 차량으로부터의 특성 주파수를 별도로 찾을 필요가 없는 것으로 간주된다. 또 다른 대안으로는 보다 적은 주파수를 사용하고 선형 특성을 가정하는 것이 있다. 그러나 이 선형 가정은 기반이 충분하지 못한데 차량이 특정 주파수에서 강한 신호를 발생시키고 또한 가공선이 공진 현상을 보일 수 있기 때문이다. 따라서 디케이드당 세 개의 주파수를 사용하는 것이 최소 요건이며 보다 많은 주파수를 사용하는 것이 유리하다.

B.12 철도 조건

B.12.1 기후

철도가 옥외 망에 있을 때 기후는 발생되는 무선 방해전자파 레벨에 영향을 미친다. 고압전력선의 경우 방해전자파는 비가 올 때에 약 20 dB 만큼 증가하게 된다. 철도의 경우 비가 오게 되면 접촉전선의 탄소막이 제거되면서 전선과 판토그라프 간의 접촉이 보다 밀접해지므로 판토그라프 접점의 방해전자파가 감소할 수 있다. 공급 도체 상에 얼음이 형성되면 아크가 증가하여 방해전자파가 증가하게 된다. 풍속이 높을 경우 가공선 도체의 기계적 특성이 영향을 받으며 전선과 판토그라프 간의 접촉 또한 영향을 받게 된다. 철도 차량으로부터의 방해전자파 방사에 대해 기후가 미치는 영향은 아직 완전하게 알려져 있지 않다.

B.12.2 속도, 견인력

유용한 비교를 제공하기 위해 이동 중인 차량에 대한 방해전자파 측정은 차량이 최대 속도에서 선택한 일부 비율로 이동하며 견인 동력차량의 경우 그 연속 정격전력에서 선택한 비율을 출력하는 규정 조건하에서 시행되어야 한다. 이러한 비율에 대한 값을 선택해야 하며 이 과정에서 차량의 운전 범위를 고려해야 한다. 이상적인 조건은 차량이 최대 무선 방해전자파를 생성하는 조건에서 작동하는 것인데 이를 정의할 수 있는 방법이 아직은 없으므로 그러한 요건은 사용되지 않고 있다.

B.12.3 원격 열차로부터의 다중 방해전자파원

실제의 경우에서는 영향을 받는 물체의 방해 영역 내에 하나 이상의 견인 동력차량이 있을 수 있다. 허용기준의 목적에 따라 무선 방해전자파를 고려할 때 시험 영역 밖에 “물리적으로는 원격이나 전기적으로 인접한“ 차량의 존재 여부는 중요하지 않은 것으로 간주된다. 이

는 방해전자파원이 이동한다는 사실과 원격 차량이 방해전자파를 발생시키지만 높은 주파수의 경우 거리에 따른 감쇠 정도가 일반적으로 높다는 사실을 인식한 것이다. 낮은 측정주파수의 장이 문제가 되는 경우 감쇠폭은 적으며 영향권 내의 모든 차량(수 km에 해당할 수 있음)이 방해전자파 레벨에 영향을 미칠 수 있다. 그러나 추가의 영향은 시험의 반복성 오류의 범위 내에 속하며 단일 열차에 의한 방사를 허용기준에 대해 평가할 수 있다.

B.13 열차 당 동력차량의 수

동력차가 두개(Coupled)인 경우 이어지는 판토그라프의 접점 품질이 악화될 수 있으며 보다 높은 방해전자파 방사가 발생할 수 있다. 두개의 동력차를 포함한 최대 열차 규모에 대한 시험을 실시하는 경우 이는 구체적인 요청의 대상이 될 수 있다. 시험에서 허용되는 방사는 열차들이 복수로 동작할수 있으며 따라서 보다 많은 방해전자파를 발생시킬 수 있다는 사실을 고려한 것이다.

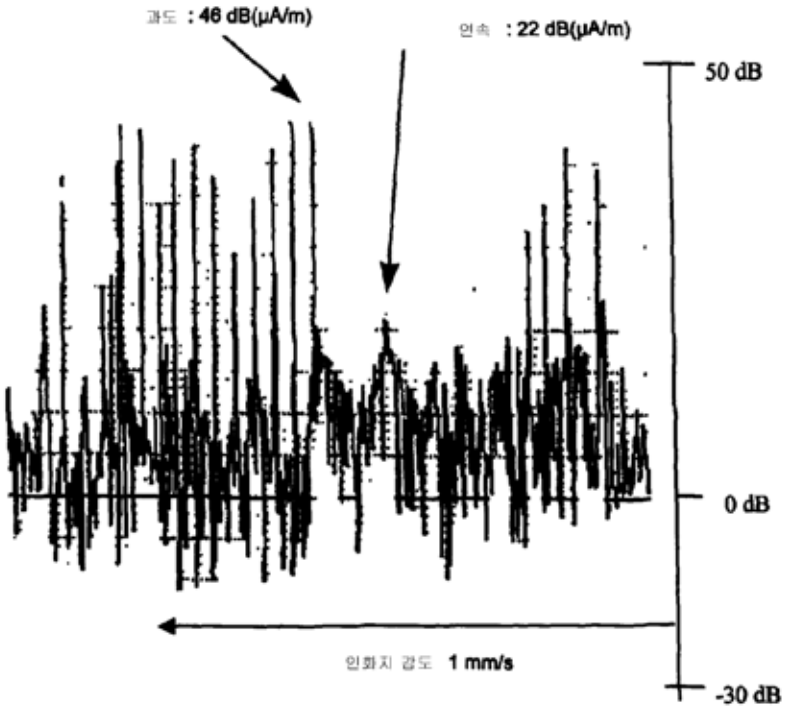


그림.B.1 다수의 과도 현상이 포함된 이동 열차 방사의 시간에 따른 변화

부록 C(참고)
견인 주파수에서의 전기 및 자기장

표 C.1은 외부에 대한 철도의 방사를 설명하는 대표적인 수치를 제공한다.

주어진 수치는 DC 또는 AC 의 기본파 성분의 전기장과 자기장으로 해당 전력공급의 유형에 대해 대표적인 것으로 간주되는 도체 배열에 대해 산출된 것이다.

표.C.1 전력공급 시스템별 기본파의 대표적인 전·자기장 최대값
(가장 인접한 궤도의 중심선에서 10 m 거리, 철로에서 1 m 높이에 대한 값)

시스템	주파수	전기장		자기장		기준 조건	참고규격
	Hz	(V/m)	(dBμV/m)	(μT)	(dBμA/m)		
750 ~ 1200V 도체 레일	0	<10		46	151	Ic = 4000A 레일의 50% 반환전류	
600 ~ 750V 전차선시스템	0	35		15		Ic = 1000A 레일의 50% 반환전류	IEC 61000-2-7
1500V 전차선시스템	0	63	156	111	159	Ic = 8000A U = 1800V 공중선 없음	ITU(T) Directives CIGRE WG 3601
3kV	0	50	154	28	147	Ic = 3000A U = 3.6kV 공중선 없음	ITU(T) Directives CIGRE WG 3601
15kV	16.7	750	177	40	150	Ic = 2000A, RMS U = 17.25kV 공중선 없음	ITU(T) Directives CIGRE WG 3601
25kV	50	1 000	180	16	142	Ic = 1500A, RMS U = 27.5kV 공급선 단권변압기 포함	ITU(T) Directives CIGRE WG 3601
주) 계산 시 이중궤도를 가정. Ic=각 궤도의 1개 도체레일 또는 전차선 시스템에서의 전류 고조파 주파수(주로 AC 공급 주파수의 3배, 5배 고조파 및 DC 전원의 300 및 600Hz 리플)의 전기장은 기본파의 5% 레벨. AC 고조파 주파수에서의 자기장은 기본파의 최대 10%, DC 시스템의 경우 300Hz와 600Hz 에서 최대 2%에 해당. 전기장 및 자기장의 측면 감쇠는 거리에 따라 선형으로 감쇠하는 것으로 가정할 수 있다.							

제2장 열차 및 완성차량

1. 적용 범위

본 규격은 모든 유형의 철도 차량에 대한 방사 요구 사항을 규정하며 동력차 및 도시 도로에서 운행하기 위한 도시 차량을 포함하는 열차들에 적용된다.

본 규격에서 다루는 주파수 범위는 DC ~ 400 GHz이다. 현재 1 GHz를 초과하는 주파수에 대한 시험은 규정되어 있지 않다.

본 규격의 적용 범위는 각각의 동력 입력 및 출력을 갖는 열차의 연결부까지이다. 기관차, 열차 세트, 노면 전차 등의 경우 이것은 슬라이딩 접점(또는 제3레일)이며 부수차량의 경우 연결부는 AC 또는 DC 보조 전력 접속부가 된다. 그러나, 판토그라프(pantograph)는 견인동력 차량의 일부이므로 이 연결부의 영향을 배제한다는 것은 거의 불가능하다.

고속철도 전체 시스템에 관한 전자파 장해는 제1장에서 취급한다.

2. 용어 정의

본 규격의 제2장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 차량(stock)

단일 상용 장치로서 시장에 출시되는 열차 제품

2.2 동력차(traction stock)

전기 및 디젤 기관차, ICE 및 TGV와 같은 열차, 간선 차량용 전기 및 디젤 다중 장치(기관차는 해당되지 않으며, 각 객차는 자체 견인 장치를 가짐), 도시 철도차량용 지하철세트, 시가 전차 등과 같은 경량 철도 차량

2.3 부수 차량(hauled stock)

무작위로 조합되어 여러 가지 유형의 기관차들에 의해 견인될 수 있는 모든 독립적인 승객용 객차 및 화물차(냉장 설비와 같은 전기기기를 포함한 경우에 한함)

2.4 간선 차량

주로 도시들 간의 운행을 위해 설계된 고속 열차, 화물 열차와 같은 차량들

2.5 도시 철도차량

주로 도시 경계 내에서의 운행하기 위해 설계된 지하철세트, 노면 전철, LRV, 무궤도 전차와 같은 차량들

3. 적용 가능성

일반적으로 차량의 모든 기능에 대해 전자파 적합성을 시험하는 것은 불가능하다. 시험은 최대 방사를 발생시키는 것으로 간주되는 대표적인 동작 모드에서 행해져야 한다.

동작의 구성 및 모드를 시험 계획에 규정해야 하며 시험 동안의 실제 조건은 시험 보고서에 정확하게 기록해야 한다.

4. 방사 시험 및 허용기준치

본 규격에 있어서 철도차량의 방사 시험 및 허용기준치는 차량이 철도 시스템에 근접한 일반 설비들을 간섭하지 않음을 가능한 한 보증해야 한다.

측정은 명확히 정의되고 재현 가능한 조건들에서 수행되어야 한다. 시험 중인 철도 시스템과 시험 차량의 영향을 완전히 분리하는 것은 불가능하므로 운전자와 제조자는 신호 및 통신 시스템과의 호환성 및 통신 선로에 대한 간섭에 대한 시험 조건들(예; 장치의 부하 조건, 속도 및 구성) 및 시험 현장을 계약서에서 규정해야 한다. 방사 잡음에 대한 시험 조건은 4.3.1 및 4.3.2에 정의된다. 철도 시스템의 다른 부분들(예; 변전소, 신호 송출) 및 외부 환경(예; 전력선, 산업 단지, 라디오 및 텔레비전 송신기)이 측정에 미치는 영향은 반드시 알아야 하며 이를 고려해야 한다.

4.1 신호 및 통신 시스템과의 호환성

신호 송출, 열차 라디오 및 기타 철도 시스템(차축 계수기, 궤도 회로, 열차 제어 시스템 등)은 동작 주파수 및 파형과 관련하여 국가마다 상이하다. 그러므로, 사용되는 신호 및 통신 시스템의 유형에 따라 방사 요구 사항을 규정하여야 한다

이 요구 사항은 열차 무선 및 신호 시스템 자체를 포함한 차량 이외의 간섭 원 및 접점 불량, 판토그라프의 튐, 제3레일 간극 등에 기인한 과도현상의 영향을 고려할 필요가 있다.

4.2 전기 통신 선로상의 장해

4.2.1 디지털 전기통신 선로

PCM, ISDN....과 같은 디지털 시스템에 대한 간섭은 본 규격에서 다루지 않는다.

4.2.2 아날로그 전기통신 선로

철도 시스템의 견인 전류에서의 고조파는 전통적인 아날로그 전기통신 시스템 내에 잡음을 유도할 수 있다. 전통적인 아날로그 전화선 상에서 대해 용인되는 잡음 수준은 ITU-T에 의해 규정된다. 이 잡음의 값은 등가(psophometric) 필터로 측정된다. 동력차에 의해 흡수 또는 생성되는 전류와 전화 선로 상의 잡음과의 관계는 차량 제조자에 의해 완전하게 제어되지 못할 뿐 아니라 망 운영자에 의해서도 완전하게 제어되지 못한다(상세 설명에 대해서는 A.1을 참조할 것). 따라서, 시설물 조정관의 규칙에 의해 차량 연결부에서의 주파수 가중 전류 허용기준치를 규정하는 것은 견인동력 차량 구매자의 책임이다.

공통적으로 사용되는 한 가지 방법은 등가적 주파수 가중치를 갖는 등가 전류 I_{pso}를 규정하는 것이다. 이 방법의 배경 및 적용은 부록 A에 기술된다. I_{pso} 방법이 kHz 범위의 고조파의 잡음 영향을 완전히 나타내지 못하는 것으로 알려져 있으므로 주파수 가중의 대체법이 구매자에 의해 지정될 수도 있다.

4.3 방사 전자파 장해

4.3.1 시험장

시험장은 철도 환경에 대한 기존의 제한 범위 내에서 아래의 “자유 공간” 요건을 가능한 한 만족시켜야 한다.

- 나무, 벽, 교량, 터널 또는 차량이 측정 점에 근접해서 존재해서는 안 된다. 최소 거리 간격은 다음과 같다.
  간선 차량의 경우 30 m, 도시 철도차량의 경우 10 m
- 가공선의 전철주를 피하는 것은 불가능하므로 측정점은 전철주 사이 중앙 점이며 궤도 반대쪽(이중 궤도의 경우 사용되는 궤도 쪽)으로 해야 한다. 철도 시스템이 제 3레일에 의해 전력이 공급되는 경우 안테나는 궤도와 동일한 쪽에 존재해야 한다.(최악의 상태 적용)
- 가공선/제3레일은 측정 점의 양쪽에서 “무한”선로이어야 한다. 측정 점 양측 상에 다른 장해물이 없어야 하는 최소 길이는 다음과 같다.
  간선차량의 경우 3 km, 도시 철도차량의 경우 500 m
  변전소, 변압기, 중립 구간, 절연구분장치 등 뿐 만 아니라 가공선/ 제3 레일의 불연속성은 피해야 한다.
  라디오 주파수에 대한 공진 현상이 가공 선로에서 발생할 수 있으므로 고가 시스템의 기존 배치에 주의해야 하며 시험장 변경이 필요할 수도 있다.
  차량의 방해전자파를 측정하기 전에 변전소의 영향이 인지되거나 측정되어야 한다.
- 매설선, 변전소 등을 포함하는 전력선으로의 근접은 피해야 한다.
- 기타 철도 차량이 다음 거리 이내에서 운행되어서는 안 된다.
  간선차량의 경우 20 km, 도시차량의 경우 2 km
  이러한 조건들의 성립이 불가능한 경우 피시험 차량에 대한 방사 측정 전후에 주변 방해전자파를 기록해야 한다. 다른 방법으로, 여러 시험항목의 개시 및 완료 시점에서 단지 두 번의 주변 방해전자파 측정으로도 충분하다.

특정 주파수 또는 특정 주파수 범위에서 주변 방해전자파가 허용기준에서 6 dB를 뺀 값보다 높다면 이들 주파수에서의 측정은 고려할 필요가 없다. 이들 주파수를 시험 보고서에 기록해야 한다.

4.3.2 시험 조건

시험은 방사성 방해를 생성할 수 있는 철도 차량에 탑재된 모든 시스템의 동작에 적용된다.

부수 차량은 정지 상태 동안 활성화 모드(보조 변환기, 축전기 등이 작동 중)에서 시험해야 한다.

동력차(열차)는 정지 상태 및 저속 이동 속도에서 시험해야 한다. 정지 시험 동안 보조 변환기는 작동하고 있어야 하며(반드시 최대 방사 수준이 생성되는 최대 부하 조건 하에 있을 필요는 없음) 견인 변환기는 전압은 공급되지만 작동되어서는 안 된다.

부록 A(참고)
전기통신 선로상의 장해

A.1 철도 시스템에서의 전류와 전기통신 선로 상의 방해전자파간의 관계

대전되어 있는 철도 선로에 근접해 있는 전통적인 통신용 구리 케이블은 철도 시스템내의 전류에 의해 발생되는 전자파 간섭의 대상이 된다.

이러한 간섭은 기본 주파수부터 높은 고조파 주파수 범위에 걸친 유도 종 전압을 초래한다. 고조파 원은 동력차의 견인 장치 내 및 전력 공급소에 적용된 변환기들이다. 케이블 자체의 불평형으로 인해 이들 종 전압은 횡 전압 또는 방해전자파로 변환된다.

전통적인 아날로그 전화 선로에 대해 허용되는 방해전자파 수준은 ITU-T에 의해 규정된다. 이 방해전자파의 값은 등가필터로 측정된다.

동력차에 의해 흡수된 전류와 통신 선로 상의 방해전자파간의 관계는 차량 제조자에 의해 완전하게 제어되지 못할 뿐 아니라 망 운영자에 의해서도 완전하게 제어되지 못한다.

이 관계는 다음에 의해 좌우된다.

- 통신 케이블의 구조
  - 차폐, 접지 절연, 케이블의 평형
- 통신 포트의 특성
  - 감응성, 입력 평형
- 통신망의 형태
  - 궤도와 평행한 통신 선로 구간의 길이
  - 궤도와 통신 선로 사이의 거리
  - 접지-저항
- 철도망의 형태
  - 단일/이중 궤도
- 가공선의 전력 공급 유형
  - AC/D.C
  - 변전소 리플 (몇몇 경우에 있어, DC 정류기 또는 AC 16.7 Hz 정적 변환기)
  - 현수 및 피더(feeder) 시스템 유형 (예; 1 × 25 kV 또는 2 × 25 kV)
  - 귀환 도선의 적용
  - 고려 중인 구간의 단일 종단 또는 이중 종단 전원
- 열차 운전 밀도
- 전류 흡수 또는 동력차의 고조파 생성
- 다수의 변환기로부터의 여러 종류의 고조파 중첩

A.2 등가 전류 정의

등가 전류는 전화 선로에 대한 전력 회로에서의 전류 스펙트럼의 유효 간섭을 나타내는 등가의 간섭 전류이다.

이것은 다음 식으로 정의된다.

$$I_{pso} = \frac{1}{p_{800}} \sqrt{\sum (p_f I_f)^2}$$

여기서,

I_f = 접촉 선로 전류에서 주파수 f 에서의 전류 성분

p_f = 등가 가중

p_f 값은 ITU-T 지침, 'Protection of telecommunications lines against harmful effects from electrical power and electrified railway lines'에서 찾을 수 있다.

측정을 위해 등가 필터를 이용하여 이들 p_f 값에 따라 신호를 자동적으로 계산하는 전압계 및 전류계를 이용할 수 있다.

A.3 허용기준 및 시험조건

등가 전류의 최대값 및 지속 시간을 포함하여 정의된 조건들을 규정하는 것은 구매자의 책임이다.

다음 조건을 다루어져야 한다.

- 정상 조건 및 축소 성능 조건(하나 이상의 견인 변환기가 일시적 사용 정지 상태임) 하에서 I_{pso}의 허용기준
- DC 공급의 경우

  DC 철도는 통상 3상 주 전원으로부터 다이오드 정류기에 의해 전류가 공급된다. 이상적으로는 한 개의 브릿지 정류기는 6-펄스 모양 전압(즉, 60 Hz 주 공급에 있어서 300 Hz에서의 최초 고조파)을 생성하며 두 개의 브릿지 정류기는 12-펄스 모양 전압(즉, 600 Hz)을 생성한다. 정류기에서의 비평형 및 유도 현상으로 인해 6 0Hz에서 기본 성분이 흔히 발견된다.

  변전소 내의 필터는 변전소에 의한 영향을 현저하게 감소시킨다.

  그럼에도 불구하고 DC 시스템에 있어서 변전소는 주요 방해 전자파원이 된다.

  따라서, 견인동력 차량의 품질 평가를 위해서는 고정 설비의 정류기 장치 및 필터의 영향을 고려해야 한다.

  선로 인덕턴스에 영향을 미치는 견인동력 차량과 변전소 사이의 거리 또한 필수적으로 고려해야 한다.

- AC 공급의 경우
  선로 전압 왜곡을 고려해야 하는 경우 필수 고조파를 규정해야 한다. 전차선 시스템에서 특별한 공진 조건을 고려해야 하는 경우 반드시 관련 데이터를 규정해야 한다. 그렇지 않을 경우 변전소에서 가장 가까이에 있는 차량의 상태는 I_{pso} 최고값을 제공하는 것으로 추정된다.

A.4 등가 전류의 측정

합격 시험 또는 조사 시험 동안 간섭 전류 I_{pso}는 동력차 상에서 측정해야 한다. 차량의 기존 전류 감지기들이 그들의 주파수 응답이 충분하다면(최소한 5 kHz까지) 사용될 수 있다. AC 시스템의 경우 변압기가 10 kHz 미만의 공진 주파수를 가질 수 있을 때 전류는 접지면에서가 아니라 변압기 일차 권선의 고전압 측에서 측정되어야 한다.

등가 전류는 psophometer 또는 등가 가중 인자 p_f에 의해 필터링을 사용하는 기타 적절한 시스템을 이용하여 측정한다.

스펙트럼의 구성 및 간섭 원에 관한 추가 정보를 얻기 위해서는 차량 입력 전류 및 입력 전압에 적용되는 이중 채널 스펙트럼 분석기의 사용이 강력하게 권장된다.

등가 전류는 정상 모드 및 축소 운전 모드(모든 변환기가 작동 상태인 것은 아님)에서 측정해야 한다. 측정 결과의 해석에는 선로 인덕턴스 및 공급 전압에 있어서의 변화뿐 아니라 작동 조건의 영향도 고려해야 한다.

과도현상(전력 회로의 스위칭, 판토그라프의 튐, 제3/4레일 간극)에 기인한 영향은 평가에서 배제하도록 한다.

A.5 열차의 총 등가 전류의 계산

일반적으로 열차 세트의 총 전류를 측정하는 것은 불가능하다. 전 열차 세트에 걸쳐 분포되어 있는 감지기들로부터 총 전류의 이미지를 생성할 수 있는 특수 측정 시스템을 설치하는 대신 열차 세트 중 하나의 견인 장치의 전류를 측정해도 충분하다.

열차 세트 중 하나의 전력 포트에서 등가 전류가 측정되고 이 열차 세트가 n개의 포트를 가지는 경우 총 전류는 다음 규칙에 따라 계산한다.

A.5.1 DC 시스템

DC철도는 통상 3상 전원으로부터 다이오드 정류기에 의해 전류가 공급된다. 만일 어떠한 특수한 필터도 적용되지 않는 경우 정류기 출력의 리플은 공급 구간 내에서 차량에 의해 흡수되는 등가 전류에 현저한 영향을 미친다.

- 지배적인 정류기 리플을 가진 DC 시스템
  (캠샤프트 제어를 이용하는 차량; 초퍼 또는 인버터 제어와 필터링하지 않는 6-펄스 정류기를 가진 변전소를 이용하는 차량)
  $I_{pso(total)} = n \times I_{pso(oneunit)}$

- 차량 변환기 및 낮은 정류기 리플을 가진 DC 시스템
  분할 모드에서 작동되는 초퍼의 경우, $I_{pso(total)}$이 $I_{pso(oneunit)}$보다 작을 수도 있다.
  동기 현상 없이 작동되는 초퍼 또는 전원에 직접 연결된 인버터의 경우에는
  $I_{pso(total)} = \sqrt{n} \times I_{pso(oneunit)}$

A.5.2 AC 시스템

공급 구간에서 차량에 의해 생성되는 등가 전류는 주로 차량에서 사용되는 변환기 형태에 좌우된다.

- 위상 제어 변환기를 가진 AC 시스템
  $I_{pso(total)} = \sqrt{n} \times I_{pso(oneunit).}$ 이것은 차량의 유형 속도 및 실제 전류 소비의 통계학적 혼합에 기초한 것처럼 보인다. 그러나, 높은 전력 열차들에 대한 최근의 경험은 동일한 속도, 동일한 전력 및 동일한 차량 유형의 경우에 $I_{pso(total)} = n \times I_{pso(oneunit)}$이 적용되며 이 $\sqrt{n}$ 법칙은 적용 불가능함을 보여준다.

- 4 상한 변환기를 가진 AC 시스템 (4QC, 펄스폭 변조 선로 변환기)
  4QC가 인터레이스 모드에서 작동하는 경우(정상 작동 조건) $I_{pso(total)} < I_{pso(oneunit).}$
  n개의 동일한 장치들이 비-인터레이스 모드에서 작동하는 경우
  $I_{pso(total)} = n \times I_{pso(oneunit)}$

부록 B(기준)
방사 전자파 장해 - 시험 절차

B.1 목적

본 부록은 9 kHz ~ 1000 MHz 범위에서 생성된 방해전자파에 대한 철도 열차 또는 열차의 평가 및 품질 승인을 위한 측정 방법을 설명한다. 본 부록은 제1장 '측정 법 권장사항'의 대부분을 충족시키지만 전체 시험 지속시간을 현저하게 줄인 단순화된 방법을 제공한다.

B.2 측정 장비 및 시험 방법

시험 시간을 줄이기 위해 소인 기술이 사용된다. 이것은 스펙트럼 분석기나 컴퓨터 제어 수신기로 행해질 수 있다. 각 주파수 범위는 여러 하위 범위들로 나뉜다.

열차 또는 차량에 대한 각 평가는 각 하위 범위의 시험을 행함으로써 이루어진다.

기기는 이 하위 범위를 연속적으로 소인해야 하며 시험 중 도달한 최대값들을 기억해야 한다. 이것은 기기의 "첨두치 유지(peak hold)" 기능에 의해 또는 기기의 컴퓨터 제어 하에서 이루어질 수 있다. 이 방법에서는 전자기 방해전자파의 수준 및 특성들이 각 소인 동안에 크게 변하지 않는 것으로 가정한다.

안테나에 관련된 위치, 장소, 유형 및 기타 특징들은 제1장에서 설명된 것과 동일하다.

측정 기기는 KN 16-1 2절에 있는 9 kHz ~ 100 0MHz 주파수 범위에 대한 첨두치 측정 수신기의 요건들을 만족해야 한다. 그러나 9 kHz ~ 150 kHz 범위(대역 A)에 대한 200 Hz 대역폭은 다음 문제들을 일으킬 수도 있다.

- 표준 스펙트럼 분석기에서 이 대역폭이 항상 사용 가능한 것은 아니다.
- 이동 방해전자파원에 대한 소인 지속 시간이 초과될 수 있으므로
  이로 인해 본 방법의 목적에 반하는 하위 범위 개수의 증가가 필요하다.

이러한 이유 때문에 대역 A에 대한 대역폭은 더 높을 수도 있으며 1kHz가 유용한 값이다. 방해전자파가 광대역의 백색 방해전자파라는 가정 하에서 측정 결과에 대한 적절한 교정이 수행되어야 한다.

표 B.1을 시험을 위한 안내서로서 사용할 수 있다.

표.B.1 시험 안내서

대역	하위범위 (Hz)	소인[1] (Hz)	대역폭 (kHz)	소인시간[2] (ms)
A	9 k ~ 59 k	50 k	1	300
	50 k ~ 150 k	100 k	1	300
B	150 k ~ 1.15 M	1 M	9 또는 10	37
	1 M ~ 11 M	10 M	9 또는 10	370
	10 M ~ 20 M	10 M	9 또는 10	370
	20 M ~ 30 M	10 M	9 또는 10	370
C/D	30 M ~ 230 M	200 M	100 또는 120	42
	200 M ~ 500 M	300 M	100 또는 120	63
	500 M~ 1000 M	500 M	100 또는 120	100
주1) 스펙트럼 분석기의 경우 적용 주2) 계측기마다 약간씩 다를 수 있음.				

주) 저가의 표준 스펙트럼 분석기를 사용하는 경우 제조자가 보증한 한도(입력 감쇠, 중간 주파수 이득 등) 내에서 항상 기기를 사용되도록 주의해야 하며 적절한 보정을 확실히 행해야 한다.
시험 전에 전 주파수 범위에 걸쳐 기준 신호에 대한 계기의 정확성을 점검하는 것 또한 요구될수 도 있다.

제3장 차량내 기기

1. 적용 범위

본 규격은 철도 차량에서 사용하기 위해 고안된 전기 및 전자기기에 대한 전자파 적합성의 방사에 적용된다.

본 규격에서 다루는 주파수 범위는 DC ~ 400 GHz이다. 현재 1000 MHz를 초과하는 주파수에 대한 시험은 규정되어 있지 않다.

시험은 특정 기기와 그 기기의 구조, 포트, 기술 및 작동 조건에 따라 다르게 적용되어야 한다.

본 규격은 철도 차량의 내부 환경 및 철도의 외부 환경과 휴대용 소형 무선 송신기와 같은 장치로부터 기기에 대한 방해를 고려한다.

포트가 무선 통신 목적의 송신 및 수신을 위해 고안된 경우 통신 주파수에서는 본 규격의 방사 허용기준치를 적용하지 않는다.

본 규격은 기구의 시동 및 정지 시에 발생하는 과도 방사에는 적용하지 않는다.

본 규격의 목적은 전자기 방사시험 요건들에 대한 허용기준치 및 시험 방법을 전도 및 방사 방해에 관하여 규정하는 것이다.

이러한 허용기준치 및 시험은 전자파 적합성의 필수 요건을 나타내는 것이다.

방사 요건은 철도 차량에서 정상 작동하는 기기에 의해 생성된 방해가 타 기기의 정상적인 작동을 방해할 수 있는 레벨을 초과하지 않음을 보증하기 위해 선택되었다.

그러나, 이 레벨은 임의의 장소에서의 발생 가능성은 극도로 낮지만 발생할 수도 있는 극한의 경우에는 적용되지 않는다. 본 규격을 벗어나는 특이한 요건들을 명시해야 한다.
선택된 각 포트에 대한 시험 요건들이 규정된다.

2. 용어 정의

본 규격 제3장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 차량내 기기(rolling stock apparatus)

단품으로 시장에서 구매할 수 있는 것으로 차량 설비에 구현하기 위한 고유 기능을 보유한 완제품

2.2 포트

규정된 장치의 외부 환경에 연결되는 특정 접속부. 예를 들면, 교류 전원 포트, 직류 전원 포트, I/O(입력/출력) 포트, 접지 포트

2.3 함체 포트

함체는 기기의 물리적 경계로서 전자기장이 방사되는 것과 내부로 침입되는 것을 차폐하거나 또는 기계적인 충돌을 막아주는 역할을 한다. 이러한 역할을 하는 함체 내부의 기기와 외부간의 전기적인 접촉이 이루어지게 하는 포트

철도 차량내 기기 포트들의 주요 범례.

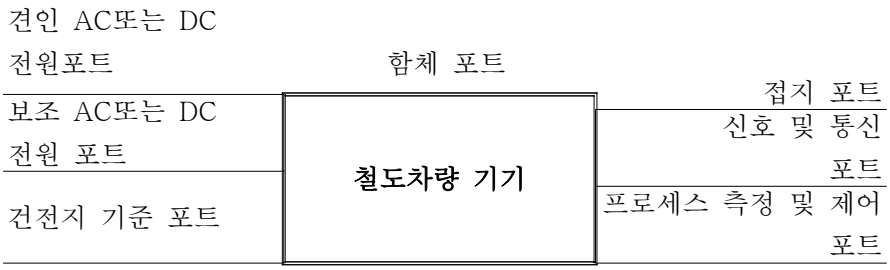


그림.1 포트의 주요 범례

철도 차량내 기기 및 그 포트의 대표적인 예가 부록 A에 주어져 있다.

3. 시험조건

기기의 모든 기능을 시험할 수 있는 것은 아니다.

시험은 제조자가 고려하는 대표적인 동작 모드에서 행해져야 하며 정상적인 적용과 일치하는 조사 대상 주파수 대역에 적합한 방해전자파에 따라서 최대 방사를 생성하여야 한다.

제조자는 시험 중 조건들을 시험 계획서에서 규정해야 한다.
기기가 시스템의 일부인 경우 또는 기기가 보조 기기에 연결될 수 있는 경우 기기는 KN 22에 따라 포트의 시험에 필요한 최소한의 구성을 가진 보조 장치에 연결된 상태에서 시험되어야 한다.

작동의 구성 및 모드를 시험 계획서에 규정해야 하며 시험 중의 실제 조건들을 시험 보고서에 정확하게 기록해야 한다.

기기가 많은 수의 유사한 포트 또는 유사한 연결을 많이 가진 포트를 구비하는 경우 실제 작동 조건을 모의시험하고 포트의 상이한 유형들이 모두 적용됨을 보증하기 위해 충분한 수의 포트를 선택해야 한다(예를 들어, 포트 중 20% 또는 최소한 4개의 포트).

시험은 기본 규격에 별도로 지시되지 않은 한 기기에 대해 규정된 작동 범위 내에서 그리고 기기의 정격 공급 전압에서 수행해야 한다.

4. 적용 가능성

본 규격에 포함된 측정은 기기의 해당 포트에 대해 행해져야 한다.

특정 기기의 전기적 특성 연결 및 용법을 고려함으로써 시험 항목 중 어떤 시험이 불가능한지(예; 유도 전동기, 변환기 등의 방사 내성)를 판단할 수 있어야 한다. 이와 같은 경우 시험 미 시행에 대한 결정을 시험 계획 또는 시험 보고서에 기록해야 한다.

5. 방사 시험 및 허용기준

본 규격에 포함되는 기기에 대한 방사 시험 및 허용기준은 포트 별로 제공된다.

차량 내의 개별 장비에 대한 방사 허용기준은 자체에서 공급된 품목과 차량의 공급 또는 재

설계와는 별도로 사용되거나 상용품목들에 대해서만 강제적으로 적용된다.

시스템 통합자의 재량에 따라 이들 방사 허용기준은 별도 품목으로서 제공되지 않는 장비 품목에 대해서도 적용될 수 있다.

측정은 각 유형의 교란에 대해서 명확히 정의되고 재현 가능한 조건에서 수행되어야 한다.

시험에 대한 해설 시험 방법 및 시험 배치 허용기준은 장해방지기준의 철도차량내 기기 가.목 ~ 바.목에 언급된 기본 규격에 제시되어 있다.

이러한 “기본 규격”의 내용은 여기에 반복하여 기재되지는 않는다. 그러나 시험의 실제 적용에 필요한 수정 또는 부가 정보가 본 규격에 제공된다.

주: “기본 규격”에 대한 참조는 시험에 대한 해설 시험 방법 및 시험 배치를 제공하는 규격의 일부분에만 제한되도록 하기 위한 것이다.

부록 A(참고)
기기 및 포트 예

본 부록의 목적은 다양한 유형의 철도 차량내 기기 및 그 포트의 범례를 제공하는 것이다. 상용단품으로서 시장에 출시되는 기기들의 예가 표 A.1에 제공된다. 그러나, 이들 기기들은 보다 큰 기기(예: 보조 전원 변환기에서의 제어 전자제품)에서 서브-시스템을 형성할 수도 있다. 이러한 경우 해당 규격의 요건은 오직 시장에 출시된 기기에 대해서만 적용된다. 규격에서 포트는 기기의 외부 환경과의 연결부로서 정의되어 있다. 표의 매트릭스는 특정 기기가 방사와 관련이 있는지 없는지의 여부를 나타낸다. 본 지침은 본 규격 사용자의 편의를 위해 제공된 것이며 확정하기 위한 것은 아니다.

본 규격은 규격의 사용자를 위해서 시험의 적용 가능 여부를 결정하는 데 있어 필요한 기술적 판단을 하도록 한다.

다음 그림들의 도면은 가장 필수적인 포트들을 명확하게 보여준다. 도면들은 다양한 배열의 예를 보여준다.

그림 A.1은 교류견인 구동장치를 가진 교류급전에 대한 것이며 급전선로 측에 등가 필터를 갖춘 예이다.

그림 A.2는 변환기 측에 역률 교정 필터와 직류 또는 3상 보조 및 열차 전원을 가진 또 다른 교류/교류 시스템을 보여준다.

그림 A.3은 교류 입력 및 위상 제어 변환기에 의해 급전되는 직류 견인 모터를 갖춘 보다 전통적인 시스템을 보여준다.

그림 A.4는 교류 견인 구동장치를 장착한 직류 급전 시스템이다.

그림 A.5는 변환기 및 제어 전자 기기의 몇 가지 부가 포트들을 보여준다.

물론 많은 다른 시스템 배열들이 가능하다.

표.A.1 기기의 대표적인 예

기기	시험 요건
견인 변환기	방사
주 회로 차단기	시험 요건 없음
견인(주) 변압기	시험 요건 없음
견인 모터	시험 요건 없음
보조 모터	시험 요건 없음
직류 보조 공급(전지)	방사
전자 제어 공급	방사
신호 및 통신 장치	방사
환경 조절 장치	방사
승객 정보 장치	방사
출입문 제어	방사
열차 운행을 위한 보조 장치	방사
승객 서비스를 위한 보조 장치	방사
열차 관리 시스템	방사
전자 전력 공급	방사
제동 제어 시스템	방사

장해방지기준의 철도차량내 기기의 가.목내지 바.목에는 특정 포트(기기의 연결부)에 적용하기 위한 시험방법들이 규정되어 있다. 표 A.2에는 이러한 포트 및 이러한 포트를 구비할 수 있는 유형의 기기에 사용되는 보다 대표적인 설명이 나열되어 있다. 이들 포트들의 예는 포트 번호 13 및 14를 제외하고 후속 그림에서 제공된다.

표.A.2 대표적인 포트 설명

그림상의 포트번호	대표적인 포트 명칭	대표 기기
	견인 교류 전원 포트	
1	판토그라프 선로 포트	주 회로 차단기
2	고압 연결(필터 앞)	필터
4	연결 필터-변압기, HV측	필터
5	단상 열차 전력선 단상	보조 변환기
6	연결 변압기-변환기	추진 변환기
7	견인 모터 케이블	견인 모터
8	변압기의 보조 급전 권선	직류 보조 공급
	견인 직류 전원 포트	
2	직류 도선/전도체 입력	주 회로 차단기
3	고압 연결 (필터 전)	필터
6	연결 변압기-변환기	추진 변환기
7	견인 모터 케이블	견인 모터
	보조 교류 전원포트	
9	보조 교류 공급	환경 조절 장치
	보조 직류 전원포트	

9	보조 직류 공급	
	건전지 기준 포트	
10	건전지 전력 공급	전자 전력 공급
11	열차 제어 모선(전통적인 건전지 전압)	열차 관리 시스템
19	계전기 논리 입력/출력	전자 제어 시스템
	신호 및 통신 포트	
12	차량 내 데이터베이스	전자 제어 시스템
13	열차 내 데이터베이스	열차 관리 시스템
14	승객용 오락망	승객용 오락 장치
15	점화 제어선	전자 제어 시스템
17, 18	감지기/변환기 신호(디지털 또는 아날로그)	전자 제어 시스템
20	통신 연결부(유지보수)	전자 제어 시스템
	프로세스 측정 및 제어 포트	
16	내부 전자식 공급	전자 제어 시스템
18	감지기/변환기 신호(아날로그)	전자 제어 시스템
	표면 포트	
21	장치 표면	모든 기기
	접지 포트	
22	접지 연결	모든 기기

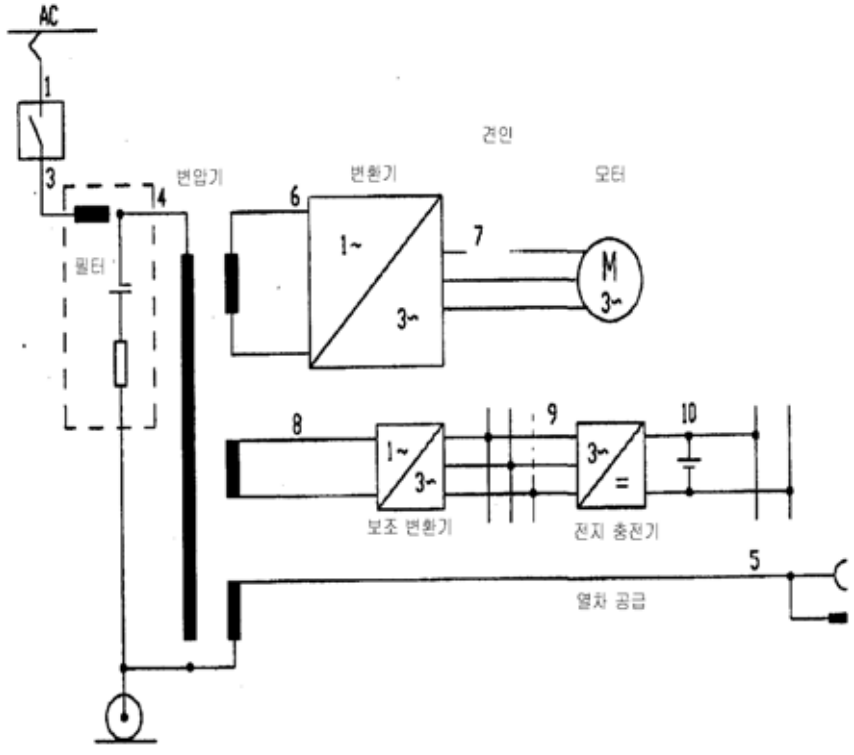


그림.A.1 교류견인구동장치에 AC 급전과 인입선에 등가 필터를 갖춘 예

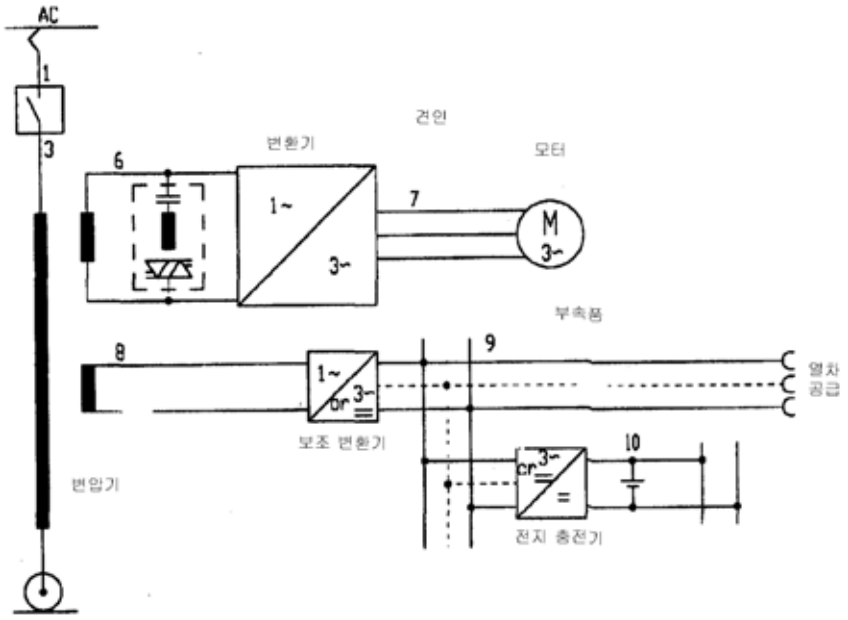


그림.A.2 변환기 측에 역률 교정 필터를 가지며, 직류 또는 3상 보조 및 열차 전원을 가지는 교류 및 교류 시스템

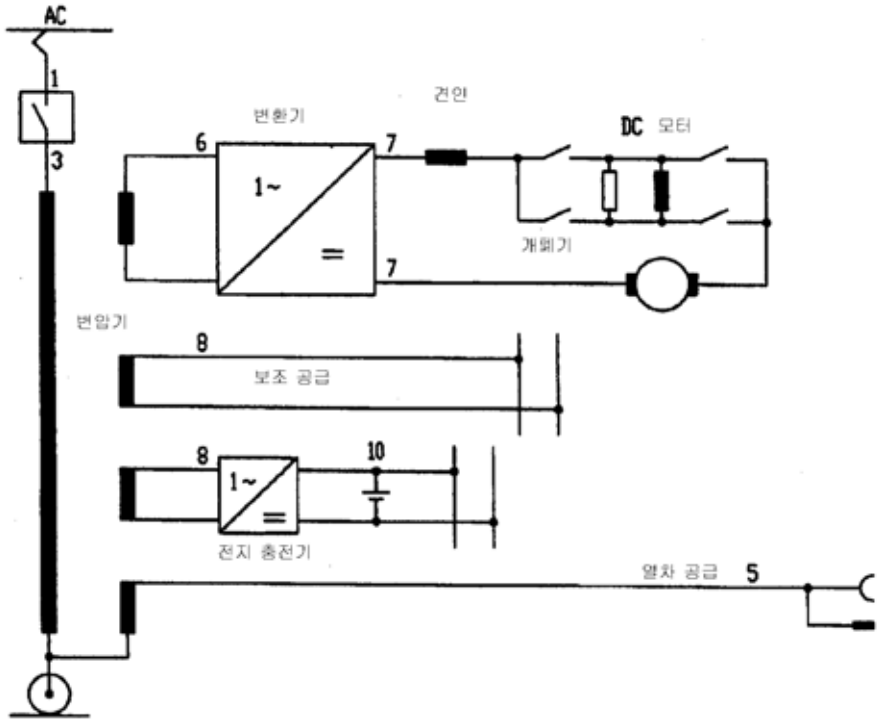


그림.A.3 위상 제어 변환기에 의해 급전되는 교류 입력 및 직류 견인 모터를 갖춘 전통적인 시스템

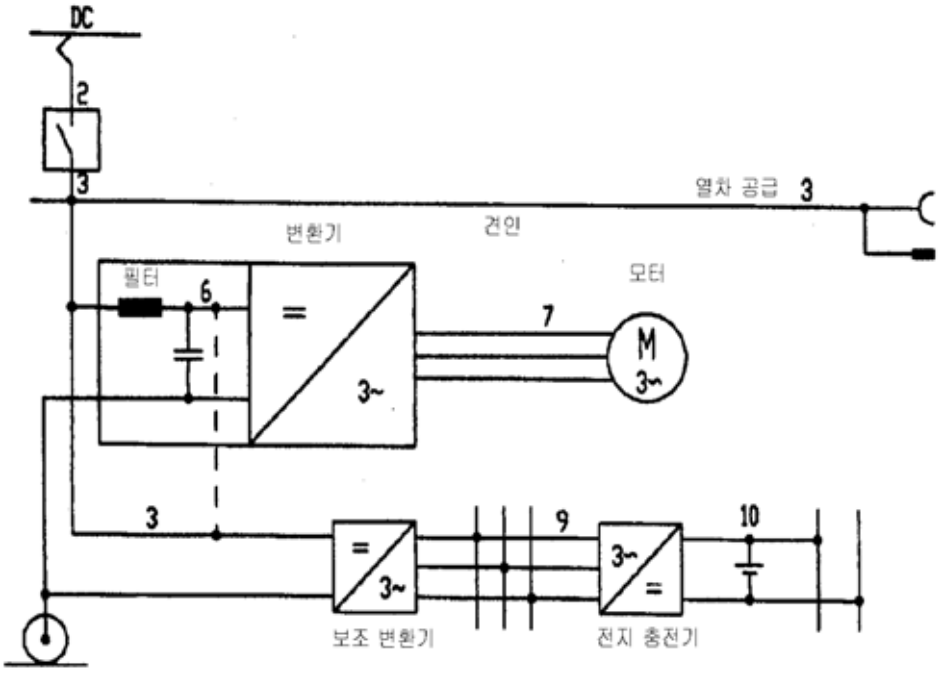


그림.A.4 교류 견인 구동장치를 장착한 직류 급전 시스템

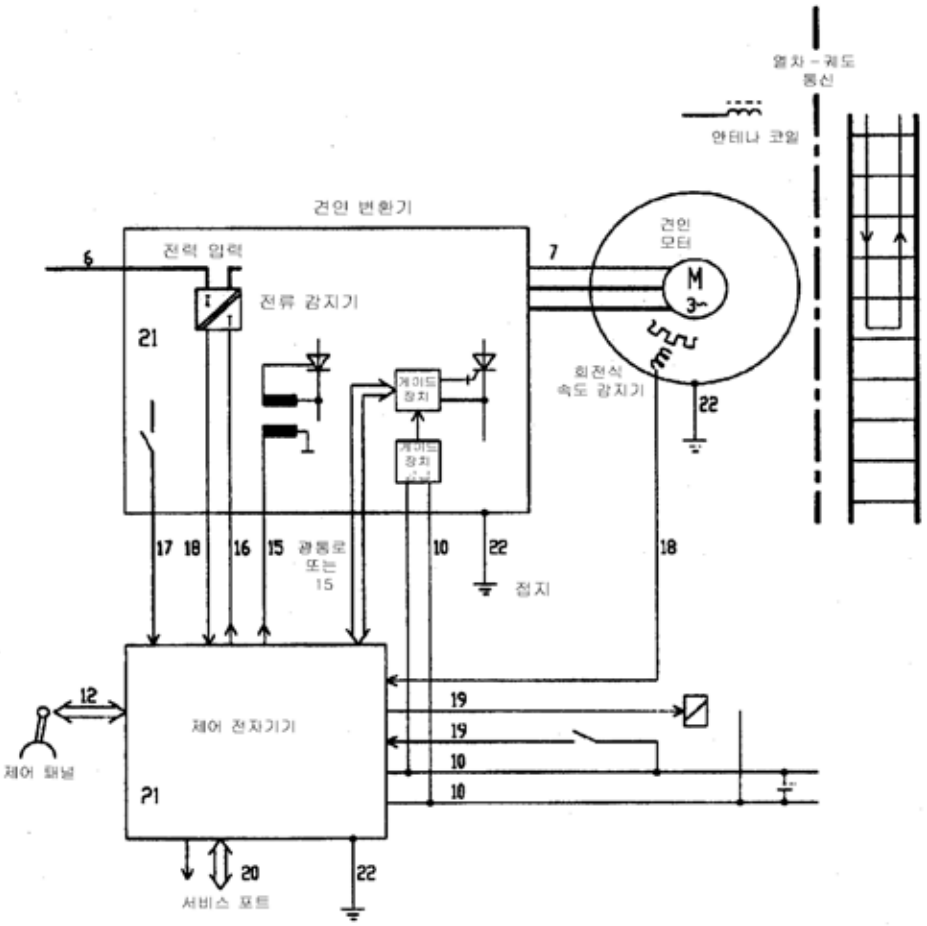


그림.A.5 변환기 및 제어 전자기기의 부가 포트

부록 B(참고)

전력변환기 전도성 장해(9 kHz ~ 30 MHz 주파수대역)

B.1 적용 범위

본 절차는 주 선로 필터를 거치거나 또는 거치지 않는, 주견인 직류포트(현수선 또는 전도체 레일)에 연결된 스위치모드 전력변환장치에 관한 것이다.

B.2 측정 방법

측정은 KN 16-1, KN 16-2 권고안을 따라야 하며. 다음과 같은 조정이 이루어져야 한다.

- 9 kHz ~ 150 kHz 범위에서 200 Hz - 6 dB 대역폭
- 150 kHz ~ 30 MHz 범위에서 9 kHz - 6 dB 대역폭
- 각 주파수 범위에 대해 적절하게 가중된 준첨두치 검출

프로브전달 특성에 영향을 미칠 수 있는 주 전류에 의해 야기될 가능성이 있는 포화상태에 주의해야 한다. 프로브에서 측정 기기까지 정확한 임피던스 정합이 보증되어야 한다.

B.3 시험 절차

적합한 권고안을 반영한 본 시험의 구성이 그림 B.1에 제시되어 있다.

공통 모드 임피던스 및 접지 조건은 가능한 한 변환기 입력 및 출력 모두에서 실제 조건에 근접해야 한다.

각 측정 점 및 최대 교란 전류를 제공하는 것으로 인지되는 각 작업 조건에 대한 레벨을 측정해야 한다.

B.4 허용기준치

어떠한 전도 무선 주파수 허용기준도 적용되지 않는다. 다른 주변 장치들과 함께 설치된 경우, 기기는 열차에 대한 제3장의 방사성 방해 허용기준을 만족시켜야 한다. 이 시험은 기기의 방사를 한정하기 위해, 예를 들어 데이터 시트를 위해 제공된 것이다.

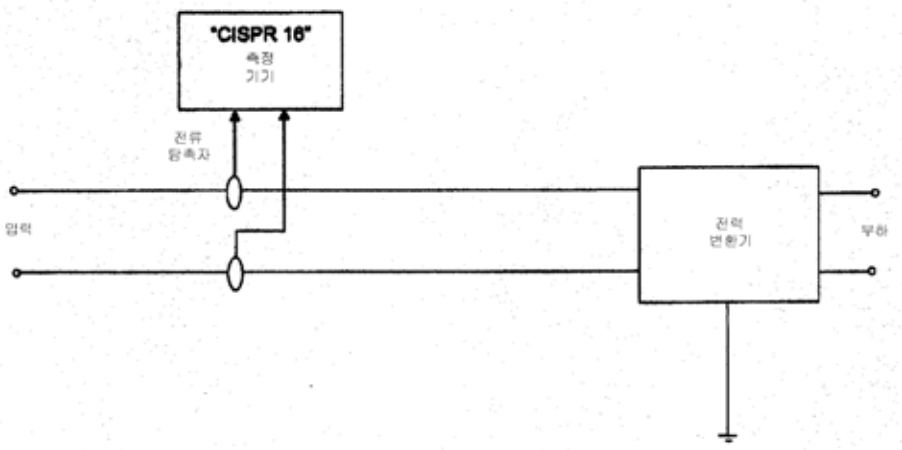


그림.B.1 시험 배치

제4장 신호 및 전기통신기기

1. 적용 범위

본 규격은 철도 환경에 설치된 신호 및 전기통신장치에 적용된다. 차량내에 설치된 신호 및 통신장치는 제3장에서 규정한 바에 의한다.

본 규격은 철도 환경 내의 기타 장치와 간섭을 일으키거나, 해당 규격에 정의된 허용기준치 이상으로 철도 환경에 대한 전체 방사를 증가시킴으로써 철도 시스템 밖의 장치에 대해 전자파장해를 유발시킬 수 있는 신호 및 통신(S&T)장치에 대한 방사 허용기준치를 규정하고, 성능평가 기준을 제시한다.

산업환경에서의 전자파방사 기준에 일치하는 장치는 임의의 직류 전원포트의 방사가 교류 전원포트의 규정된 방사 허용기준치를 초과하지 않는 한 본 규격의 방사 관련 요건을 충족한다.

만약 무선 통신의 목적을 위해 포트가 송, 수신에 사용된다면 그 통신주파수에서는 본 규격의 방사 기준은 적용되지 않는다.

규격은 감전에 대한 보호, 안전하지 않은 조작, 절연의 조정 및 관련 유전 시험과 같은 장치에 대한 기본적인 작업자 안전 요건에 대해서는 규정하지 않는다.
이 요건들은 정상 조건하에서 동작하는 장치를 위해 개발되었으며 이러한 일련의 장치에 적용된다. 장치의 이상 조건에 대해서는 고려하지 않았다.

요건과 시험 방법은 피 시험체에 연결된 통신 및 신호 데이터와 전력선에도 적용된다.

방사 요건에 대한 주파수 범위는 d.c ~ 400 GHz이다. 현재 150 kHz 미만(견인관련 기본파 주파수 제외)과 1000 MHz 이상의 주파수에 대한 시험은 적절한 시험 방법을 규정하기 어려워 정의되어 있지 않다.

시험 방법은 기본 규격에 제시되어 있다.

주) 방사 기준 그 자체가 장치의 통합이 반드시 만족스러울 것임을 보증해주지는 못한다. 이 규격은 장치의 모든 가능한 구성을 전부 다룰 수는 없으나 시험 기준은 대부분의 경우에 있어 만족스러운 전자파적합성을 실현하는 데에 충분하다.

2. 용어 정의

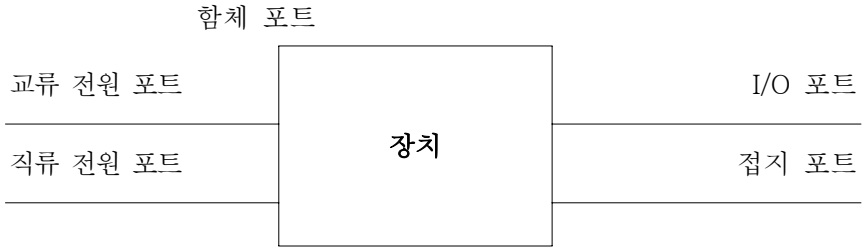
본 규격 제4장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 포트

규정된 장치의 외부 환경에 연결되는 특정 접속부. 예를 들면, 교류 전원 포트, 직류 전원 포트, I/O(입력/출력) 포트, 접지 포트

2.2 함체 포트

함체는 기기의 물리적 경계로서 전자기장이 방사되는 것과 내부로 침입되는 것을 차폐하거나 또는 기계적인 충돌을 막아주는 역할을 한다. 이러한 역할을하는 함체 내부의 기기와 외부간의 전기적인 접촉이 이루어지게 하는 포트



3. 지정구역의 설명

최 근접 궤도의 중심선에서 3 m 이내에 설치되도록 고안된 장치에 대한 특수 고려사항이 본 규격에 주어져 있다.

4. 전자파방사 허용기준치

산업환경에서의 전자파방사기준에 의해 허용되는 최대 방출 허용기준을 만족해야 한다. 전도 방사 허용기준은 직류 및 교류 전원포트 모두에 적용된다. 허용기준을 10 dB만큼 증가시켜 10 m의 측정거리를 사용하거나 표면 포트의 방사성 방해에 대해서는 허용기준을 20 dB

만큼 증가시켜 3m의 측정거리를 사용할 수 있다. 장치가 철도 외의 다른 환경에서 사용하도록 고안된 경우에는 해당 규격에 주어진 방사 허용기준을 적용해야 한다.

제5장 고정 전원설비 및 기기

1. 적용 범위

본 규격은 전원과 관련된 철도 고정 설비에 사용하도록 고안된 전기 및 전자기기와 시스템의 전자파 적합성의 방사에 적용된다. 여기에는 기기에 대한 급전, 보호용 제어회로를 포함한 기기 자체, 스위칭 스테이션, 전력 단권변압기, 부스터 트랜스, 변전소 개폐기와 기타 종단 및 지역 공급으로의 개폐기 등 궤도측 장비가 포함된다.

각 현장마다 특별한 요구사항이 있으므로 철도 시스템 전압에서 동작하는 필터(예를 들어 고조파 억제 또는 역률 보정용)는 본 규격에 포함되지 않는다. 일반적으로 필터의 경우 별도의 표면포트에 대해 접근을 위한 별도의 규칙이 규정될 것이다. 전자파 관련 허용기준이 요구되는 경우 이들은 장비의 사양에 명시될 것이다.

본 규격에 명시된 허용기준은 의도적인 통신목적 신호에는 적용되지 않는다.

고려되는 주파수 범위는 DC ~ 400 GHz이다. 현재 시험은 1000 MHz이하로 규정된다.

다음에 배치된 기기간의 전자파적합성에 대한 한도가 주어진다.

a) 철도에 전력을 공급하는 변전소의 경계선 내
b) 역률 보정과 필터링을 포함하여 철도 전원을 통제 또는 조절하기 위해 궤도 측면

c) 집전에 사용된 도체와 귀선선로 이외에 철도에 전력을 공급하기 위해 궤로 주변 전압을 철도 시스템 전압으로 낮추는 변전소에 전력을 공급하는 철도 경계선 내의 고압 공급 시스템

주1) 예로는 25-0-25 kV 60 Hz 시스템과 110 kV 16.7 Hz 공급시스템이 있다.
주2) 철도 경계선 밖에 있는 유사한 도체는 공공 영역에 포함된 것으로 취급되며 철도에만 전원을 공급하는 것도 일반적인 가공전력선으로 간주된다.

d) 부수적인 철도 용도에 대해 전원을 통제 또는 조절하는 궤도 측면. 이 범주에는 조차장 차량기지 및 변전소에 대한 전력 공급이 포함된다.
e) 전철전원과 공유하는 철도전원으로부터의 기타 다양한 일반전원

주거, 상업 또는 경공업 환경 내에 있는 기기 또는 시스템이 철도 변전소의 물리적 경계선 내에 배치된다 하더라도 해당 일반 전자파 적합성 규격을 준수해야 한다.

주3) 18 MVA 230 kV - 25 kV의 전원트랜스가 하나의 예이다.

2. 용어 정의

본 규격 제5장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 기기

상용단품으로 생산이 가능한 철도의 고정설비에 구현하기 위해 만들어진 고유의 기능을 보유한 전기 또는 전자 제품

2.2 환경

시스템의 작용에 영향을 줄 수 있거나 또는 시스템에 의해 영향을 받을 수 있는 주변의 물체 또는 영역

2.3 외부 연결부

시스템이 타 시스템 혹은 주변 환경과 상호 연계되는 부분

2.4 철도 변전소(railway substation)

1차 전압공급과 경우에 따라서는 주파수를 전차선의 전압 및 주파수로의 변환을 주 기능으로 하는 설비

2.5 철도 급전선(railway supply lines)

철도의 경계선 내에 가설되는 도체로서 철도에만 전원을 급전하는 선로

3. 방사 시험 및 허용기준

3.1 변전소에서 방사

9 kHz ~ 1000 MHz의 주파수범위에 걸친 방사에 대한 허용기준은 제1장에 주어져 있다.

주1) 제1장에는 DC 및 전원 주파수 자계의 방사에 대한 기준이 주어져 있다.

변전소와 철도 사이의 도체(가공선 또는 지중선)는 철도 설비의 일부분이지만 이들의 위치와 전류 부하가 크게 변하므로 이들이 생성하는 자기장에 대한 허용기준을 설정하는 것은 불가능하다.

지하 기기의 경우 기기 위 지표면에서 9 kHz ~ 150 kHz의 주파수 범위에서 측정을 실시해야 한다.

주2) 제한된 공간 내에서의 측정에 따르는 복잡성 및 다른 기기가 경험하는 장해의 정도와 측정치를 연관시키기 위한 정밀한 방법의 결여로 인해 지하 철도의 활성 공간으로 유입되는 방사에 대한 허용기준은 설정되어 있지 않다.

3.2 1000 V rms AC 이하에서 동작하는 기기에 대한 방사시험

1000V rms 이하의 전압에서 전력이 공급되며 본 규격에서 다루고 있는 기기의 방사 허용기준은 산업환경에서의 전자파방사기준 표 1에 포트별로 주어져 있다.

3.3 변전소 경계 내의 방사 허용기준

변전소의 건설에는 다양한 선택사항이 존재하므로 변전소의 경계선 내의 일반 공간의 방사 허용기준은 주어지지 않는다. 실용적인 측정이 행해졌으며 지침으로 사용할 수 있는 값들이 부록 A에 제시되어 있다. 이들은 단지 참고용이며 본 규격 기준 내용은 아니다.

4 철도 견인을 위해 사용되지 않는 고정 전원설비

4.1 기타 여러 종류의 전원

이들은 신호장치, 역 서비스, 사무실 건물 서비스, 화물크레인 및 주차장 조명용으로 사용된다.

이들은 다음의 두 가지 범주로 구분된다.

a) 일반 전원으로부터 공급받는 경우. 그 예는 지역 내 공공 전력업체 또는 개별 발전기로 부터의 공급이다. 이들은 본 규격의 적용범위에 속하지 않는다.
b) 열차 견인과 공유되는 철도 전원으로부터 공급받는 경우. 그 예는 정류변압기의 제 3 권선 또는 변압기를 통하여 철도의 AC 가공선으로 부터 공급받는 경우이다(4.2를 참조)

4.2 철도 견인시스템에 연결된 전원으로부터 전력을 공급받는 기기

전원공급에 대한 선택사항은 매우 광범위하며 이와 같은 광범위한 장해 조건 하에서는 현재 유럽 차원의 허용기준치를 설정할 수 없다. 견인차량의 유형에 따라 공급전압에는 상당한 고조파 성분이 존재할 수 있다. 전자파적합성을 보증하는 방사의 레벨을 설정하는 것은 기기 운용기관의 책임이다.

본 절은 이 경우에 대한 허용기준치를 규정할 목적으로 경험에 비추어 검토된 것이다.

허용기준치가 규정되어 있지 않은 경우 일반규격 산업환경에서의 전자파장해방사기준의 해당부(part)를 충족하는 기기를 사용해야 한다.