

[별표 7]

KN 50, KN 51

전기철도기기류의 전자파적합성 시험방법

목 차

제1장 전기철도 전체 시스템	1
1. 적용 범위	1
2. 용어 정의	1
3. 방출시험 및 허용기준	1
4. 이동하는 철도 차량 및 변전소로부터의 전자파 방출 측정 방법	2
부록 1.A(정보) 측정 방법에 대한 배경	14
부록 1.B(정보) 건인 주파수에서의 전기 및 자기장	18
부록 1.C(정보) 건인 주파수에서의 전기 및 자기장	19
제2장 열차 및 완성차량에 대한 전자파적합성 시험방법	22
1. 적용 범위	22
2. 용어 정의	22
3. 적용 가능성	23
4. 내성 요구사항	23
5. 방출 시험 및 허용기준	23
부록 2.A (정보) 전기 통신 회선상의 장애	29
부록 2.B (규격) 방출 전자파 장애 - 시험 절차	33
부록 2.C (정보) 낮은 주파수 범위의 방출값	34
제3장 차량내 기기에 대한 전자파적합성 시험방법	36
1. 적용 범위	36
2. 용어 정의	36
3. 성능 평가기준	37
4. 시험조건	38
5. 적용 가능성	38
6. 방출 시험 및 허용기준	38
7. 내성 요구사항	40
부록 3.A(정보) 기기 및 포트 예	43
부록 3.B(정보) 전력변환기 전도성 장애	49
제4장 신호 및 전기통신기기에 대한 전자파적합성 시험방법	50
1. 적용 범위	50
2. 용어 정의	50
3. 위치 설명	51
4. 전자파 방출 허용기준	51
5. 내성 허용기준	52

제5장 고정 전원설비 및 기기에 대한 전자파적합성 시험방법	56
1. 적용 범위	56
2. 용어 정의	57
3. 성능 평가기준	57
4. 방출 시험 및 허용기준	57
5. 내성 요구사항	58
6. 철도 견인을 위해 사용되지 않는 고정 전원설비	62
부록 5.A (정보) 정상 작동 및 스위치 작동 중 변전소의 경계 내에서 방출	63

제1장 전기철도 전체 시스템

1. 적용 범위

이 시험방법은 도시 철도 차량 및 경전철을 포함하여 전기철도 전체시스템의 전자파 환경을 정의하는 것이 목적이다. 이 시험방법에서는 방출을 검증하기 위한 측정법에 대해 설명하며 대표적인 전자기장의 수치를 제공한다.

이 시험방법에서는 전체 철도 시스템에서 외부 환경으로 방출되는 방출 허용기준을 규정한다.

방출 시험절차는 이 장의 4절에서 정의된 특별한 측정점에서 실시한다. 이 방출은 급전된 철도궤도의 중심선에서 외측 10 m 또는 변전소의 울타리로부터 10 m 떨어진 수직평면의 모든 점에 존재하는 것으로 가정한다.

철도 시스템의 상·하 구역에서 방출이 발생하며 특별한 경우에 대해서는 개별적으로 취급한다.

기존의 철도 노선의 경우, 이 문서에서 주어진 방출 요구사항을 준수한다고 가정한다.

신규 노선의 경우, 이 문서에서 제시된 방출 허용기준을 준수하여야 한다.

2. 용어 정의

이 시험방법의 제 1장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 기기

특정한 기능을 위한 독립적인 유닛으로 사용될 수 있는 장치 혹은 장치들의 조합

2.2 환경

공기, 물, 토지, 천연자원, 식물, 동물, 인간 및 그 상호관계를 포함한, 제품이나 시스템이 존재하는 환경

2.3 (전기 전인에서) 전인 변전소(traction substation), 변전소(substation)

전기 전인 시스템에 전원 공급이 주 기능인 변전소

2.4 철도 차량(Rolling Stock)

모터가 존재하거나 존재하지 않는 모든 차량

3. 방출시험 및 허용기준

3.1 개괄지 철도 시스템으로부터의 방출

150 kHz~1 GHz 주파수 범위 내의 방출 허용기준은 그림 1.1과 같고, 측정 방법은 4절에 규정되어 있다.

부록 1.B는 발생할 수 있는 다른 견인 시스템의 기본 주파수에서 일반적인 최대 전자기장에 대한 권고 값을 제공한다. 이들은 시설 관리자로부터 얻어지는 다수의 기하학적 및 작동 매개 변수에 의존한다.

부록 1.A에 언급된 이유로 인하여 준첨두 검출을 이용해 완전한 시험을 실시하는 것은 불가능하다는 사실에 유의해야 한다.

150 kHz 이하의 동작 주파수를 가진 무선서비스 또는 기타 철도 외부 서비스가 철도 시스템 가까이에서 동작할 수 있다. EMC 관리 계획은 이러한 경우를 다루고 있으며, 이러한 동작 주파수에 대한 철도 시스템의 적정한 방출 레벨은 부록 1.C에 주어진 값에서 찾을 수 있으므로, 동작이 방해받지 않는 것을 보장할 수 없다.

전기철도 기기류 제조자 또는 공급자는 기기류에서 발생하는 전자파로 인해 다른 무선 서비스에 영향을 주지 않도록 설계 및 제작하여야 하며, 이용 중인 무선 서비스에 영향을 주는 경우에는 간섭해소 등 필요한 조치를 취해야 한다.

3.2 견인 변전소로부터의 전자파 방출

견인 변전소로부터 외부 환경으로 방출되는 전자파 방출은 4절에 규정된 방법에 의해 측정되며 그림 1.2의 허용기준을 초과하면 안된다.

측정에 사용된 대역폭은 KN 16-1-1에 사용된 것들이며 다음과 같다.

	대역폭
150 kHz ~ 30 MHz의 주파수	9 kHz(분해능대역폭)
30 MHz 이상의 주파수	120 kHz(분해능대역폭)

10 m 측정거리는 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.

자동 변압기와 같은 다른 종류의 고정 설비의 경우, 동일한 허용기준 및 측정거리가 적용되어야 한다.

150 kHz 이하의 동작 주파수를 가진 무선서비스 또는 기타 철도 외부 서비스가 철도 시스템 가까이에서 작동할 수 있다. EMC 관리 계획은 이러한 경우를 다루고 있으며, 이러한 동작 주파수에서 철도 시스템의 적정한 방출 레벨은 부록 1.C에 주어진 값에서 찾을 수 있으므로, 동작이 방해받지 않는 것을 보장할 수 없다.

전기철도 기기류 제조자 또는 공급자는 기기류에서 발생하는 전자파로 인해 다른 무선 서비스에 영향을 주지 않도록 설계 및 제작하여야 하며, 이용 중인 무선 서비스에 영향을 주는 경우에는 간섭해소 등 필요한 조치를 취해야 한다.

4. 이동하는 철도 차량 및 변전소로부터의 전자파 방출 측정 방법

4.1 일반 및 특정 측정 파라미터

비고) 측정 방법은 KN 16-2-3에 근거하여, 운행중인 철도 차량 및 변전소가 있는 철도 시스템에 적용된다. 운행중인 철도 차량의 측정 방법에 대한 배경은 부록 1.A에 제시되어있다.

4.1.1 일반 측정 파라미터

4.1.1.1 주파수 대역

주파수 대역과 측정에 사용되는 -6 dB에서의 대역폭은 KN 16-1-1의 규정에 의하여 다음과 같다.

주파수 대역	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 300 MHz	300 MHz ~ 1 GHz
대역 폭	9 kHz	120 kHz	120 kHz

다른 주파수 대역의 대역폭은 KN 16-1-1의 규정에 의하여 선택할 수 있다. 기준 대역폭으로 측정된 데이터가 우선순위를 갖는다.

4.1.1.2 측정 불확도

측정하는 장비의 측정 불확도는 KN 16-1-1 및 KN 16-1-4의 요구사항을 준수해야 한다.

측정 방법 때문에 정규화 시험장 감쇠량은 측정불확도에 고려하지 않는다.

4.1.1.3 안테나 유형

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

- 150 kHz ~ 30 MHz의 범위에서 자기장 측정은 루프 또는 프레임 안테나를 사용한다.(그림 1.3 참조)
- 30 MHz ~ 300 MHz의 범위에서 전기장 측정은 바이코니컬 안테나를 사용한다.(그림 1.4 참조)
- 300 MHz ~ 1 000 MHz의 범위에서 전기장 측정은 대수주기 안테나를 사용한다.(그림 1.5 참조)

30 MHz ~ 1 000 MHz의 범위의 측정에 결합 안테나를 사용할 수 있다.

교정된 안테나 인자를 이용하여 안테나의 종단 전압을 전자기장 세기로 변환한다.

4.1.1.4 측정 거리 및 높이

열차가 움직이고 있는 궤도(시험 선로)의 중심선으로부터 측정 안테나까지의 권장 거리는 10 m이다. 대수주기 안테나의 경우 안테나 배열의 중심점까지의 거리이다.

변전소의 방출을 측정하는 동안 측정 안테나의 권장 거리는 변전소의 울타리로부터, 철도 시스템과 마주하는 면을 제외하고 삼면의 중간 지점에서 10 m이며, 마주한 면이 가장 가까운 전기철도 궤도의 중심에서 30 m를 넘지 않는 경우에는 네면을 모두 측정해야 한다. 변전소 측면의 길이가 30 m를 초과하는

경우에는 모서리에서 측정을 추가로 수행해야 한다.

안테나가 10 m에 있지 않은 경우, 다음 공식을 사용하여 결과를 10 m 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 : 표 1.1에서 취한 [인자](#)

[표 1.1] 변환 인자 n

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 ~ 1 000 MHz	1.0

10 m 등가거리에서 측정값은 적절한 시스템 전압에 대한 그림 1.1에 주어진 허용기준을 초과하지 않아야 한다.

모든 구간이 지하에서 운영되는 철도 시스템에 대하여 측정이 필요 없다. (외부 환경에 영향을 미치지 않는다.)

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. 주어진 범위 내에서 하나의 측정 높이로 충분하며 이 범위 내에서 여러 안테나 높이의 측정을 수행할 필요가 없다. 선택된 높이는 시험 성적서에 기록해야 한다.

변전소 측정을 위한 기준 레벨은 지면이다.

움직이는 철도 차량을 측정하기 위한 기준 레벨은 레일의 윗면이다.

안테나가 설치된 지면의 실제 레벨이 레일의 높이에 비해 0.5 m 이상 차이가 날 경우 시험성적서에 실제 값을 기록해야 한다.

고정된 안테나 위치로 인해, 일부 주파수에서 [최대](#)값보다 작은 값이 초래될 수 있으며 인정된다.

4.1.1.5 측정값

측정값은 다음과 같이 표현된다.

- 자기장의 경우 dB(μA/m)
- 전기장의 경우 dB(μV/m)

이들은 적절한 안테나 인자와 변환을 이용하여 얻어진다.

4.1.1.6 안테나 위치 및 방향

루프안테나 평면은 궤도 또는 변전소 울타리 방향과 수직한 곳에 위치시키고 평행이 되도록 해야 한다. 바이코니컬 다이폴 안테나는 수직 및 수평 축이 되도록 배치해야 한다. 대수주기 안테나는 안테나 방향이 궤도 또는 변전소 울타리를 향하도록 하고 수직편파 및 수평편파 신호를 측정할 수 있도록 배열해야 한다.

가능하면 시험 위치는 터널입출구, 벽 및 다리밑과 같이 전자기장 특성을 변화시키는 물체들을 피해야 한다.

그림 1.3, 1.4, 1.5에서는 안테나의 위치와 정렬을 보여주고 있다.

4.1.1.7 환경 잡음

측정 전과 후에 환경 잡음을 기록해야 한다.

특정 주파수 또는 특정 주파수 범위의 환경잡음이 허용기준에서 6 dB를 뺀 값보다 크다면 이들 주파수에서의 측정은 고려할 필요가 없다. 이들 주파수를 시험 성적서에 기록해야 한다.

4.1.2 이동하는 철도 차량을 위한 측정 파라미터

이 절은 이동하는 철도 차량 측정을 위한 특정 조건을 요약한다.

- 차량의 양 측면에 상이한 기기들이 설치되어있는 경우라도 차량의 양 측면을 점검하기 위해 2회의 시험을 실시할 필요는 없다. 대다수의 전자기장 레벨은 철도 차량에서 직접적인 방사가 아닌 전차선의 방사 때문이다. 제 3레일 시스템의 경우, 측정은 제 3레일과 같은 면에서 수행되어야 한다.
 - 첨두 측정 방법이 사용된다. 선택된 주파수에서의 지속 시간은 정확한 측정을 위해 충분해야 한다. 이것은 측정 기기의 기능이며 권장 값은 50 ms이다.
 - 방해 전자파의 최댓값은 건인 동력차가 측정지점을 통과하는 순간이 아니라 차가 멀리 떨어진 상태에서 발생할 수 있다. 따라서 최대 전자파 레벨이 기록되는지 확인하기 위해 측정기는 열차가 통과하기 전, 후로 충분히 작동하고 있어야 한다.
 - 고가 철도시스템의 경우, 규정된 안테나 높이를 맞출 수 없다면 안테나 중심 높이는 철로 상부 대신 지상레벨을 기준으로 정할 수 있다. 4.1.1.4의 변환공식을 사용해야 하며, 이때 D 는 열차와 안테나 사이의 경사거리이다. 안테나의 위치에서 열차를 볼 수 있어야 하며, 안테나 측은 열차를 직접 가리키도록 들어 올려야 한다. 매우 높은 고가 철도 시스템의 경우에는 철로 중심선에서 30 m의 측정거리를 우선으로 한다. 시험 구성에 대한 자세한 내용을 시험성적서에 기재한다.
 - 가공선을 통하여 전력을 공급받는 철도 시스템에 대해 시험을 실시하는 경우 측정점은 접촉선의 불연속점이 아니라 가공 접촉선의 지지 마스트 사이의 중간지점이 된다. 가공선 시스템내 무선주파수에서 공진 현상이 발생할 수 있음이 알려져 있으므로 측정을 위해 선택한 주파수 값을 변경해야 할 수도 있다. 공진이 존재하는 경우 시험 성적서에 이를 기록해야 한다.
- 무선주파수 방출은 철도 급전 시스템의 상태에 의해 영향을 받게 된다. 급전소(Feeder station)의 스

위칭 및 일시적 작업들은 시스템에 영향을 미친다. 따라서 시험 성적서에 시스템의 상태를 기록할 필요가 있으며 가능한 한 모든 유사한 시험을 동일한 작업일 내에 실시하도록 한다. 제3레일 급전인 철도시스템의 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.

- 상부 구조물, 철도 및 가공선에 영향을 받으나, 시험 현장이 무조건 공터여야 하는 것은 아니다. 하지만, 안테나는 반사체로부터 최대한 멀리 있어야 한다. 철도망의 일부가 아닌 고압 전력선이 근처에 있다면, 시험 현장으로부터 적어도 100 m 이상 떨어져 있어야 한다.

4.1.3 변전소를 위한 측정 파라미터

이 절은 변전소 측정을 위한 특정 조건을 요약한다.

- 시험 구성: 철도 변전 시스템의 특수한 기하학적 측면을 고려하여, 철도 변전 시스템의 정상 급전 상태에서 전자기장 방출의 측정을 수행하는 것이 필요하다.

- 변전소 부하: 변전소의 특징은 짧은 시간에 부하가 크게 변할 수 있다는 것이다. 방출은 부하와 관련되기 때문에 시험 중에 변전소의 실제 부하를 기록해야 한다.

- 각 측정은 침투 최대값유지 소인모드(max hold sweep)로 측정해야 한다. 변전소로 인해 허용기준이 초과되면 이러한 허용기준이 초과된 특정 주파수 범위에서 준침투(Quasi-peak)로 측정해야 한다. 준침투 측정 중에는 부하 조건을 정확히 재현할 수 없다는 것이 알려져 있으므로 이러한 부하 조건은 적어도 비교할 수 있어야 한다.

4.2 획득 방법

4.2.1 일반 사항

운행중인 철도차량을 포함하여 철도 네트워크에서 발생된 전자파 방해는 아래의 두 가지 방법에 의해 측정된다.

a) 고정 주파수 방법

b) 주파수 소인 방법

측정 방법은 철도 차량 운행 모드 (4.4.2 참조)의 차량속도에 따라 선택되어야 한다.

- 빠른 속도에서 측정은 아래사항을 고려하여야 한다.

고정 주파수 방법은 각각의 주파수를 연속적으로 관측 가능하기 때문에 사용할 수 있다.

표 1.2에서 정의된 것과 같이 스캔율이 이동하는 방해원의 속도에 대해 충분히 짧은 경우 대체방법이 허용된다.

이것은 최소 5 m의 열차 이동에 대한 주파수 응답이 측정되도록 한다.

스펙트럼에서 더 빠른 속도의 주파수 소인 방법은 실용적이지 않지만, FFT기술이 유용할 수 있다.

측정장비는 KN 16-1-1을 준수하여야 한다.

[표 1.2] scan rate

열차 속도 km/h	열차 속도 m/s	5 m의 관측 폭을 위한 시간 (스캔율) s
60	16.67	0.300
100	27.78	0.180
200	55.56	0.090
300	83.33	0.060
320	88.89	0.056
주) 측정 폭은 주어진 시간에서 열차의 일부분을 측정하기 위한 시간이다.		

철도 차량이 최대 정격 출력 내에서 감소된 속도로 이동할 경우(4.4.2 참고), 주파수 소인방법이 사용되어야 한다.

4.2.2 고정 주파수 방법

고정 주파수 방법은 스펙트럼 분석기의 제로스팬(zero span) 모드 또는 측정 수신기를 설정하여 일부 주파수대역에서만 방사성 방출을 측정한다. (디케이드당 최소한 3개의 주파수를 선택할 것을 권고한다.) 고정 주파수는 환경값(ambient field)이 가장 낮은 곳에서 측정된 환경잡음을 고려해 선정해야 한다.

전자기장 측정은 각 주파수별로 차량이 완전히 통과하는 동안 수행해야 한다.

4.2.3 주파수 소인 방법

주파수 소인 방법은 차량의 속도에 따라 적절한 소인(sweep) 시간을 갖기 위해 주파수범위를 차량속도에 따라 몇 개의 하위범위로 분할해야 한다.

전자기장 측정은 차량이 완전히 통과하는 동안 각각의 하위범위에서 수행해야 한다. 스펙트럼 분석기의 최댓값유지(max-hold) 기능을 사용해야 한다.

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 무시되어야 한다.

4.4 측정 조건

4.4.1 기후 조건

측정값에 대한 기후의 영향을 최소화하기 위해 측정은 온도 최소 5℃, 풍속은 10 m/s 미만의 건조한 기후(0.1 mm 미만의 강우가 발생한 후로부터 24시간 지났을 때)에서 실시되는 것을 권장한다.

습도는 전원 도체의 응결을 방지할 정도로 충분히 낮아야 한다.

기후 조건을 알기 전에 시험을 계획해야 하므로 시험은 주어진 기후 조건에서 시행한다. 이 경우 실제 기후 조건을 시험 결과에 기록해야 한다.

4.4.2 철도 시스템 동작 조건

견인 방식에 대해 다음과 같이 두 개의 시험 조건이 규정된다.

- a) 견인 전류의 동작특성 전류가 방해전자와 레벨에 연관 되는지를 확인하기 위해 최대 속도의 90% 이상의 속도와 그 속도에서 공급 가능한 최대 전력에서 측정한다.
- b) 최대 정격 전력과 선택한 속도

차량에 전기식 제동기능이 있는 경우에는 최소한 최대 정격 제동전력의 80%의 제동 전력에서 시험해야 한다.

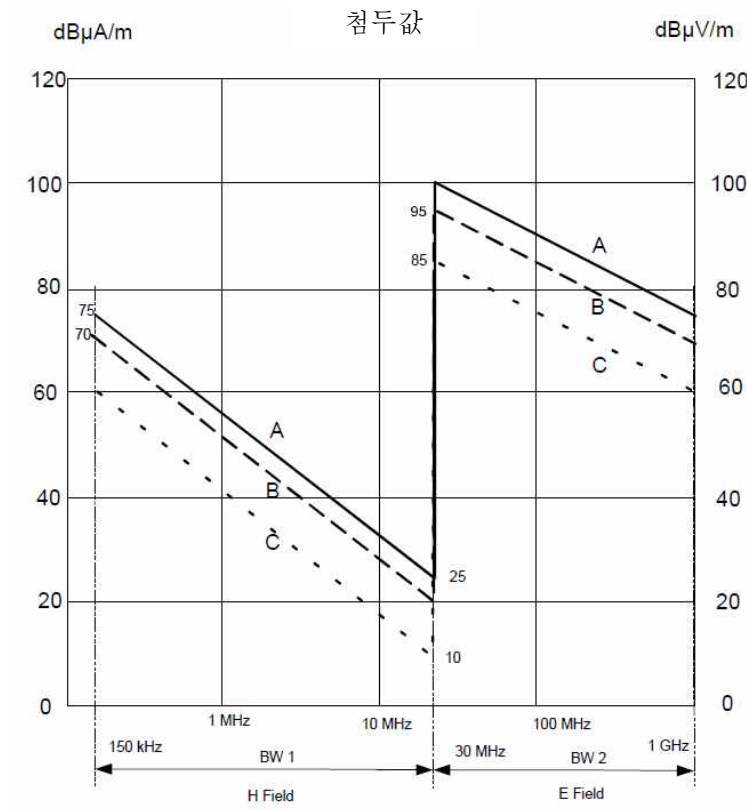
4.4.3 원격 열차로부터의 다중 방해원

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 성적서

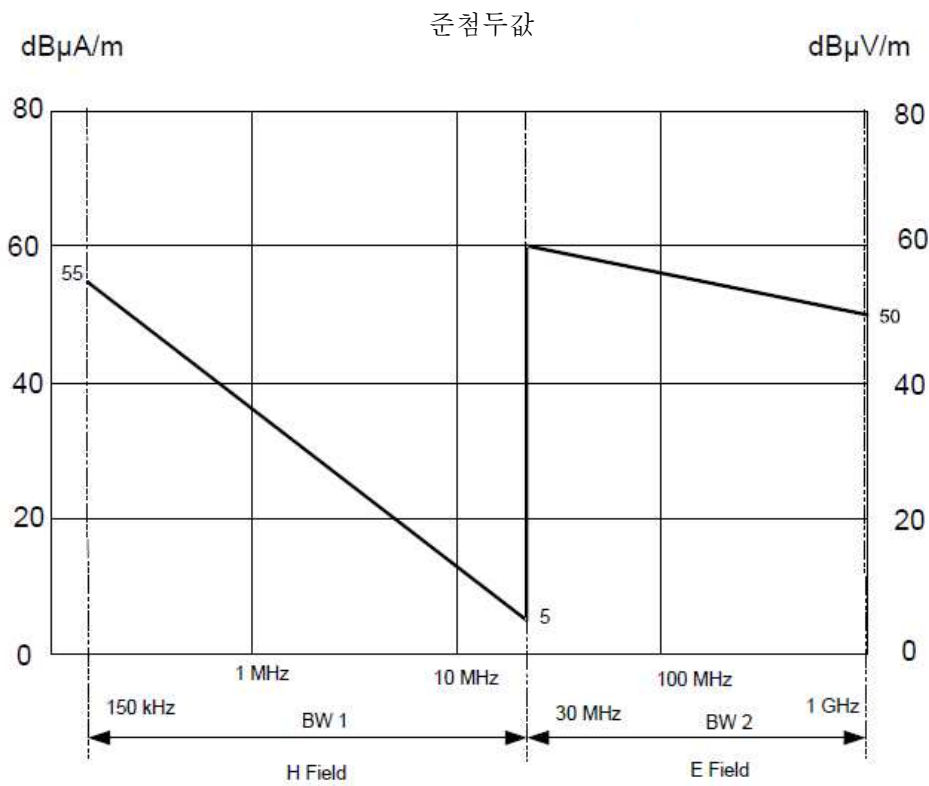
시험 성적서에는 다음사항에 대한 설명과 정보가 포함되어야 한다.

- 시험장
- 측정시스템
- 철도차량 (유형, 구성, 전기제동 모드)
- 수치적 결과값
- 그래픽으로 나타낸 결과(대역폭, 일자, 시간, 환경잡음, 배제 주파수(4.1.1.7참조) 등 포함)
- 기후 조건
- 시험 성적서 승인자 성명 이나 그에 상응하는 신분

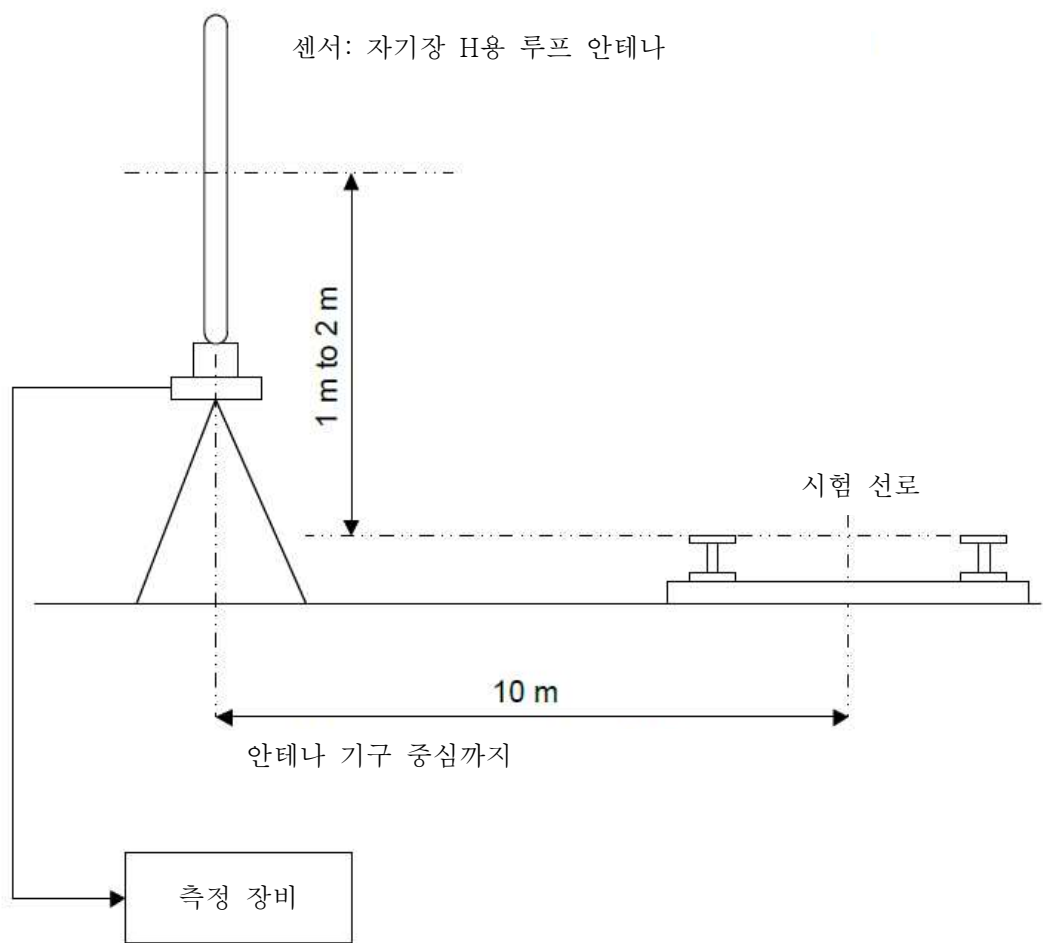


- o A : 교류 25 kV
- o B : 교류 15 kV, 직류 3 kV 및 1.5 kV
- o C : 도심에서 운행하는 노면 전차/무궤도 전차 시스템을 포함한 750 V 및 600 V DC(전차선 및 전도체 레일)

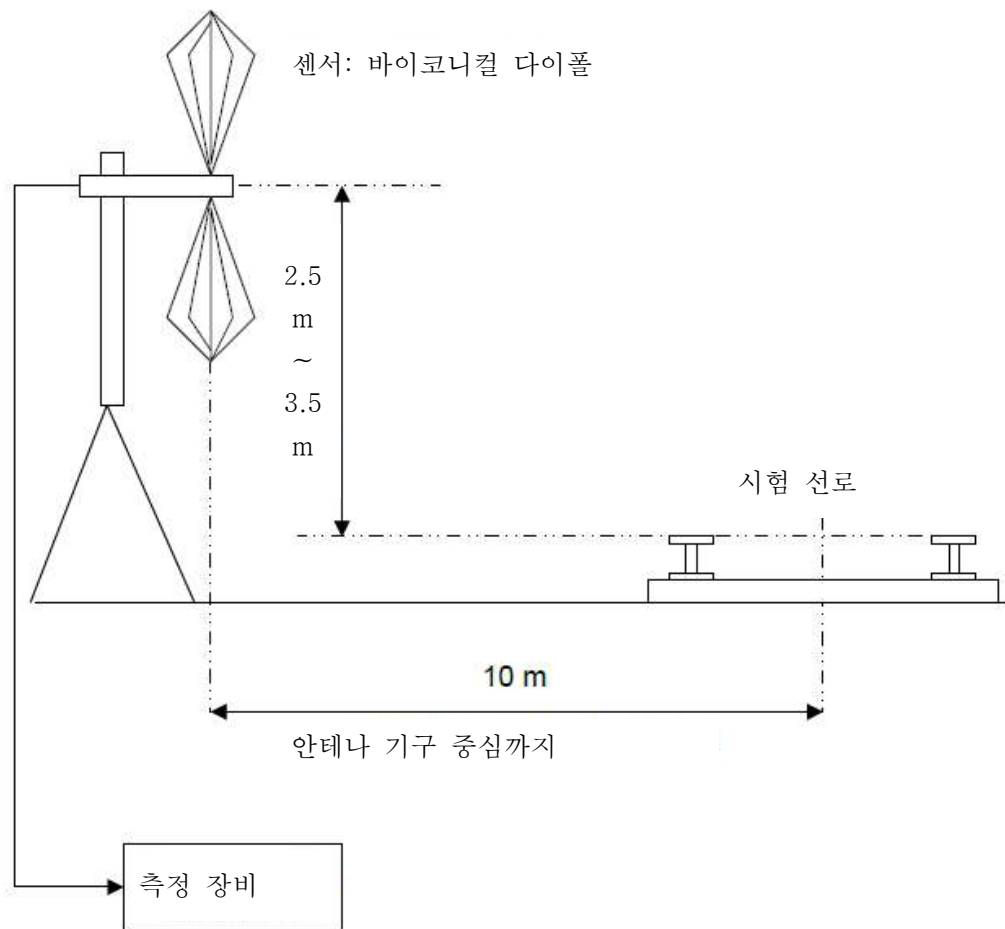
[그림 1.1] 150 kHz ~ 1 GHz 주파수대역에서의 방출 허용기준



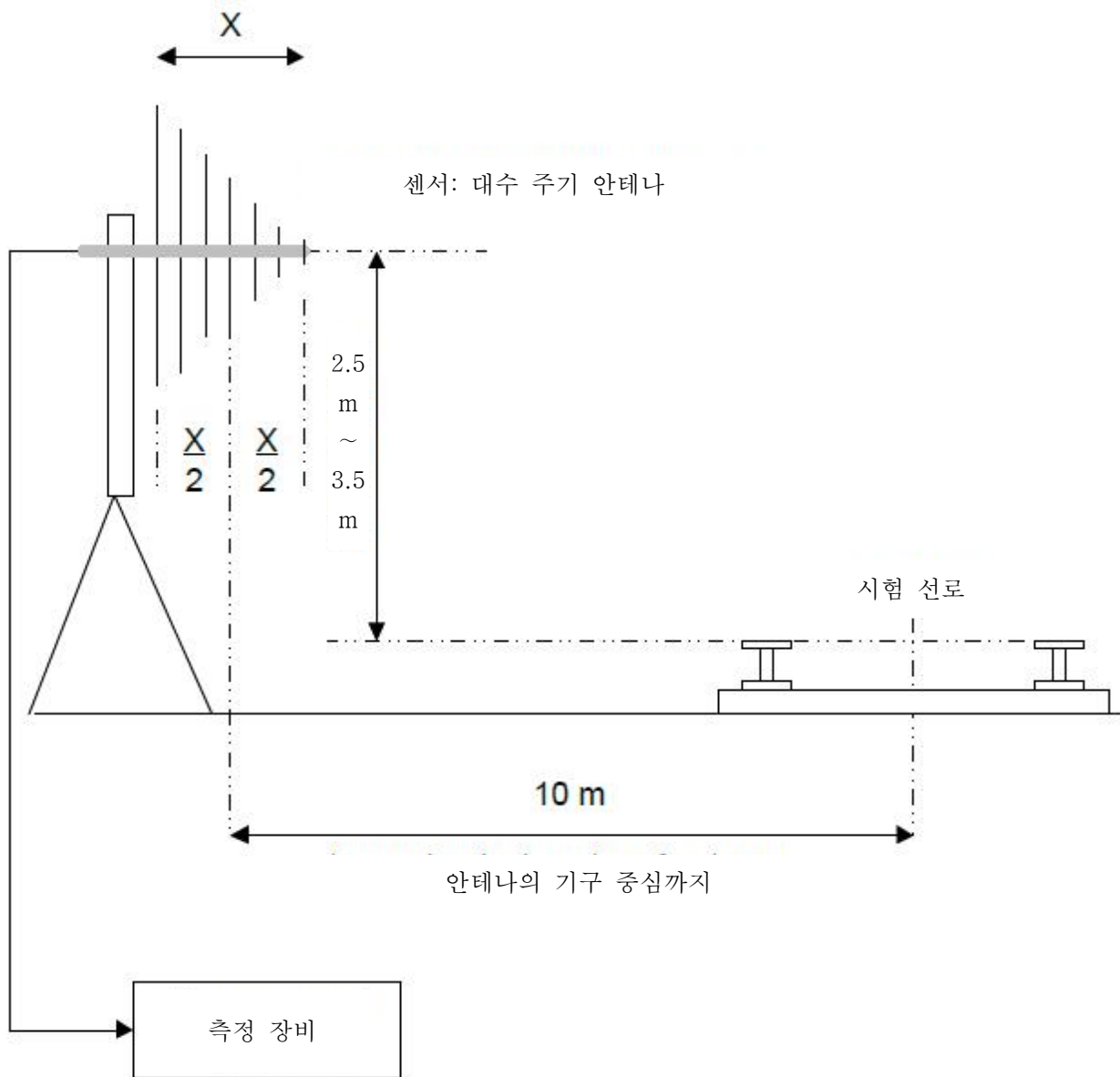
[그림 1.2] 전기철도 변전소로부터의 [방출 허용](#) 기준



[그림 1.3] 150 kHz ~ 30 MHz 주파수대역에서의 자기장 측정을 위한 안테나의 위치



[그림 1.4] 30 MHz ~ 300 MHz 주파수대역에서의 전기장 측정을 위한 안테나의 위치



IEC

[그림 1.5] 300 MHz~1 000 MHz 주파수대역에서의 전기장 측정을 위한 안테나의 위치

부록 1.A(정보)

측정 방법에 대한 배경

1.A.1 서론

이 부록에서는 철도 차량이 철도망에서 이동할 때 철도망에서 방출하는 전자기 잡음을 측정하는 방법을 기술한다. 차량이 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 방출할 수 있는 전기 장비가 장착될 수 있으므로 견인 및 피견인 차량 모두를 점검해야 한다. 또한 디젤식 견인차량도 시험할 필요가 있는데 이들이 무선 방출의 신호원을 포함할 수 있기 때문이다. 이 방법을 이용하여 전자기 스펙트럼의 기타 다른 사용자들에게 발생할 수 있는 장애를 평가할 수 있다. 이 부록에서는 측정을 위한 기본 방법을 설명한다.

1.A.2 특수 측정 방법에 대한 요구사항

150 kHz 이상의 주파수의 경우 무선 전자기장을 측정하기 위한 표준 방법이 있으며 이에 대해서는 KN 16-1-1에 기술되어 있다.

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

이 철도 시스템 전자파 측정 방법은 KN 16-1-1의 준첨두 방법을 항상 사용하지는 않는데 이는 해당 방법을 근거로 하여 실시되는 측정이 (이동 방해원으로 인해) 인접한 여타 시스템에 영향을 미치는 방해의 전체 범위를 식별하는데 있어 충분하지 않기 때문이다.

차량에 의해 생성되는 장애파가 차량 내 일부 지면-대-열차 송신 장비의 동작 주파수에서 거의 일정한 정현파 형태이거나, 판토품라프/가공선 접점과 같은 기타 원의 경우 반복되는 일련의 펄스일 수 있다는 사실에서 볼 때 첨두 방법과 준첨두 방법으로 얻어진 값사이의 정확한 관계를 설정하기는 어려운 것으로 보인다. 그러나 거의 모든 경우에서 첨두 검출 시스템을 이용하여 측정한 값은 KN 16-1-1에 따라 준첨두 시스템으로 얻은 값과 같거나 이보다 크다.

1.A.3 특수 측정 방법의 정당성

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

- 이는 모든 시스템(전자 또는 컴퓨터)에 대한 영향을 보다 잘 표현하는 반면 준첨두 검출에 적용되는 가중 원리는 무선 송신에 관련된 간섭에만 해당되며 50 ms의 시간 창(window)은 전류가 역으로 발생하는 경향이 있는 교류 철도 시스템의 첨두 방출을 검출한다. 16.7 Hz에서, 이들은 33 ms 떨어져 있으며 50 ms의 범위 내에서 반드시 1개가 검출된다.
- 또한 이 측정 방법이 더 빠르며, 일부 준첨두 검출 시스템의 경우 검류계형 측정기의 요구사항에

따라 1초 정도의 시간이 필요하다. 이는 주행하는 열차의 경우에는 너무 길다.

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

1.A.4 주파수 범위

철도 차량 및 슬라이딩 접점 전류는 1 GHz 이상의 방해전자파 발생원이지는 하지만 [방출](#) 레벨이 낮으며 거리에 따르는 감쇠가 크다. 따라서 1 GHz 이상의 측정은 제안하지 않는다.

1.A.5 안테나 위치

궤도의 중심선으로부터 안테나의 거리는 선택이 가능하다. 무선주파수 시험에 사용되는 통상적인 거리는 1 m, 3 m, 10 m와 30m 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 [권장](#)되는데 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 [시스템 전자파](#)의 값을 얻기가 더 어려워질 수 있다. 따라서, 측정에 선택되는 거리는 차량이 주행하는 궤도의 중심선에 대해 10 m이다.

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

1.A.6 10 m에서 측정되지 않은 경우 결과의 변환

n의 값은 가공전력선으로 이루어진 관찰을 기반으로 하며 개방된 교외지역에 대한 것이다. 4.1.1.4에 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.

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, 측정 거리로 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 장애를 유발하지 않는다. 열차와 같은 신호 발생원이 퍼져있는 경우 근거리장 구역은 “점 신호원”이론에서 제시하는 것 이상으로 확장될 수 있다.

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

안테나를 마스트 중간에 배치함으로써 마스트의 스크리닝 효과 및 기계적 임피던스가 급변할 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.

1.A.7 측정용 단위

대수 크기의 표현으로 $1 \mu\text{V}/\text{m}$ 은 $0 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 이며 $1.0 \text{ V}/\text{m}$ 은 $120 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 이다.(이와 유사한 관계는 $\mu\text{A}/\text{m}$ 과 $\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ 에도 적용된다)

허용기준은 A/m 과 V/m 으로 나타낼 수 있으며 이들은 필요에 따라 유도할 수 있다.

전기장 세기(단위 $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$) = 자기장 세기(단위 $\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$) + 51.5 , 원거리 장에서 측정할 경우

[주 $51.5=20\log_{10}(\text{자유 공간파의 임피던스})$]

1.A.8 결과의 재현성

철도 시스템 무선주파수 방출 측정에 따르는 특수한 문제점 하나는 신호원이 철도시스템을 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 방출을 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.

1.A.9 철도 시스템 조건

1.A.9.1 기후

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

1.A.9.2 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 조건 하에서 시행된다. 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 요구사항은 사용되지 않고 있다.

1.A.9.3 원격 열차로부터의 다중 방해 전자파원

실제의 경우에는 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. 이는 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 방출을 허용기준에 대해 평가할 수 있다.

1.A.10 열차 당 동력차량의 수

동력차가 두개(Coupled)인 경우 이어지는 판토품의 접점 품질이 악화될 수 있으며 보다 높은 방해 전자파 방출이 발생할 수 있다. 두개의 동력차를 포함한 최대 열차 규모에 대한 시험을 실시하는 경우는 구체적인 요청의 대상이 될 수 있다.

부록 1.B(정보)
전인 주파수에서의 전기 및 자기장

표 1.B.1은 외부에 대한 철도 [시스템](#)의 [방출](#)을 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 1.B.1] 전력공급 시스템별 기본파의 대표적인 전·자기장 최댓값

시스템	주파수	전기장		자기장		기준 조건	참고규격
	Hz	V/m	dB(μ V/m)	μ T	dB(μ A/m)		
750 ~ 1 200 V 도체 레일	0	<10		46	151	Ic = 4 000 A 레일의 50% 궤환전류	
600 ~ 750 V 급전선	0	35		15		Ic = 1000 A 레일의 50% 궤환전류	IEC TR 61000-2-7
1500 V 급전선	0	63	156	111	159	Ic = 8000 A U = 1 800 V 공중선 없음	ITU(T) 지침
3 kV	0	50	154	28	147	Ic = 3 000 A U = 3.6 kV 공중선 없음	ITU(T) 지침
15 kV	16.7	750	177	40	150	Ic = 2 000 A, RMS U = 17.25 kV 공중선 없음	ITU(T) 지침
25 kV	50	1 000	180	16	142	Ic = 1500 A, RMS U = 27.5 kV 공중선 단권변압기 포함	ITU(T) 지침
<p>비고1) 가장 인접한 궤도의 중심선에서 10 m 거리, 철로에서 1 m 높이에 대한 값</p> <p>비고2) 계산 시 이중궤도를 가정. Ic=각 궤도의 1개 도체레일 또는 전차선 시스템에서의 전류</p> <p>고조파 주파수(주로 AC 공급 주파수의 3배, 5배 고조파 및 DC 전원의 300 및 600 Hz 리플)의 전기장은 기본파의 5% 레벨. AC 고조파 주파수에서의 자기장은 기본파의 최대 10%, DC 시스템의 경우 300 Hz와 600 Hz 에서 최대 2%에 해당.</p> <p>전기장 및 자기장의 측면 감쇠는 거리에 따라 선형으로 감쇠하는 것으로 가정할 수 있다.</p> <p>자기장은 전류에 따라 선형적으로 계산될 수 있다.</p>							

부록 1.C(정보)

전인 주파수에서의 전기 및 자기장

1990년대 초, 철도 시스템 근처에서 예상되는 값에 대한 정보를 얻기 위하여 철도 시스템 및 철도 시스템의 차량들의 방출량 측정이 수행되었다. 몇가지 이유로 인하여, 10 m 거리에서의 자기장 측정의 결과는 150 kHz 이하의 주파수에 대하여 재현성이 떨어진다.

동일한 차량에서 측정값(최대 20 dB)이 위치 및 기타 환경에 의해 크게 변동하기 때문에 재현성을 달성할 수 없으며, 그 유용성에 의문이 제기된다.

이 방출값은 충족되어야 할 필요는 없지만, KN 50의 이전 판에 규정되었으므로 이 정보 부록에서는 그 래프가 제시되었다(그림 1.C.1 및 1.C.2).

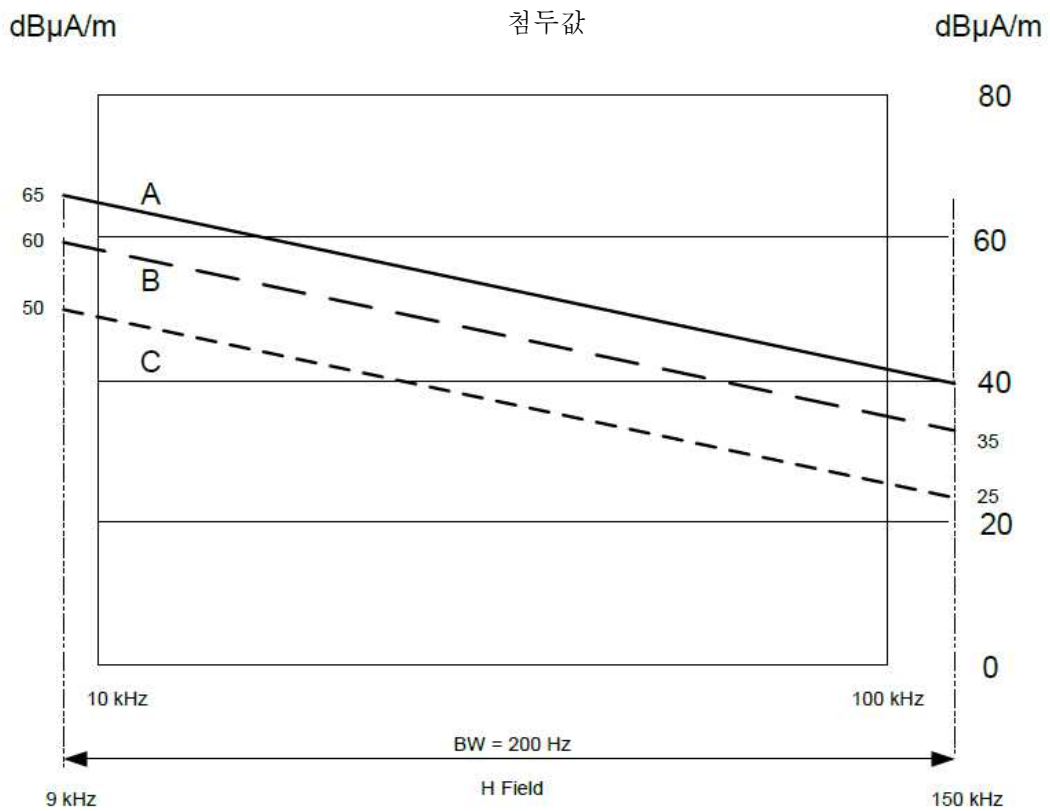
안테나가 10 m에 있지 않은 경우, 다음 공식을 사용하여 결과를 10 m 값으로 변환할 수 있다.

$$E_{10} = E_x + 2 \times 20 \times \log_{10} (D/10)$$

여기서

E_{10} 10 m에서의 값

E_x D m에서 측정값

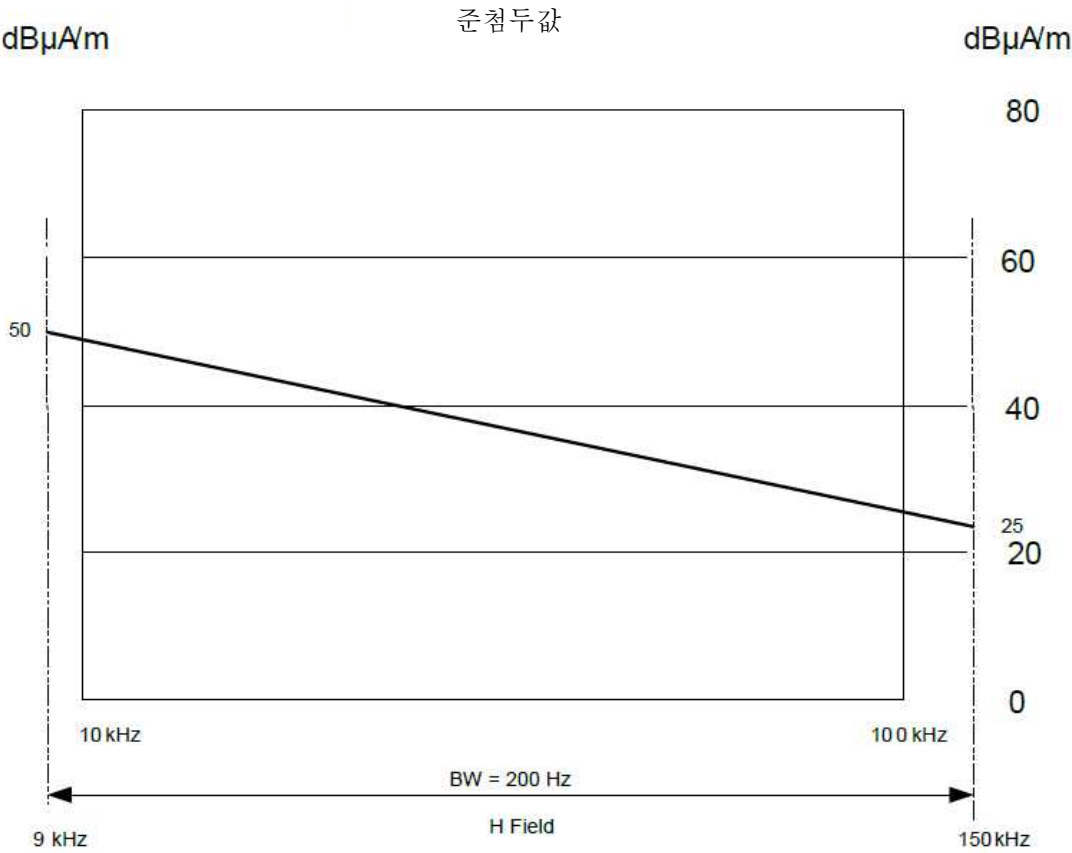


A = 교류 20/25 kV

B = 교류 15 kV, 직류 3 kV 및 1,5 kV

C = 도심에서 운행하는 노면 전차/무궤도 전차 시스템을 포함한 750 V 및 600 V DC(전차선 및 전도체 레일)

[그림 1.C.1] 개방형 철도 시스템 노선의 방출값



[그림 1.C.2] 변전소의 방출값

제2장 열차 및 완성차량에 대한 전자파적합성 시험방법

1. 적용 범위

이 시험방법은 모든 유형의 철도 차량에 대한 방출 및 내성 요구사항을 규정하며 동력차 및 도시 도로에서 운행하기 위한 도시 차량을 포함하는 열차들에 적용된다. 이 시험방법은 외부에 대한 철도 차량의 방출 허용기준에 대하여 다룬다.

이 시험방법의 적용 범위는 각각의 동력 입력 및 출력을 갖는 열차의 연결부까지이다. 기관차, 열차 세트, 노면 전차 등의 경우 이것은 집전장치(판토타프, 슈 기어)이며 부수차량의 경우 연결부는 AC 또는 DC 보조 전력 접속부가 된다. 그러나, 집전 장치는 견인동력 차량의 일부이므로 이 급전선과의 연결부의 영향을 배제한다는 것은 거의 불가능하다. 저속 상태에서의 시험은 이러한 효과를 최소화 시키도록 고안된 방법이다.

IEC 62427에 규정된바와 같이 EMC 계획에 명시된 철도 시스템 내에, 추가적인 적합성 요구사항이 있을 수 있다.

전기철도 전체 시스템에 관한 전자파 장애는 제1장에서 취급한다.

다루어지는 주파수는 0 Hz(DC)부터 400 GHz이다. 요구사항이 명시되지 않은 주파수에서 측정을 수행할 필요는 없다.

2. 용어 정의

이 시험방법의 제2장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 동력차(traction stock)

전기 및 디젤 기관차, 고속 열차, 견인 차량과 부수 차량의 기본 고정 조합, 간선 차량용 전기 및 디젤 다중 장치(견인 유닛이 아닌, 광범위 견인 장비), 경전차(LRV), 노면 전차, 무궤도 버스, 도시 철도차량용 지하철세트 등과 같은 경량 철도 차량

2.2 부수 차량(hauled stock)

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

2.3 간선 차량

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

2.4 도시 철도차량

주로 도시 경계 내에서의 운행하기 위해 설계된 지하철세트, 노면 전차, 경전차(LRV), 무궤도 전차와 같은 차량들

3. 적용 가능성

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

대표적인 동작 모드는 모든 시스템이 급전되어 정상적으로 연속 작동해야 한다. 내부 문과 같이 전원이 공급될 수 있지만 일시적으로 작동하는 시스템은 시험동안 작동이 요구되지는 않는다. 비정상 모드에서 시험할 필요는 없다.

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

4. 내성 요구사항

완성차에서 내성시험을 수행할 필요는 없다. 3장의 요구사항을 고려하여 EMC 계획이 준비되고 실행된 다면 완성 차량으로 장치를 조립하는 것이 충분한 내성을 제공할 것으로 기대된다.

예외적으로, 장치가 타 EMC 규격에 부합하지만 3장의 전면 준수가 입증되지 않았을 경우, 적합한 방법들로 장치를 차량 시스템에 통합하거나 3장과의 편차를 입증하기 위한 적절한 EMC 분석 및 시험으로 EMC를 만족해야 한다.

5. 방출 시험 및 허용기준

5.1. 일반 사항

이 시험방법에서 철도차량의 방출 시험 및 허용기준은 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 불가능하다. 방사성 방출에 대한 시험 조건은 5.3.1 및 5.3.2에서 정의한다.

주1) 신호 및 통신, 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 적합성 요구사항을 규정한다.

주2) 150 kHz 이하의 동작 주파수를 가진 무선서비스 또는 기타 철도 외부 서비스가 철도 시스템 가까이에서 동작할 수 있다. EMC 관리 계획은 이러한 경우를 다루고 있으며, 이러한 동작 주파수에 대한 철도 시스템의 적절한 방출 레벨은 부록 2.C에 주어진 값에서 찾을 수 있으므로, 동작이 방해받지 않는 것을 보장할 수 없다.
전기철도 기기류 제조자 또는 공급자는 기기류에서 발생하는 전자파로 인해 다른 무선 서비스에 영향을 주지 않도록 설계 및 제작하여야 하며, 이용 중인 무선 서비스에 영향을 주는 경우에는 간섭해소 등 필요한 조치를 취해야 한다.

5.2 외부 전기 통신 선로상의 장애

5.2.1. 디지털 통신 라인

PCM, ISDN, xDSL 등 디지털 시스템에 대한 장애는 이 시험방법에서 다루지 않는다.

이들 시스템은 다수의 반송파 및 다양한 자동 오류정정 통신규약을 사용하며 더 높은 주파수에서 동작함을 고지해야 한다.

철도 차량이 이 주파수 범위에서 상당한 방해할 일으킬 확률은 적다.

5.2.2. 아날로그 통신 라인

허용기준을 적용하지 않는다.

전기 통신 선로상의 장애에 대한 정보는 부록 2.A에 제시한다.

5.3 방사성 전자파 방해

5.3.1 시험장

측정은 시험실 조건에서 수행되지 않는다고 가정할 수 있다. 측정 안테나 인근의 나무, 벽, 교량, 터널 또는 전도성 물체가 측정에 영향을 미칠 수 있다. 동일한 급전 구간 혹은 인근 측정 구역에서 동작하는 타 철도 차량들이 측정 결과에 영향을 미칠 수 있다. 측정 지점과 인접한 가공선/제3레일의 중단, 변전소, 송전선, 매복선, 변압기, 중성 구간, 구역 절연장치 등이 추가 변이를 야기할 수 있다.

이러한 영향들을 최대한 감소시켜야 하나, 측정에 영향을 미칠 수 있는 철로 레벨 위의 장애물들은 안테나와 피시험기기 사이에 없어야 한다.

가공선/제3레일은 가능한 한 측정 지점의 양 측에서 연속(일반적으로 최소 200 m)일 것을 권고한다.

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)

라디오 주파수에 대한 공진 현상이 가공 선로에서 발생할 수 있으므로 고가 시스템의 기존 배치에 주의해야 하며 시험장 변경이 필요할 수도 있다. 시험장의 정확한 장소, 시험장 및 가공 시스템 배치의 특성을 기록해야 한다.

차량의 방해전자파를 측정할 때 변전소의 영향을 고려해야 한다. DC 변전소의 기여는 부하 전류에 따라 다르며, 무부하 상태에서 올바르게 측정되지 않는다는 것을 고지한다.

연속된 시험의 시작과 끝에 환경잡음을 기록해야 한다. 이 측정은 차량의 영향이 없을 때 수행해야 한

다.

특정 주파수 또는 특정 주파수 범위의 환경잡음이 허용기준 값에서 6dB를 뺀 값보다 크다면 이들 주파수에서의 측정은 고려할 필요가 없다. 이들 주파수를 시험 성적서에 기록해야 한다.

주) 또한 안테나 앞의 차량 전원이 완전히 차단된 상태에서 환경잡음을 측정하는 것이 유리하다.

5.3.2 시험 조건

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

(대표적인) 부수 차량은 정지 상태 동안 급전 모드(보조 변환기, 축전기 등이 작동 중)에서 시험해야 한다. 안테나는 측정 주파수에서 가장 큰 방출을 발생시킬 것으로 예상되는 장비의 반대편에 위치해야 한다.

동일한 승합차(coach)나 화물차(wagon)에 대한 시험은 한번만 시행한다.

동력차(열차)는 정지 상태 및 저속 이동 상태에서 시험해야 한다. 정지 시험 동안 보조 변환기는 작동하고 있어야 하며(반드시 최대 방출 수준이 생성되는 최대 부하 조건 하에 있을 필요는 없음) 견인 변환기는 전압은 공급되지만 작동되어서는 안 된다. 다른 위치가 더 높은 레벨의 방출을 생성한다고 생각되지 않는다면, 안테나는 각 차량의 중간의 앞에 있어야 한다.

저속 시험의 경우, 속도는 측선 접점의 아킹(arc)이나 바운싱(bouncing)을 피하기에 충분히 낮아야 하며, 전기적 제동을 하기에 충분히 높아야 한다. 권장 속도 범위는 도시 철도차량의 경우에는 (20±5) km/h이고 간선 차량의 경우에는 (50±10) km/h이다. 안테나를 통과할 때, 이 차량은 주어진 속도 범위 내에서 최대 견인력의 약 1/3로 가속하거나 감속해야 한다.

저속 시험은 다음의 조건을 이행하는 경우, 기계적 제동에 대해 최대 견인력의 1/3에서 차량을 운행하여 정지 시험으로 대체할 수 있다.

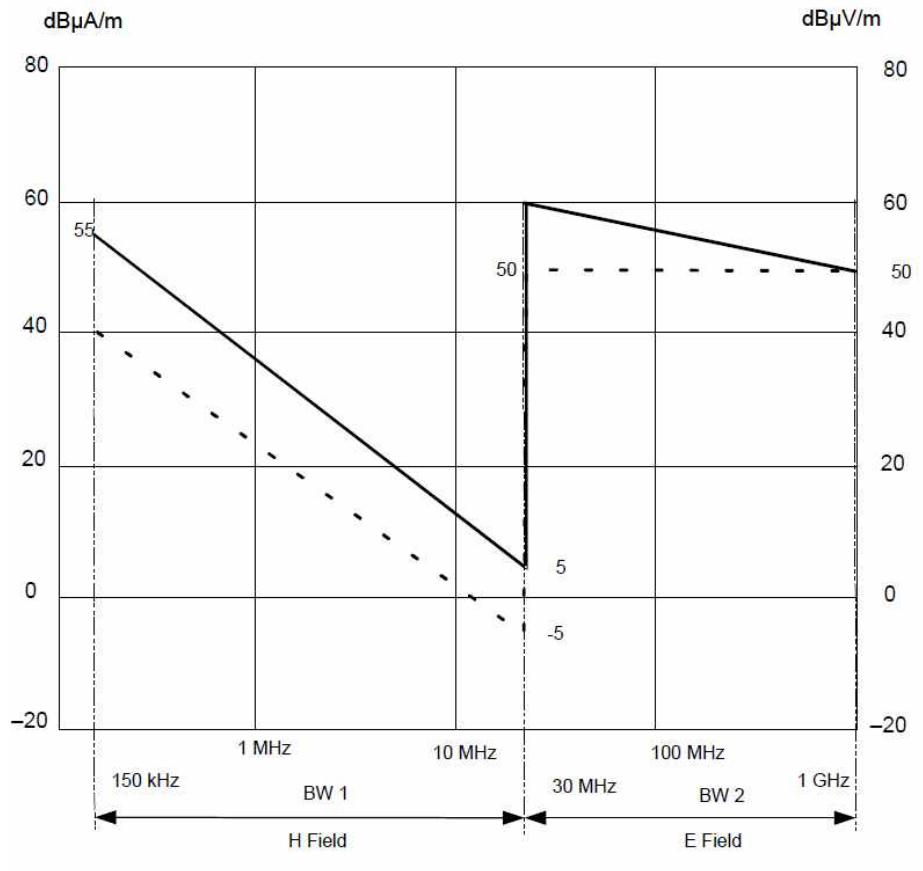
- 견인 장비는 차량이 정지 중에 동작할 수 있다.
- 서로 다른 회로를 제동에 사용하지 않은 경우, 전기 제동 시험은 필요하지 않다.

저속 시험을 견인력을 이용한 정지 시험으로 대체한 경우, 저속 허용기준을 적용한다.

견인을 목적으로 탑재된 동력 저장장치를 사용하는 차량은 충전 과정에 대해 저속 운전 시험의 시험방법과 허용기준을 사용해야 한다.

주) 견인 동력 저장장치의 충전 과정이 고에너지를 단 기간 전달하기 때문에 이 과정에 대해 저속 운전 시험방법과 허용기준을 사용한다.

5.3.3 방출 허용기준



----- 도시 선로에서 사용되는 노면 전차 및 무궤도 전차 시스템
 —— 기타 철도 차량

[그림 2.1] 정지상태 허용기준 (준침두, 10 m)

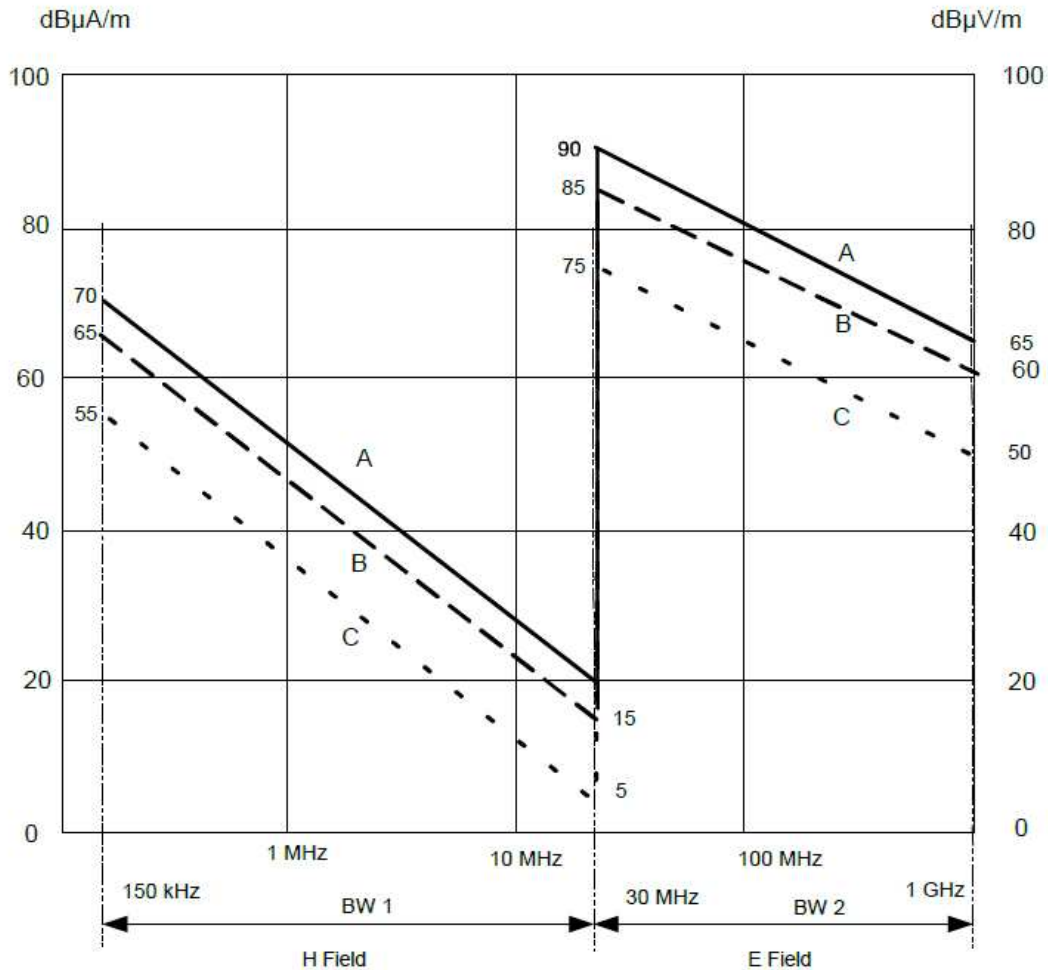
허용기준은 준침두값으로 정의되며 대역폭은 KN 16-1-1에서 정의되는 값이다.

150 kHz ~ 30 MHz : 9 kHz(RBW)

30 MHz ~ 1 GHz : 120 kHz(RBW)

모든 값은 궤도의 중심에서 10 m 떨어진 곳에서 측정한다.

1 GHz 이상의 특별한 방해원이 없으며, 1 GHz 이상의 주파수에서 방출을 유발시킬 수 있는 중앙처리 장치 (microprocessor) 제어 기기는 제3장의 적합성을 평가하기 위해, 방출 기준은 1 GHz까지 규정한다.



—— A = AC 20/25 kV

----- B = AC 15 kV, DC 3 kV 및 1.5 kV

..... C = 도심에서 운행하는 노면 전차/무궤도 전차 시스템을 포함한 750 V 및 600 V DC(전차선 및 전도체 레일)

[그림 2.2] 저속운행상태 방출 허용기준 (첨두, 10 m)

시험방법에 관한 세부 사항은 부록 2.B를 참조한다.

모든 값은 궤도의 중심에서 10m 떨어진 곳에서 첨두값을 측정한다.

디젤, 디젤 전기 견인차 및 다중 유닛들에 대해서는 (저전압 급전선로에서 사용과 같이) 다른 구체적인 방법들이 명시되어있지 않는 한 그림 2.1의 기타 철도차량 방출 허용기준과 그림 2.2의 B를 적용한다.

1 GHz 이상의 특별한 방해원이 없으며, 1 GHz 이상의 주파수에서 방출을 유발시킬 수 있는 중앙처리 장치 제어 기기는 제3장의 적합성을 평가하기 위해, 방출 기준은 1 GHz까지 규정한다.

부록 2.A (정보)

전기 통신 회선상의 장애

2.A.1 견인 전류의 고조파

2.A.1.1 일반 사항

철도 시스템의 견인 전류의 고조파는 기존의 아날로그 전기 통신 시스템에서 잡음을 유발할 수 있다. 기존 아날로그 전화 회선의 허용 가능한 잡음 레벨은 ITU-T에서 규정한다. 이 잡음의 값은 음성평가(psophometric) 필터로 측정된다. 견인 차량에 의해 흡수되었거나 생성된 전류와 전화선의 잡음과의 관계는, 철도차량 제조업체의 완전한 통제 및 네트워크 운영자의 책임 하에 있지 않다. 따라서 차량 접속부(interface)에서 주파수 가중 전류 허용기준을 규정하는 것은, 시설 관리자의 규칙에 따른 견인 차량 구매자의 책임이다.

일반적으로 사용되는 한가지 방법은 음성평가 주파수 가중치를 갖는 음성평가 전류 I_{PSO} 를 지정하는 것이다. 이 방법의 배경과 적용은 이 부록에 기술되어있다. I_{PSO} 방법이 kHz 범위에서 고조파의 잡음 효과를 완전히 나타내지 않기때문에, 구매자는 주파수 가중의 대체 방법을 지정할 수 있다.

2.A.1.2 철도 시스템의 전류와 통신 회선의 잡음의 관계

전기 철도 선로 부근의 기존의 전기 통신 구리 케이블은 철도 시스템의 전류에 의해 야기되는 전자파 방해의 영향을 받는다.

이러한 방해는, 기본파의 주파수에서 높은 차수의 고조파에 이르는 유도된 종전압을 초래한다. 고조파의 근원은 견인 차량 및/혹은 견인 장치의 전원공급장치에 적용되는 변환기이다. 케이블 자체의 불균형으로 인하여 이러한 종전압은 횡전압 또는 잡음으로 변환된다.

기존 아날로그 전화 회선의 허용 가능한 잡음 레벨은 ITU-T에서 규정한다. 이 잡음의 값은 음성평가(psophometric) 필터로 측정된다.

견인 차량에 흡수된 전류와 통신 회선의 잡음과의 관계는 차량 제조업체의 완전한 통제 하에 있지 않으며, 철도 및 통신 네트워크 운영자의 책임 하에도 없다.

이 관계는 아래에 따른다.

a) 통신 케이블의 구조

1) 차폐, 대지와 절연, 케이블의 평형도

b) 통신 단말기의 특성

1) 민감성, 입력 평형

c) 통신 네트워크의 구조

1) 궤도에 평행한 통신 회선 구간의 길이

2) 궤도와 통신 회선 간의 거리

3) 대지 저항

d) 철도망의 구조

1) 단일/이중 궤도

e) 전차의 전원 공급 유형

1) 교류/직류

2) 변전소 리플 (ripple) (직류 정류기 혹은 경우에 따라 교류 16.7 Hz 정적 변환기)

3) 전차 및 급전 시스템 유형 (예, 1x25 kV 또는 2x25 kV)

4) 궤환 도체의 적용

5) 단일 또는 이중 공급

f) 기차 순환의 밀도

g) 견인 차량의 전류 흡수 및 고조파 생성

h) 여러 변환기의 고조파 중첩의 종류

2.A.2 음성평가 (psophometric) 전류 정의

음성평가 전류는 등가 방해 전류로서, 전화선의 전원 회로에서 전류 스펙트럼의 유효 방해를 나타낸다. 아래 공식에 의해 정의된다.

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

여기서

I_f 는 접촉 선 전류의 주파수 f 에서의 전류 성분,

p_f 는 음성평가 가중치

p_f 의 값은 ITU-T (ITU-T O.41 지침) 및 ITU-T K.68에 명시되어 있다.

측정을 위해 음성평가 필터를 통해 p_f 의 값에 따라 신호를 자동으로 계산하는 전압 및 전류계를 사용할 수 있다.

2.A.3 허용기준 및 시험 조건들

지속 시간을 포함하여 음성평가 전류의 최대값과 그것이 정의된 조건을 지정하는 것은 구매자의 책임이다.

다음 조건을 적용한다.

a) 정상 및 성능 저하 상태에서의 I_{pso} 제한 (일시적으로 고장난 하나 이상의 견인 변환기)

b) 직류 공급의 경우

직류 철도는 일반적으로 3상 전원공급장치의 다이오드 정류기에 의해 공급된다. 이상적으로, 단일 브리지 정류기는 6 펄스 형태의 전압(예컨대, 50/60 Hz 주전원에서 300/360 Hz에서의 제 1 고조파)을 생성하거나, 2개의 브리지는 12-펄스 형태(예컨대 600/720 Hz)를 생성한다. 정류기의 불균형 및 유도로 인하여, 50/60 Hz의 기본 성분이 일반적으로 발견된다.

변전소에서 필터의 존재는 변전소의 영향을 크게 감소시킨다.

그럼에도 불구하고 직류 시스템에서 변전소는 섭동(perturbation)의 주요 원인이다.

따라서 견인 차량의 자격을 갖추기 위해서는 정류장치 및 고정 설비 필터의 기여도가 적절해야 한다.

또한 회선 유도용량(inductance)에 영향을 미치는 견인 차량과 변전소 사이의 거리에 대한 고려가 필요하다.

c) 교류 공급의 경우

회선 전압 왜곡을 고려해야 할 경우, 필수 고조파를 지정해야 한다.

전원 공급선 시스템의 특수한 공진 조건이 관련성이 있는 경우 관련 데이터 지정이 필요하다. 그렇지 않으면, 공급 스테이션에 가장 가까운 차량의 상황이 최고값 I_{pso} 를 제공한다고 가정한다.

2.A.4 음성평가 (psophometric) 전류의 측정

수용 시험 또는 조사 시험 중 방해 전류 I_{pso} 는 견인 차량의 내부(board)에서 측정한다. 주파수 응답이 충분하다면 (적어도 5 kHz까지) 차량의 기존 전류 센서를 사용해도 된다. 전류는 접지면이 아닌 차량의 고전압 입력에서 측정한다.

음성평가 전류는 음성평가 계기(psophometer) 또는 음성평가 가중치 인수 pf 에 따라 필터링을 사용하는 다른 적절한 시스템으로 측정한다.

스펙트럼 구성 및 장애 요인에 대한 추가 정보를 얻기 위해서 차량 입력 전류 및 입력 전압에 사용되는 이중 채널 스펙트럼 분석기의 사용을 적극 권장한다.

음성평가 전류는 정상 모드 및 감소된 작동 모드에서 측정한다 (모든 변환기가 작동하는 것은 아니다). 측정 결과의 해석은 유도용량과 공급 전압의 변화 및 작동 조건의 영향을 고려한다.

과도현상으로 인한 영향(전원 회로 스위칭, 판토품바운싱, 제3번 레일과 제4번 레일 갭 등)은 평가 대상에서 제외한다.

2.A.5 기차 세트의 종합적인 음성평가 (psophometric) 전류의 계산

2.A.5.1. 하나의 견인 단위의 전류

2.A.5.1.1. 일반 사항

일반적으로 기차 세트의 총 전류는 구할 수 없다. 전체 기차 세트의 분산된 센서로부터 총 전류의 이미지를 생성할 수 있는 특별한 측정 시스템을 설치하는 대신, 일반적으로 기차 세트의 한 견인 장치의 전류를 감지하는 것으로 충분하다.

만약 음성평가 전류가 기차 세트의 한 전원 단말기에서 측정되고 이 기차 세트가 'n' 터미널이 있는 경우 전체 전류는 다음 규칙에 따라 계산한다.

2.A.5.1.2. 직류 시스템

직류 철도는 일반적으로 3상 공급 장치의 다이오드 정류기에 의해 공급된다. 특별히 필터가 적용되지 않으면, 정류기 출력의 리플은 공급 섹션의 차량이 흡수하는 전류에 크게 기여한다.

- 정류기 리플이 지배적인 직류시스템 (캠축 제어기가 있는 차량, 초퍼(chopper) 또는 변환장치 제어기가 있는 차량, 필터링 기능이 없으며 6 펄스 정류기가 있는 변전소)

$$I_{\text{pso}}(\text{전체}) = n \times I_{\text{pso}}(\text{유닛단품})$$

- 차량에 변환기가 있고 정류기 리플이 낮은 시스템

교차모드(Interlaced mode)에서 작동하는 초퍼에서는, I_{pso} (전체)는 I_{pso} (유닛단품)보다 작을 수 있다.

동기화 없이 작동하는 초퍼 또는 전원공급장치에 직접 연결된 변환기에 대해서 $I_{\text{pso}}(\text{전체}) = \sqrt{n} \times I_{\text{pso}}$ (유닛단품) 이다.

2.A.5.1.3. 교류 시스템

공급 섹션에서 차량에 의해 생성되는 음성평가 전류는 주로 차량에 사용되는 변환기 유형에 따라 다르다.

- 위상제어 변환기가 있는 AC 시스템

$I_{\text{pso}}(\text{전체}) = \sqrt{n} \times I_{\text{pso}}(\text{유닛단품})$. 이는 차량 유형, 속도 및 실제 소비 전류의 통계적 혼합에 근거한 것으로 보인다. 그러나 고전력 열차 세트에 대한 최근의 경험에 따르면, 이 \sqrt{n} -법은 $I_{\text{pso}}(\text{전체}) = n \times I_{\text{pso}}(\text{유닛단품})$ 이 적용될 때 동등한 속도, 동등한 동력 및 동등한 차량 유형의 경우에는 적용할 수 없다.

- 4 상한 변환기 (4QC, 펄스폭변조 회선 변환기) 가 있는 교류 시스템

만약 4QC가 사용된 교차 모드(정상 작동 조건)에 따른다면, $I_{\text{pso}}(\text{전체})$ 가 $I_{\text{pso}}(\text{유닛단품})$ 보다 작을 수 있다.

n 개의 동일한 유닛이 비교차 모드로 동작한다면 $I_{\text{pso}}(\text{전체}) = n \times I_{\text{pso}}(\text{유닛단품})$ 이다.

부록 2.B (규격)

방출 전자파 장애 - 시험 절차

2.B.1 목적

이 부록은 150 kHz ~ 1 000 MHz 범위에서 생성된 방해전자파에 대한 철도 열차 또는 열차의 평가 및 품질 승인을 위한 측정 방법을 설명한다. 이 부록은 제1장 측정방법 권장사항의 대부분을 충족시키지만 전체 시험 지속시간을 현저하게 줄인 단순화된 방법을 제공한다.

2.B.2 측정 장비 및 시험방법

시험 시간을 줄이기 위해 소인 기술이 사용된다. 이것은 스펙트럼 분석기나 컴퓨터 제어 수신기로 행해질 수 있으며, 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 “첨두값 유지(peak hold)” 기능에 의해 또는 기기의 컴퓨터 제어 하에서 이루어질 수 있다. 이 방법에서는 전자파 방해의 레벨 및 특성들이 각 소인 동안에 크게 변하지 않는 것으로 가정한다.

안테나에 관련된 위치, 장소, 유형 및 기타 특징들은 제 1장에서 설명된 것과 동일하다.

측정 기기는 KN 16-1-1에 있는 9 kHz부터 18 GHz 주파수 범위에 대한 첨두값 측정 수신기의 요구사항들을 만족해야 한다.

표 2.B.1을 시험을 위한 안내서로서 사용할 수 있다.

[표 2.B.1] 시험 안내서

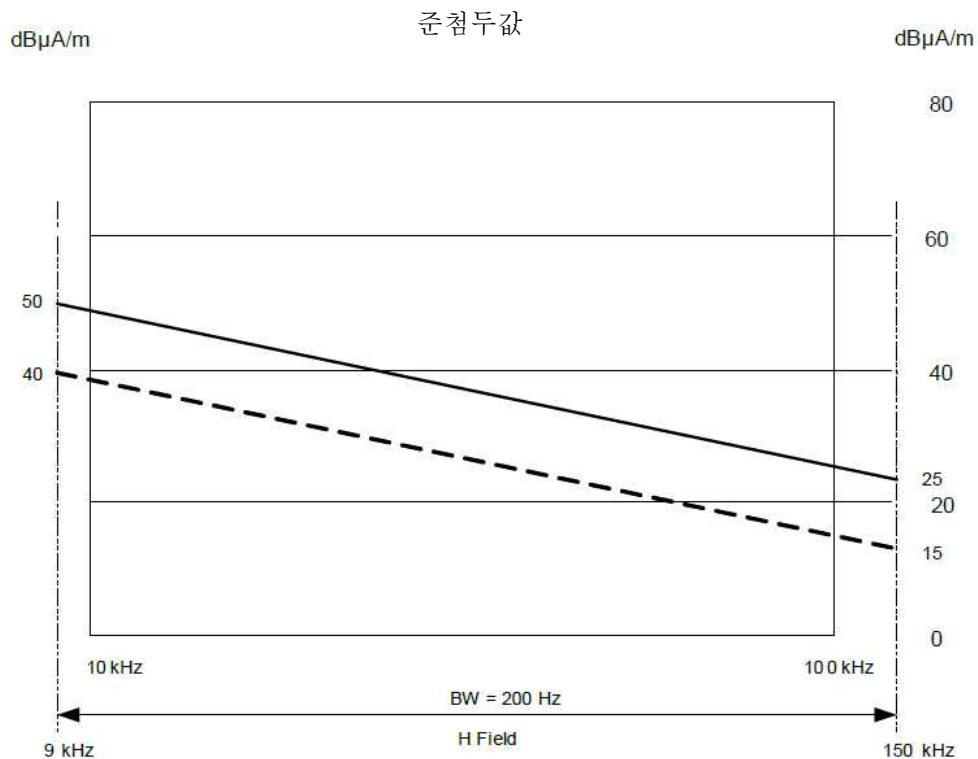
대역	하위범위 (MHz)	스팬 ^{주1)} (MHz)	대역폭 (kHz)	소인시간 ^{주2)} (ms)
B	0.15 ~ 1.15	1	9 또는 10	37
	1 ~ 11	10	9 또는 10	370
	10 ~ 20	10	9 또는 10	370
	20 ~ 30	10	9 또는 10	370
C/D	30 ~ 230	200	100 또는 120	42
	200 ~ 500	300	100 또는 120	63
	500 ~ 1 000	500	100 또는 120	100
주1) 스펙트럼분석기에 적용 주2) 계측기마다 약간씩 다를 수 있음.				

부록 2.C (정보)
낮은 주파수 범위의 방출값

1990년대 초, 철도 시스템 근처에서 예상되는 값에 대한 정보를 얻기 위하여 철도 시스템 및 철도 시스템의 차량들의 방출량 측정이 수행되었다. 몇가지 이유로 인하여, 10 m 거리에서의 자기장 측정의 결과는 150 kHz 이하의 주파수에 대하여 재현성이 떨어진다.

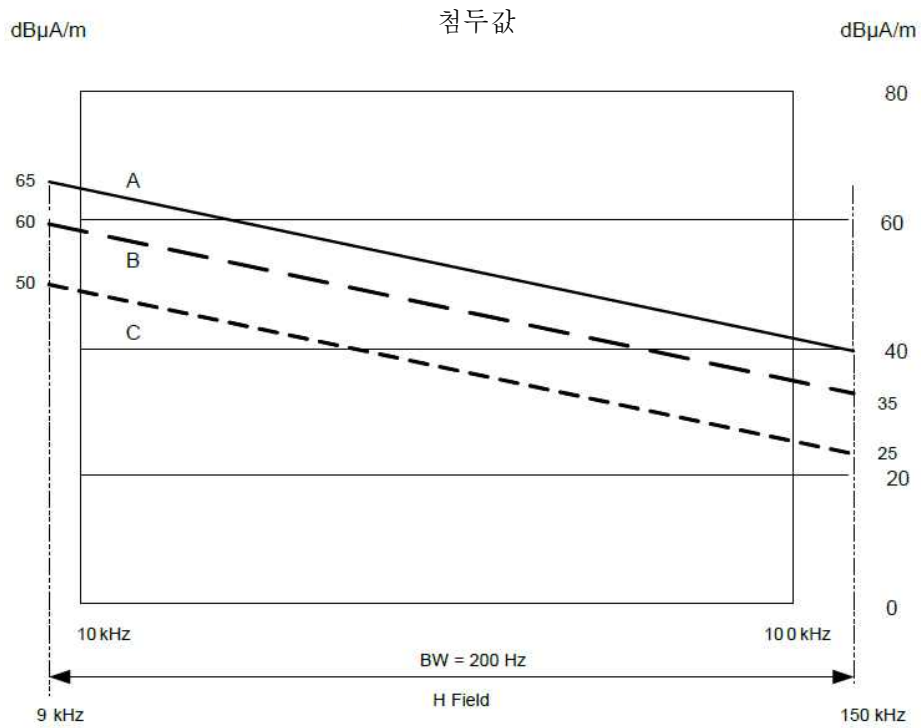
동일한 차량에서 측정값(최대 20 dB)이 위치 및 기타 환경에 의해 크게 변동하기 때문에 재현성을 달성할 수 없으며, 그 유용성에 의문이 제기된다.

이 방출값은 충족되어야 할 필요는 없지만, KN 50의 이전 판에 규정되었으므로 이 정보 부록에서는 그 래프가 제시되었다(그림 2.C.1 및 2.C.2).



..... 도시 선로에서 사용되는 노면 전차 및 트롤리 버스 시스템
 ————— 기타 철도 차량

[그림 2.C.1] 정지상태 철도 차량에 대한 방출값



————— A = 20/25 kV AC

----- B = 15 kV AC, 3 kV DC and 1,5 kV DC

..... C = 도심에서 운행하는 노면 전차/무궤도 전차 시스템을 포함한 750 V 및 600 V DC(전차 선 및 전도체 레일)

[그림 2.C.2] 저속 철도 차량에 대한 방출값

제3장 차량내 기기에 대한 전자파적합성 시험방법

1. 적용 범위

이 시험방법은 철도 차량에서 사용하기 위해 고안된 전기 및 전자기기에 대한 전자파 적합성의 방출에 적용된다. 또한 이 시험방법은 철도 차량에 장치를 통합하는 데 적용된다.

이 시험방법에서 다루는 주파수 범위는 DC ~ 400 GHz이다. 요구사항이 규정되어 있지 않은 주파수에 대해서는 측정할 필요가 없다.

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

이 시험방법은 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(의도성 방출기, 예로 송수신 시스템), ITU에서 정의된 바에 따라 무선 송신기로부터의 의도적인 송신에 이 시험방법의 방출 요구사항을 적용하지 않는다.

무선기기에 대한 EMC 규정에서 정의된 대로, 내성 허용기준은 배제 대역(exclusive bands)에는 적용되지 않는다.

이 시험방법은 기구의 시동 및 정지 시에 발생하는 과도 방출에는 적용하지 않는다.

이 시험방법의 목적은 전자파 방출시험 요구사항들에 대한 허용기준 및 시험방법을 전도 및 방출 방해에 관하여 규정하는 것이다.

이러한 허용기준 및 시험은 전자파 적합성의 필수 요구사항을 나타내는 것이다.

방출 요구사항은 철도 차량에서 정상 작동하는 기기에 의해 생성된 방해가 타 기기의 정상적인 작동을 방해할 수 있는 레벨을 초과하지 않음을 보증하기 위해 선택되었다. 이 시험방법에서 주어진 방출 허용기준은 다른 표준에서 주어진 차량에 탑재된 개별 장치의 방출 요구 사항보다 우선한다.

마찬가지로, 내성 요구 사항은 철도 차량 장비에 대해 적절한 수준의 내성을 보장하도록 선택되었다.

선택된 각 포트에 대한 시험 요구사항들이 규정된다.

2. 용어 정의

이 시험방법 제3장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 차량내 기기(rolling stock apparatus)

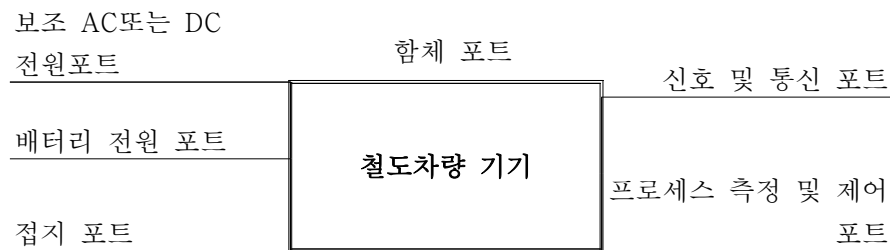
단품으로 시장에서 구매할 수 있는 것으로 차량 설비에 구현하기 위한 고유 기능을 보유한 완제품

2.2 포트

외부의 전자과 환경의 영향을 받음과 동시에 그와 연결되어있는 장비의 특정한 접점

예를 들면, 교류 전원 포트, 직류 전원 포트, I/O(입력/출력) 포트, 접지 포트

주1) 철도 차량 포트의 주 카테고리는 [그림 3.1]에 나와있다.



[그림 3.1] 포트의 주요 범례

주2) 철도 차량내 기기 및 그 포트의 대표적인 예가 [부록 3.A]에 주어져 있다.

주3) 견인 전원 포트는 이 문서에서 다루지 않는다. [부록 3.B] 참조

2.3 함체 포트

전자기장이 통과하여 방사되거나, 침투될 수 있는 기기의 물리적 경계

3. 성능 평가기준

이 시험방법의 적용범위에 속하는 기기의 다양성과 상이성으로 인해, 내성 시험결과의 평가를 위한 정확한 기준을 정의하는 것은 쉽지 않다.

이 시험방법에 규정된 시험 절차를 적용한 결과, 기기가 위험 또는 안전상의 문제를 발생해서는 안 된다.

EMC 시험 중 또는 시험 결과로 나타나는 성능 평가기준에 대한 기능적 설명과 규정은 아래의 성능 평가기준 A, B, C에 근거하여 제조자에 의해 제공되고 시험 성적서에 기록하여야 한다.

성능 평가 기준 A : 기기는 시험 중 그리고 시험 후에 의도된 대로 작동을 계속해야 한다. 기기가 의도된 대로 사용될 때, 제조자에 의해 규정된 성능 수준 이하로 저하되거나 기능이 상실되는 것은 허용되지 않는다. 성능 수준은 성능에 대한 허용 손실 수준으로 대체할 수 있다. 제조자가 최소 성능 수준 또는 허용 성능 손실 수준을 규정하지 않은 경우, 제품 설명 및 자료, 그리고 사용자가 기기로부터 합리적으로 기대할 수 있는 것으로부터 이를 도출할 수 있다.

성능 평가 기준 B : 기기는 시험 후 의도된 대로 계속 작동을 해야 한다. 기기가 의도된 대로 사용될 때, 제조자에 의해 규정된 성능 수준 이하의 성능으로 저하되거나 기능이 상실되는 것은 허용되지 않는다. 성능 수준은 성능에 대한 허용 손실 수준으로 대체할 수 있다. 그러나 시험 중의 성능 저하는 허용된다. 실제 동작 상태나 저장 데이터의 변경은 허용되지 않는다. 제조자가 최소 성능 수준 또는 허용 성능 손실 수준을 규정하지 않은 경우, 제품 설명 및 자료, 그리고 사용자가 기기로부터 합리적으로 기대할 수 있는 것으로부터 이를 도출할 수 있다.

성능 평가 기준 C : 기능이 자가 복구식이거나 또는 조작을 통하여 복구 가능한 경우 일시적인 기능의 상실은 허용된다.

4. 시험조건

기기의 모든 기능을 시험할 수 있는 것은 아니다. 시험은 제조자가 고려하는 일반적인 동작 모드에서 행해져야 하며 정상적인 적용과 일치하는 조사 대상 주파수 대역에 적합한 방해전자파에 따라서 최대 방출을 생성하여야 한다. 제조자는 시험 중 조건들을 시험 계획서에서 규정해야 한다.

기기가 시스템의 일부인 경우 또는 기기가 보조 기기에 연결될 수 있는 경우 기기는 KN 32에 따라 포트의 시험에 필요한 최소한의 구성을 가진 보조 장치에 연결된 상태에서 시험해야 한다.

구성 및 동작 모드는 시험 계획서에 명시해야 하며, 시험 중의 실제 조건들은 시험 성적서에 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).

이 시험방법에 별도로 지시되지 않은 한 기기에 대해 규정된 작동 범위 내에서 그리고 기기의 정격 공급 전압에서 수행해야 한다.

5. 적용 가능성

이 시험방법에 포함된 측정은 기기의 해당 포트에 대해 행해져야 한다.

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

6. 방출 시험 및 허용기준

이 시험방법에 포함되는 기기에 대한 방출 시험 및 허용기준은 포트 별로 제공된다.

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

KN 61000-6-4의 합체 포트에 대한 방출 허용기준과 표 3.1을 준수해야 한다. 시험 설명, 방법 및 설정은 KN 61000-6-4 시험방법에 명시되어있다.

적용포트	주파수 범위 (MHz)	허용기준 (dB(μV/m))	측정거리 (m)	비고
합체포트	30 ~ 230	40 (준침두값)	<u>10</u>	(주1), (주2)
	230 ~ 1 000	47 (준침두값)		
	<u>1 000 ~ 3 000</u>	<u>76 (침두값)</u> <u>56 (평균값)</u>	<u>3</u>	(주3)
	<u>3 000 ~ 6 000</u>	<u>80 (침두값)</u> <u>60 (평균값)</u>		
(주1) 10 m 거리에서 측정하며 3 m 거리에서 측정하는 경우에는 10 dB 증가된 허용기준치를 적용 (주2) 50 kVA를 넘는 <u>추진 전력변환장치</u> 및 <u>보조 전력변환장치</u> 는 차량이 열차 및 완성차량에서의 전자파적합성 기준에 따라 전체적으로 시험되며 개별적으로 시험하지는 않는다. (주3) <u>장비 내부 사용 및 발생 최대 주파수가 108 MHz 이하일 경우에는 1 000 MHz까지 측정한다.</u> <u>장비 내부 사용 및 발생 최대 주파수가 108 ~ 500 MHz 이하일 경우에는 2 000 MHz까지 측정한다</u> <u>장비 내부 사용 및 발생 최대 주파수가 500 ~ 1 000 MHz 이하일 경우에는 5 000 MHz까지 측정한다</u> <u>장비 내부 사용 및 발생 최대 주파수가 1 000 MHz 이상일 경우에는 최대 6 000 MHz까지 측정한다</u>				

전도성 방출 시험에 대한 설명, 방법 및 설정은 표 3.1 및 3.2의 기본 시험방법에 명시되어있다.

이러한 “기본 시험방법”의 내용은 여기에 반복하여 기재되지는 않는다. 그러나 시험의 실제 적용에 필요한 수정 또는 부가 정보가 이 시험방법에 제공된다.

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

[표 3.1] 방출 - 보조 AC 또는 DC 전원 포트 (입출력)

적용포트	주파수 범위 (MHz)	허용기준 (dB(μV))	비고
보조공급 정현 교류 또는 직류 전원 포트 ^(주1)	0.15 ~ 0.5	99 (준침두값)	(주2), (주3)
	0.5 ~ 30	93 (준침두값)	(주2), (주3)
공용 교류 전원 출력포트	0.000 05 ~ 0.002	총 고조파 왜율(THD) < 8%	
(주1) 전자파적합성 시험방법(국립전파연구원 공고) 그림 A.1, A.2, A.4의 포트 9 (주2) 시험이 가능할 경우 적용 (주3) 전용, 호환 가능한 포트에 연결된 전원 포트에는 적용 불가			

[표 3.2] 방출 - 배터리 전원 공급포트(입출력)

적용포트	주파수 범위 (MHz)	허용기준 (dB(μ V))	비고
배터리 전원 공급포트 ^(주1)	0.15 ~ 0.5	99 (준침두값)	
	0.5 ~ 30	93 (준침두값)	
(주1) 전자파적합성 시험방법(국립전파연구원 공고) 그림 A.1 ~ A.5의 포트 10			

7. 내성 요구사항

이 시험방법에서 다루는 장치에 대한 내성 요구사항은 포트 별로 규정한다.

그러나 일어날 확률이 매우 낮은 경우를 포함하지는 않는다. 이 시험방법에 속하지 않는 특정 요구사항은 구체적으로 명시되어야 한다.

차량의 내성을 보장하기 위하여, 요구사항은 모든 관련 장치에 적용되어야 한다.

시험은 명확하게 정의되고 재현 가능한 방식으로 수행되어야 한다.

시험은 단일 시험으로써 순서대로 수행되어야 한다. 시험 순서는 선택 사항이다. 시험에 대한 설명, 시험 발생기, 시험방법 및 시험 구성은 표 3.2, 표 3.3, 표 3.4에 나와있는 기본 시험방법에 제시되어있다.

이 시험방법에서 기본 시험방법의 내용은 되풀이되지 않으나, 시험의 실제 용도에 필요한 추가 정보 또는 변경사항을 제시한다.

기존 차량에 새로운 장치를 설치하거나 장치를 교체할 때 EMC가 유지되도록 특별한 주의를 기울여야 한다.

[표 3.2] 내성 - 배터리 전원 포트 (에너지원 출력에서는 제외), 보조교류전력 입력포트 (정격전압 $\leq 480 V_{rms}$)

내성 시험명	시험조건	단위	시험 방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	10 0.15 ~ 80 80 150	V MHz % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	(주1)
전기적 빠른 과도현상/버스트	± 2 5/50 5	kV(첨두값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	A	직접결합
서지	1.2/50 ± 2 (선-접지간) ± 1 (선-선간)	Tr/Th μ s kV kV	KN 61000-4-5	B	(주2)
(주1) 차량간 통과 케이블(예 ; 열차 통신) : 10 V 적용					
(주2) 이 시험은 직접 커플링되는 현상을 반복되도록 하여야 한다. 여기서 출력임피던스는 42 Ω (40 Ω 또는 그보다 2 Ω 높은) 정도와 결합 캐패시턴스는 0.5 μ F를 권고한다.					

[표 3.3] 내성 - 신호 및 통신, 프로세스 측정 및 제어 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험 방법	성능평가기준	비고
전기적 빠른 과도현상/버스트	± 2 5/50 5	kV Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	A	용량성결합
전도성 RF 전자기장	10 0.15 ~ 80 80 150	V MHz % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	
(비고) 총 길이가 3 m를 초과하는 케이블이 연결되는 포트에만 적용한다.					

[표 3.4] 내성 - 합체 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험방법	성능평가기준	비고
방사성 RF 전자기장	80 ~ <u>800</u>	○ 일반환경 MHz	KN 61000-4-3	A	(주1),(주2)
	20	V/m			(주2)
	80	% AM (1 kHz)			
	800 ~ 1 000	MHz			
	20	V/m			
	80	% AM (1 kHz)			
	1 400 ~ <u>2 000</u>	MHz			
	10	V/m			
	80	% AM (1 kHz)			
	<u>2 000 ~ 2 700</u>	MHz			
	5	V/m			
	80	% AM (1 kHz)			
정전기 방전	<u>2 700 ~ 5 100</u>	<u>MHz</u>	KN 61000-4-2	B	(주3)
	<u>5</u>	<u>V/m</u>			
	<u>80</u>	<u>% AM (1 kHz)</u>			
	<u>5 100 ~ 6 000</u>	<u>MHz</u>			
	<u>3</u>	<u>V/m</u>			
	<u>80</u>	<u>% AM (1 kHz)</u>			
	±6 (접촉방전)	kV			
	±8 (기중방전)	kV			

(주1) 승객용 객차, 기관사실 또는 차량 외부(지붕, 하부틀)에 설치된 장비의 경우, 이동 송신기의 효과적인 사용을 고려하여 10 V/m 레벨 적용

(주2) 견인구동장치, 보조변환기 등과 같이 대형기기로서 전체장치에 대한 전자파 방사내성 시험이 불가능할 경우, 제어전자기기 등의 서브시스템을 시험해야 하며, 이 경우 서브시스템의 선택이나 케이스 차폐로 인한 전계의 축소 등 시험여건을 시험 보고서에 기록

(주3) 승객 및 승무원의 접근(유지보수는 제외)이 용이한 장비에만 적용

부록 3.A(정보) 기기 및 포트 예

본 부록의 목적은 다양한 유형의 철도 차량내 기기 및 그 포트의 범례를 제공하는 것이다. 상용단품으로서 시장에 출시되는 기기들의 예가 표 3.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 요구사항은 오직 시장에 출시된 기기에 대해서만 적용된다. 규격에서 포트는 기기의 외부 환경과의 연결부로서 정의되어 있다. 표의 매트릭스는 특정 기기가 [방출](#)과 관련이 있는지 없는지의 여부를 나타낸다. 본 지침은 [이 시험방법](#) 사용자의 편의를 위해 제공된 것이며 확정하기 위한 것은 아니다. [이 시험방법은](#) 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 3.A.1은 교류건인 구동장치를 가진 교류급전에 대한 것이며 급전선로 측에 등가 필터를 갖춘 예이다.

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

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

그림 3.A.4는 교류 건인 구동장치를 장착한 직류 급전 시스템이다.

그림 3.A.5는 변환기 및 제어 전자 기기의 몇 가지 부가 포트들을 보여준다.

물론 많은 다른 시스템 배열들이 가능하다.

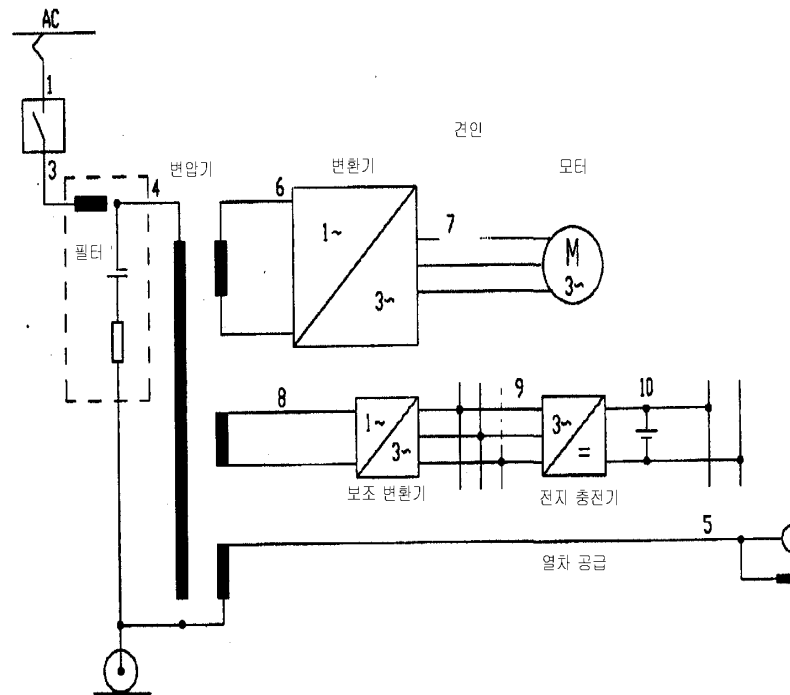
[표 3.A.1] 기기의 대표적인 예

기기	시험 요구사항
견인 변환기	방출 및 내성
주 회로 차단기	시험 요구사항 없음
견인(주) 변압기	시험 요구사항 없음
견인 모터	시험 요구사항 없음
보조 모터	시험 요구사항 없음
직류 보조 공급(전지)	방출 및 내성
신호 및 통신 장치	방출 및 내성
Electronic man-machine interface	방출 및 내성
환경 조절 장치	방출 및 내성
승객 정보 장치	방출 및 내성
출입문 제어	방출 및 내성
열차 운영을 위한 보조 장치	방출 및 내성
승객 서비스를 위한 보조 장치	방출 및 내성
열차 관리 시스템	방출 및 내성
전자 전력 공급	방출 및 내성
제동 제어 시스템	방출 및 내성

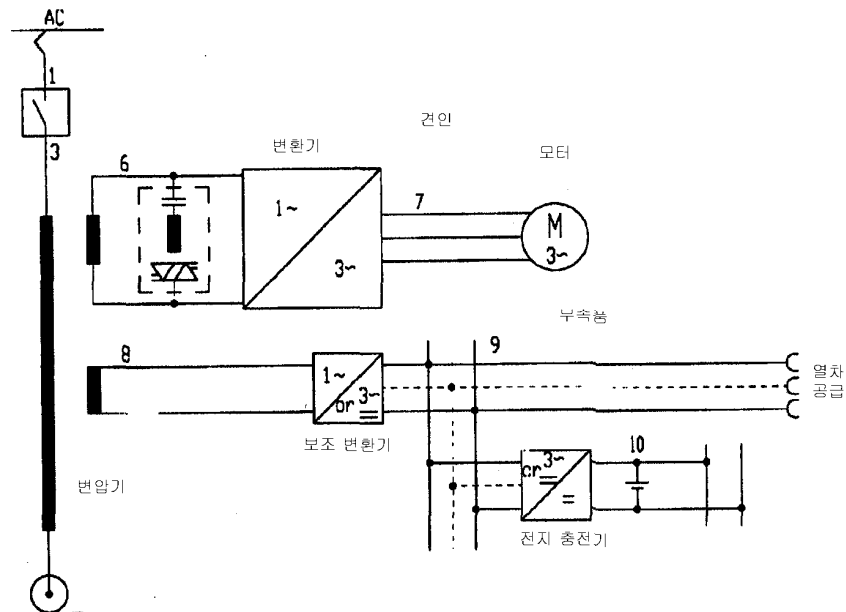
표 3.1~3.5에는 특정 포트(기기의 연결부)에 적용하기 위한 시험방법들이 규정되어 있다. 표 3.A.2에는 이러한 포트 및 이러한 포트를 구비할 수 있는 유형의 기기에 사용되는, 보다 대표적인 설명이 나열되어 있다. 이들 포트들의 예는 포트 번호 11, 13, 14 를 제외하고 후속 그림에서 제공된다.

[표 3.A.2] 대표적인 포트 설명

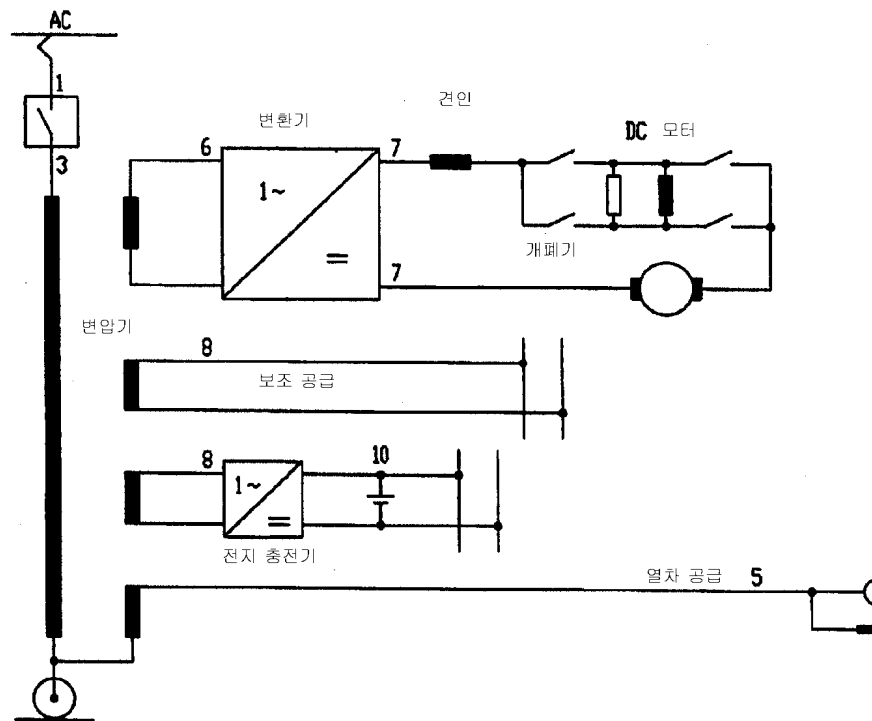
그림상의 포트번호	대표적인 포트 명칭	대표 기기
	건인 교류 전원 포트	
1	판토타프 선로 포트	주 회로 차단기
3	고압 연결(필터 앞)	필터
4	연결 필터-변압기, HV측	필터
5	단상 열차 전력선 단상	보조 변환기
6	연결 변압기-변환기	추진 변환기
7	건인 모터 케이블	건인 모터
8	변압기의 보조 급전 권선	직류 보조 공급
	건인 직류 전원 포트	
2	직류 도선/전도체 입력	주 회로 차단기
3	고압 연결 (필터 전)	필터
6	연결 변압기-변환기	추진 변환기
7	건인 모터 케이블	건인 모터
	보조 교류 전원포트	
9	보조 교류 공급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



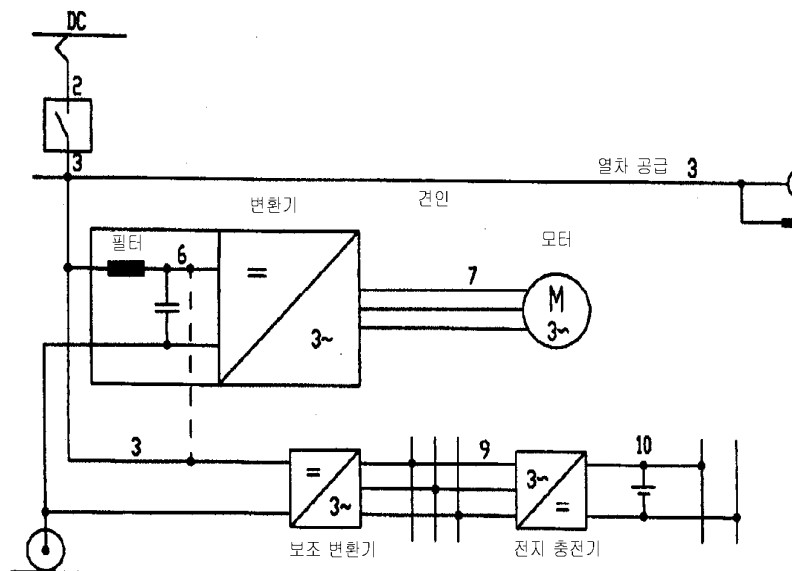
[그림 3.A.1] 교류전인구동장치에 AC 급전과 인입선에 등가 필터를 갖춘 예



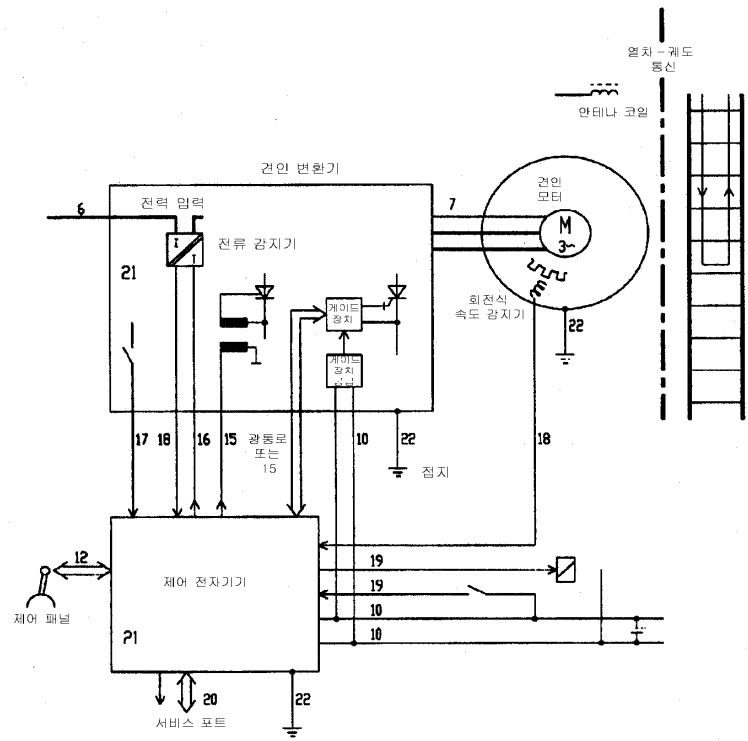
[그림 3.A.2] 변환기 측에 역률 교정 필터를 가지며, 직류 또는 3상 보조 및 열차 전원을 가지는 교류 및 교류 시스템



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



[그림 3.A.4] 교류 견인 구동장치를 장착한 직류 급전 시스템



[그림 3.A.5] 변환기 및 제어 전자기기의 부가 포트

부록 3.B(정보)
전력변환기 전도성 장애

시험실에서 시험은 허용기준을 적용하지 않는다. 완성차량에서, 방출 시험에서 장치의 방출 요구사항의 시험이 실시된다.

[표 3.8]은 AC 및 DC 포트의 요구사항을 재설명한다.

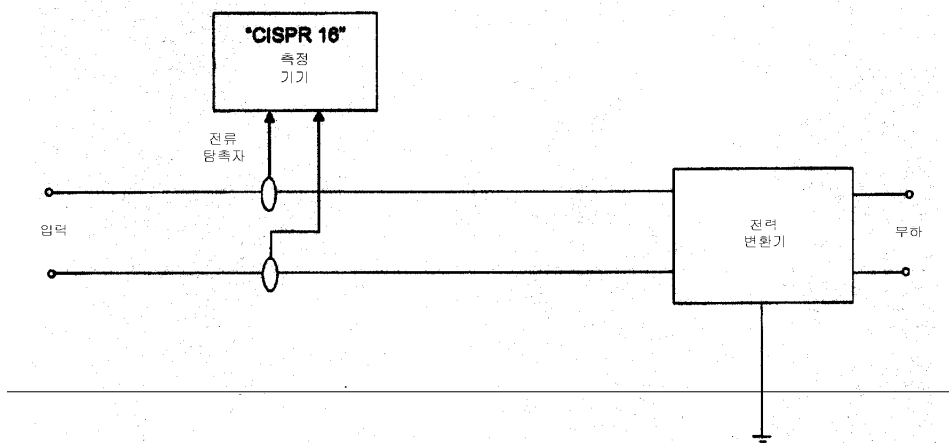
[표 3.B.1] AC 및 DC 포트의 방출 요구사항

	포트	시험 규격		비고
B.1	AC (그림 3.A.1, 3.A.2, 3.A.3의 포트 3)	신호 및 통신주파수	국가 또는 계약요구사항 참조	주1)
	DC (그림 3.A.4의 포트3)	150 kHz ~ 30 MHz	2장 6.3.3	주2)

주1) 인증시험은 완성차량에서 실시한다.
주2) KN50 의 요구사항은 차량의 방출 허용기준을 나타낸다.

설계단계의 사전시험은 예상되는 방출 잡음의 유용한 정보를 제공한다.

[그림 3.B.1] 은 가능한 시험 배치를 보여준다.



[그림 3.B.1] 시험 배치

제4장 신호 및 전기통신기기에 대한 전자파적합성 시험방법

1. 적용 범위

이 시험방법은 철도 환경에 설치된 신호 및 전기통신장치에 적용된다. 차량내에 설치된 신호 및 통신장치는 제3장에서 규정되었으며, 변전소 내부에 설치되어 변전소 장비에 연결된 신호 및 통신 장치는 제5장에서 규정된다.

이 시험방법은 철도 환경 내의 기타 장치와 간섭을 일으키거나, 해당 시험방법에 정의된 허용기준 이상으로 철도 환경에 대한 전체 방출 증가시킴으로써 철도 시스템 밖의 장치에 대해 전자파장해를 유발시킬 수 있는 신호 및 통신(S&T)장치에 대한 방출 허용기준을 규정하고, 성능 평가기준을 제시한다.

이 시험방법에 명시되어있는 요구사항들은 아래에 적용된다.

- 연동(interlocking)이나 명령 제어(command and control)와 같은 필수 장비
- 3 m 구역내 장비
- 3 m 구역내 접속부를 지닌 10 m 구역내 장비의 포트
- 30 m 이상의 케이블이 연결되는 10 m 구역내 장비의 포트

상기 예시에서 언급되지 않은 기기는 KN 61000-6-2를 적용한다.

포트가 무선 통신 목적의 송신 및 수신을 위해 고안된 경우(의도성 방출기, 예로 송수신 시스템), ITU에서 정의된 바에 따라 무선 송신기로부터의 의도적인 송신에 이 시험방법의 방출 요구사항을 적용하지 않는다.

무선기기에 대한 EMC 규정에서 정의된 대로, 내성 허용기준은 배제 대역(exclusive bands)에는 적용되지 않는다.

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

방출 요구사항에 대한 주파수 범위는 DC ~ 400 GHz이다. 요구사항이 규정되어 있지 않은 주파수에 대해서는 측정할 필요가 없다.

내성 및 방출 기준 그 자체가 장치의 통합이 반드시 만족스러울 것임을 보증해주지는 못한다. 이 시험 방법은 장치의 모든 가능한 구성을 전부 다룰 수는 없으나 시험 기준은 대부분의 경우에 있어 만족스러운 전자파적합성을 실현하는 데에 충분하다.

2. 용어 정의

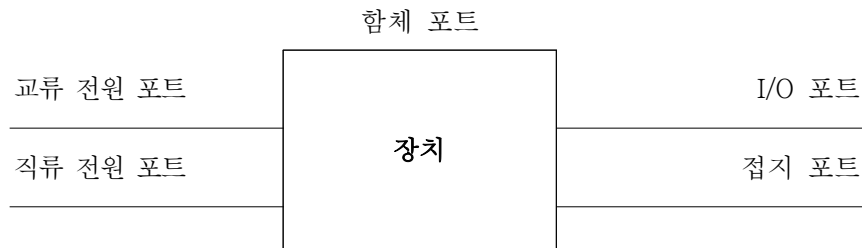
이 시험방법 제4장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 포트

외부의 전자파 환경 영향을 받음과 동시에 그와 연결되어있는 장비의 특정한 접점.

예를 들면, 교류 전원 포트, 직류 전원 포트, I/O(입력/출력) 포트, 접지 포트

주 1) 철도 차량 포트의 주 카테고리는 [그림 4.1]에 나와있다.



[그림 4.1] 포트의 주요 범례

2.2 합체 포트

전자기장이 통과하여 방사되거나, 침투될 수 있는 기기의 물리적 경계

2.3 3 m 구역(zone)

각 궤도의 양 측면에서, 가장 가까운 궤도의 중심선으로부터 3 m 이내의 철도 선로를 따라있는 구역

2.4 10 m 구역

각 궤도의 양 측면에서, 가장 가까운 궤도의 중심선으로부터 10 m 이내의 철도 선로를 따라있는 구역

3. 위치 설명

철도 환경은 IEC 62236-1에 설명되어 있다.

4. 전자파 방출 허용기준

산업환경에서의 전자파 방출기준에 의해 허용되는 최대 방출 허용기준을 만족해야 한다.

적용포트	주파수 범위 (MHz)	허용기준	측정거리 (m)	비고
합체포트	<u>30 ~ 230</u>	<u>40 (준첨두값)</u>	<u>10</u>	(주1)
	<u>230 ~ 1 000</u>	<u>47 (준첨두값)</u>		
	<u>1 000 ~ 3 000</u>	<u>76 (첨두값)</u> <u>56 (평균값)</u>	<u>3</u>	(주2)
	<u>3 000 ~ 6 000</u>	<u>80 (첨두값)</u> <u>60 (평균값)</u>		

- (주1) 30 m 거리에서 측정하며 10 m 거리에서 측정하는 경우에는 10.5 dB 증가된 허용기준치를 적용
- (주2) 장비 내부 사용 및 발생 최대 주파수가 108 MHz 이하일 경우에는 1 000 MHz까지 측정한다.
 장비 내부 사용 및 발생 최대 주파수가 108 ~ 500 MHz 이하일 경우에는 2 000 MHz까지 측정한다.
 장비 내부 사용 및 발생 최대 주파수가 500 ~ 1 000 MHz 이하일 경우에는 5 000 MHz까지 측정한다.
 장비 내부 사용 및 발생 최대 주파수가 1 000 MHz 이상일 경우에는 최대 6 000 MHz까지 측정한다.

KN 61000-6-4의 방사 및 전도 방출 레벨을 준수하는 장비는 직류 전원 포트로부터의 전도성 방출이 교류 전원 포트에 대한 방출 허용기준 내에 있도록 제공된 이 문서의 방출 요구 사항을 충족하는 것으로 간주한다.

표 4.1에 규정된 방출 허용기준이 적용된다. 전도성 방출 허용기준은 직류 및 교류 전원포트 모두에 적용된다. 장치가 철도 환경 이외의 환경에서 사용되도록 의도되었다면, 적절한 기준의 방출 허용기준이 적용된다.

[표 4.1] 방출 - 교류 또는 직류 전원 포트 (입력 및 출력)

적용포트	주파수 범위 (MHz)	허용기준	비고
교류 또는 직류전원 포트	0.15 ~ 0.5	79 dB(μV) (준첨두값) 66 dB(μV) (평균값)	(주1)
	<u>0.5 ~ 30</u>	73 dB(μV) (준첨두값) 60 dB(μV) (평균값)	(주1)

(주1) 분당 5회 미만 발생하는 임펄스 잡음(클릭)은 고려하지 않는다. 분당 30회 이상 클릭이 발생할 경우 허용기준을 적용한다.
 클릭이 분당 5회 ~ 30회 나타나는 경우 $20 \log 30/N$ dB로 허용기준의 완화가 허용된다(N은 분당 클릭 수). 분리된 클릭에 대한 기준은 KN 14-1에서 찾아 볼 수 있다.

5. 내성 허용기준

5.1 성능 평가기준

이 시험방법의 적용범위에 속하는 기기의 다양성과 상이성으로 인해, 내성 시험결과의 평가를 위한 정확한 기준을 정의하는 것은 어려우나 성능 기준을 달리 명시하지 않은 한 제 3장에서 규정된 성능 평가 기준을 적용한다.

5.2 내성 요구사항

장치에 대한 내성시험 요구사항은 각 포트별로 주어진다.

시험은 명확히 정의되고 재현 가능한 방식으로 수행되어야 한다. 시험은 단일 시험으로써 순서대로 수행되어야 한다. 시험 순서는 선택 사항이다. 시험에 대한 설명, 시험 발생기, 시험 방법 및 시험 설정은

표 4.2~4.6에 언급된 기본 시험방법에 제시되어있다.

장치가 다수의 유사 포트를 가지는 경우, 실제 동작 조건을 모의시험하고 포트의 상이한 유형들이 모두 적용됨을 보증하기 위해 충분한 수의 포트를 선택해야 한다(예를 들어, 포트들의 20% 혹은 적어도 4가지 포트).

장치에 대한 내성 수준은 대부분의 경우 장치가 철도 환경 내부에서 의도한대로 작동하도록 한다. 내성 수준은 장치 및 관련 케이블을 무선 주파수장에 직접 노출시키거나, 원격 잡음원으로부터의 결합에 의해 간섭을 받을 때 장치의 성능을 평가하기 위한 공통 기준을 설정한다.

기본 시험방법의 내용이 여기서 반복되지는 않으나, 시험의 실제 적용에 필요한 추가 정보는 적절할 경우 제시된다.

견인 전류에 의하여 유도된 전압은 이 시험방법에서 다루지 않는다. 이러한 내용은 기능 사양에 의해 다루어져야 한다.

[표 4.2] 내성 - 합체포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험방법	성능평가기준	비고
방사성 RF 전자기장	80 ~ <u>800</u> 10 80	○ 일반환경 MHz V/m % AM (1 kHz)	KN 61000-4-3	A	(주1)
	800 ~ 1 000 20 80	○ 디지털 무선전화기 사용환경 MHz V/m % AM (1 kHz)			
	1 400 ~ <u>2 000</u> 10 80	MHz V/m % AM (1 kHz)			
	<u>2 000 ~ 2 700</u> 5 80	MHz V/m % AM (1 kHz)			
	<u>2 700 ~ 5 100</u> 5 80	MHz V/m % AM (1 kHz)			
	<u>5 100 ~ 6 000</u> 3 80	MHz V/m % AM (1 kHz)			
전원 주파수 자계	<u>16.7</u> 100	<u>Hz</u> A/m	KN 61000-4-8	A	(주1), (주2)

	60 100	Hz A/m			
	0 300	Hz (dc) A/m			
정전기 방전	±6 (접촉방전) ±8 (기중방전)	kV kV	KN 61000-4-2	B	(주1), (주3)
(삭제)	(삭제)	(삭제)	(삭제)	(삭제)	(삭제)
(주1) 3 m 구역 내에 있는 기기에만 적용하며 이 영역 밖이나 철도 환경 내에 있는 기기에 대해서는 산업 환경에서의 일반기준을 적용					
(주2) 홀 소자, 전기동역학 마이크 등고 같이 자기장에 민감한 소자를 포함한 기기에만 적용					

[표 4.3] 내성 - 입출력 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	(주1), (주4) 변조전 레벨
전기적 빠른 과도현상/버스트	±2 5/50 5	kV(첨두값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	A	(주4) 용량성 결합
서지	1.2/50(8/20) ±2 (선-접지간) ±1 (선-선간)	Tr/Th μs kV kV	KN 61000-4-5	B	(주2), (주3), (주4)
<p>(주1) 총 길이가 3 m를 초과하는 케이블에 연결되는 포트에만 적용한다.</p> <p>(주2) 본 시험은 간접 결합 현상을 모사하기 위한 것이므로 42 Ω의 출력 임피던스 (40 Ω과 2 Ω발생기)와 0.5μF의 결합 캐패시턴스를 사용한다.</p> <p>(주3) 통신용 포트와 두 가닥의 평형선로에 연결하도록 설계된 기타 포트의 경우, 차동모드 시험은 불필요 하다.</p> <p>(주4) 전원포트 또는 공공 저전압망에 직접 연결된 포트는 전원포트로 분류한다.</p>					

[표 4.4] 내성 - 직류 전원 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험 방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	변조전 레벨
전기적 빠른 과도현상/버스트	±2 5/50 5	kV(첨두값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	A	직접 결합

서지	1.2/50(8/20) ±2 (선-접지간) ±1 (선-선간)	Tr/Th μs kV kV	KN 61000-4-5	B	(주1),
(주1) 이 시험은 직접 결합 현상을 모사하기 위한 것이므로 42 Ω의 출력 임피던스 (40 Ω과 2 Ω발생기)와 0.5μF의 결합 커패시턴스를 사용한다.					

[표 4.5] 내성 - 교류 전원 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	변조전 레벨
전기적 빠른 과도현상/버스트	±2 5/50 5	kV(침투값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	A	직접 결합
서지	1.2/50(8/20) ±2 (선-접지간) ±1 (선-선간)	Tr/Th μs kV kV	KN 61000-4-5	B	(주1),

[표 4.6] 접지 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험 방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	변조전 레벨 (주1)
전기적 빠른 과도현상/버스트	±1 5/50 5	kV(침투값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	A	용량성 결합 (주2)
(주1) 시험조건 중 인가되는 신호의 세기는 150 Ω 부하에 대한 등가전류로 정의한다. (주2) 길이가 3 m 미만의 케이블에는 적용하지 않는다.					

제5장 고정 전원설비 및 기기에 대한 전자파적합성 시험방법

1. 적용 범위

이 시험방법은 전원을 위한 철도 고정 설비에 사용하도록 고안된 전기 및 전자기기와 시스템의 전자파 적합성의 방출에 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 작동하는 필터(예를 들어 고조파 억제 또는 역률 보정용)는 이 시험방법에 포함되지 않는다. 일반적으로 필터의 경우 별도의 표면포트에 대해 접근을 위한 별도의 규칙이 규정될 것이다. 전자파 관련 허용기준이 요구되는 경우 이들은 장비의 사양에 명시될 것이다.

포트가 무선 통신 목적의 송신 및 수신을 위해 고안된 경우(의도성 방출기, 예로 송수신 시스템), ITU에서 정의된 바에 따라 무선 송신기로부터의 의도적인 송신에 이 시험방법의 방출 요구사항을 적용하지 않는다.

고려되는 주파수 범위는 DC ~ 400 GHz이다. 요구사항이 규정되어 있지 않은 주파수에 대해서는 측정할 필요가 없다.

다음에 배치된 기기 간의 전자파적합성에 대한 한도가 주어진다.

- a) 철도에 전력을 공급하는 변전소의 경계선 내
- b) 역률 보정을 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
- 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

이 시험방법에 명시되어있는 내성 기준들은 아래에 적용된다.

- 보호 장치와 같은 필수 장비
- 건인 전력선과 연결되어있는 장비
- 3 m 구역내 장비
- 3 m 구역내 접속부를 지닌 10 m 구역내 장비의 포트
- 30 m 이상의 케이블이 연결되는 10 m 구역내 장비의 포트

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

이 시험방법의 내성 요구사항들에서 제외된 것은 전원 공급 장비로서, 이 장 표 5.1에서 표 5.6까지 규정되어있는 시험들에 본질적으로 내성을 갖는다.

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

2. 용어 정의

이 시험방법 제5장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 기기

특정한 기능을 위한 독립적인 유닛으로 사용될 수 있는 장치 혹은 장치들의 조합

2.2 환경

공기, 물, 토지, 천연자원, 식물, 동물, 인간 및 그 상호관계를 포함한, 제품이나 시스템이 존재하는 환경

2.3 (전기 견인에서) 견인 변전소(traction substation), 변전소(substation)

전기 견인 시스템에 전원 공급이 주 기능인 변전소

2.4 롱 버스 (long bus)

길이가 30 m 이상인 버스 케이블

2.5 3 m 구역

각 궤도의 양 측면에서, 가장 가까운 궤도의 중심선으로부터 3 m 이내의 철도 선로를 따라있는 구역

2.6 10 m 구역

각 궤도의 양 측면에서, 가장 가까운 궤도의 중심선으로부터 10 m 이내의 철도 선로를 따라있는 구역

2.7 철도 시스템 전압 (Railway system voltage)

고전압으로 변환된 철도 시스템 전용 전압

예) 25-0-25 kV 50 Hz, 110 kV 16.7 Hz

3. 성능 평가기준

이 시험방법의 적용범위에 속하는 기기의 다양성과 상이성으로 인해, 내성 시험결과의 평가를 위한 정확한 기준을 정의하는 것은 어려우나 성능 기준을 달리 명시하지 않은 한 제 3장에서 규정된 성능 평가 기준을 적용한다.

4. 방출 시험 및 허용기준

4.1 변전소에서 외부로의 방출

150 kHz ~ 1000 MHz의 주파수범위에 걸친 방출에 대한 허용기준은 제 1장에 주어져 있다.

제1장에는 DC 및 전원 주파수 자기장의 방출에 대한 참조 값이 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.

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

전구간이 지하에서 운행되는 지하철 시스템에는 측정이 필요하지 않다.

4.2 1 000 V rms AC 이하에서 동작하는 기기에 대한 방출시험

1 000V rms 이하의 전압에서 전력이 공급되며, 이 시험방법에서 다루고 있는 기기의 방출 허용기준은 KN 61000-6-4에 포트별로 주어져 있다.

4.3 변전소 경계 내의 방출 허용기준

변전소의 건설에는 다양한 선택사항이 존재하므로 변전소의 경계선 내의 일반 공간의 방출 허용기준은 주어지지 않는다. 실용적인 측정이 행해졌으며 지침으로 사용할 수 있는 값들이 부록 5.A에 제시되어 있다. 이들은 단지 참고용이며 이 시험방법 기준 내용은 아니다.

5. 내성 요구사항

이 시험방법에서 취급되는 기기에 대한 내성 시험 요구사항은 표 5.1~5.6까지 포트 단위로 규정된다.

시험은 명확하게 정의되고 재현 가능한 방식으로 수행되어야 한다. 시험은 단일 시험으로써 순서대로 수행되어야 한다. 시험 순서는 선택 사항이다.

시험에 대한 설명, 시험 발생기, 시험방법 및 시험 구성은 표 5.1~5.6에 언급된 기본 시험방법에 제시되어 있다. 기본 시험방법의 내용은 여기에서 반복되지 않지만 시험의 실제 적용에 필요한 수정 또는 추가 정보는 이 시험방법에서 제공된다.

시험은 가능한 한 정상 동작의 일관성을 유지하면서 시험 주파수 대역에서 잡음에 대해 가장 취약한 상태를 얻기 위해 선택된 대표적인 동작 모드에서 실시해야 한다. 제조자는 시험계획서에 시험 조건을 규정해야 한다.

기기가 시스템의 일부이거나 보조 기기에 연결이 가능한 경우, KN 61000-4 시리즈의 시험방법에 따라 필요한 보조 기기를 연결한 상태에서 시험 지점에서 시험을 실시한다.

시험 중 피시험기기의 배치와 동작 모드를 시험 성적서에 상세하게 기록해야 한다. 기기의 모든 기능을

시험하는 것이 항상 가능한 것은 아니며, 이 경우 가장 취약한 동작모드를 선택하여야 한다.

기기에 대해 규정된 동작 범위 및 그 정격 공급전압 범위 내에서 시험을 수행한다.

일부 내성 레벨은 산업환경의 일반규격의 경우보다 높은데 실질적으로 이에 대한 필요성이 발견되었기 때문이다.

견인 전류에 의하여 유도된 전압은 여기서 다루지 않는다. 이것은 기능 규격(예 IEC 62497-1)에 따라 다루어져야 한다.

[표 5.1] 내성 - 합체 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험 방법	성능평가기준	비고
방사성 RF 전자기장	80 ~ <u>800</u> 10 80	○ 일반환경 MHz V/m % AM (1 kHz)	KN 61000-4-3	A	변조 전 레벨
	800 ~ 1 000 20 80	MHz V/m % AM (1 kHz)			
	1 400 ~ <u>2 000</u> 10 80	MHz V/m % AM (1 kHz)			
	<u>2 000 ~ 2 700</u> 5 80	MHz V/m % AM (1 kHz)			
	<u>2 700 ~ 5 100</u> <u>5</u> <u>80</u>	<u>MHz</u> <u>V/m</u> <u>% AM (1 kHz)</u>			
	<u>5 100 ~ 6 000</u> <u>3</u> <u>80</u>	<u>MHz</u> <u>V/m</u> <u>% AM (1 kHz)</u>			
전원 주파수 자기장	<u>16.7</u> <u>100</u>	<u>Hz</u> <u>A/m</u>	KN 61000-4-8	A	(주1),
	60 100	Hz A/m			
	0 300	Hz (d.c) A/m			

정전기 방전	±6 (접촉방전) ±8 (기중방전)	kV kV	KN 61000-4-2	B	
--------	------------------------	----------	--------------	---	--

(주1) 홀 소자, 전기동역학 마이크 등 자기장에 반응하는 장치를 포함하는 기기에만 적용

[표 5.2] 내성 - 프로세스, 제어에 관련되지 않는 신호선과 데이터 버스용 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) <u>Ω (소스임피던스)</u>	KN 61000-4-6	A	변조전 레벨 (주1)
전기적 빠른 과도현상/버스트	±2 5/50 5	kV(첨두값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	<u>A</u>	용량성 결합 (주2)

(주1) 시험조건 중 인가되는 신호의 세기는 150 Ω 부하에 대한 등가전류로 정의한다.
(주2) 총 길이가 1 m를 초과하는 케이블에 연결되는 포트에만 적용 가능

[표 5.3] 내성 - 프로세스, 측정, 제어 회선 및 긴 버스 용 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험 방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	변조전 레벨 (주1)
감쇄진동 전압	2.5 (산-잡지간) 1.0 (선-선간)	kV kV	KN 61000-4-12	B	100 kHz, 1 MHz
전기적 빠른 과도현상/버스트	±2 5/50 5	kV(첨두값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	<u>A</u>	용량성 결합
서지	1.2/50(8/20) ±2 (산-잡지간) ±1 (선-선간)	Tr/Th μs kV kV	KN 61000-4-5	B	선-선간 시험은 불평형선에 적용

(주1) 시험조건 중 인가되는 신호의 세기는 150 Ω 부하에 대한 등가전류로 정의한다.

[표 5.4] 내성 - 직류 입출력 전원 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	변조전 레벨 (주1)
전기적 빠른 과도현상/버스트	±4 5/50 5	kV(침투값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	<u>A</u>	직접결합 (주2)
서지	1.2/50(8/20) ±2 (선-접지간) ±1 (선-선간)	Tr/Th μs kV kV	KN 61000-4-5	B	(주2)
<p>(주1) 시험조건 중 인가되는 신호의 세기는 150 Ω 부하에 대한 등가전류로 정의한다.</p> <p>(주2) 재충전을 위해 기기로부터 제거 또는 연결을 해제해야 하는 전지 또는 충전지에 연결하기 위해 설계된 포트에는 적용하지 않는다.</p>					

[표 5.5] 내성 - 교류 입출력 전원 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험 방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	변조전 레벨 (주1)
전기적 빠른 과도현상/버스트	±4 5/50 5	kV(침투값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	<u>A</u>	직접결합
서지	1.2/50(8/20) ±4 (선-접지간) ±2 (선-선간)	Tr/Th μs kV kV	KN 61000-4-5	B	단상시스템에만 적용
<p>(주1) 시험조건 중 인가되는 신호의 세기는 150 Ω 부하에 대한 등가전류로 정의한다.</p>					

[표 5.6] 내성 - 접지 포트

내성 시험명	시험조건	단위	시험방법	성능평가기준	비고
전도성 RF 전자기장	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	(주1, (주2))
전기적 빠른 과도현상/버스트	± 1 5/50 5	kV(침투값) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	A	(주2)
(주1) 시험조건 중 인가되는 신호의 세기는 150 Ω 부하에 대한 등가전류로 정의한다. (주2) 케이블의 길이가 3 m 이상인 것에 적용한다.					

6. 철도 전인을 위해 사용되지 않는 고정 전원설비

6.1 기타 여러 종류의 전원

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

이들은 다음의 두 가지 범주로 구분된다.

- 철도 전원로부터 공급되지 않는 것, 예로서 지역 공공 전기 공급자나 개별 발전사업자로부터 공급받은 것을 말한다. 이것은 이 시험방법의 범주에서 다루지 않는다. KN 61000-3-2, KN 61000-3-3, KN 61000-3-11, KN 61000-3-12의 적용범위에 해당하는 제품은 해당 규격들이 적용된다.
- 열차 전인과 공유되는 철도 전원으로부터 공급받는 경우. 공급 전압은 상당한 고조파 성분을 가질 수 있다. 내성과 방출의 기준은 공급자와 고객의 합의 하에 정의되어야 한다. 예를 들면, 정류변압기의 제 3 권선 또는 변압기를 통하여 철도의 AC 가공선으로부터 공급받는 경우이다.

부록 5.A (정보)

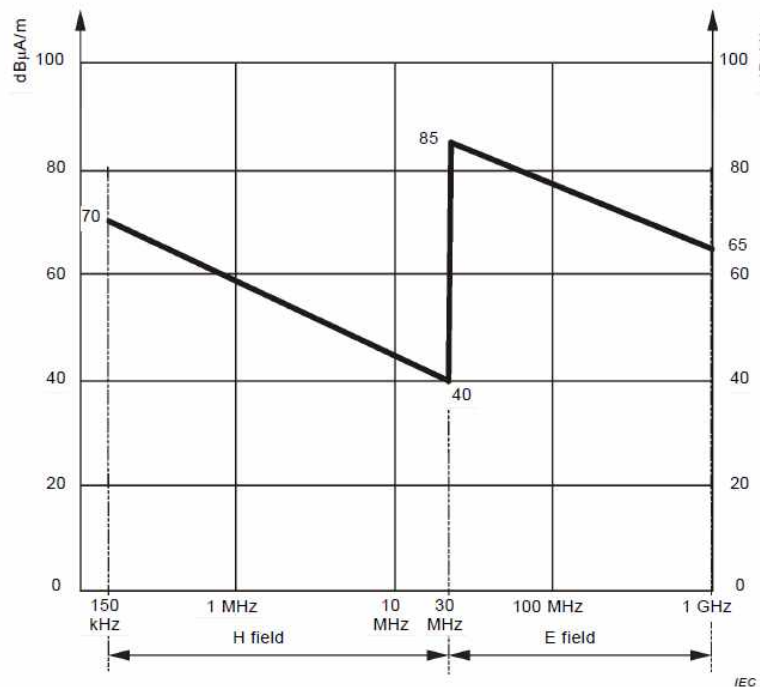
정상 작동 및 스위치 작동 중 변전소의 경계 내에서 방출

변전소의 경계로부터의 방출을 측정하는 프로그램의 일환으로, 변전소 경계 내부의 무선 주파수에서의 방출이 측정되었다. 안테나는 안전한 위치에 놓였고, 정상 작동 그리고 스위치 작동 중 전자기장(field)을 측정하였다. 전자기장 세기의 침투값이 발견되었다. 직류 시스템과 교류 시스템에서도 비슷한 값이 발견되었다. 시험 중 안테나는 스위치에서 3 m 떨어져 있었다.

충분한 수의 결과를 통해 그림 5.A.1과 5.A.2를 얻을 수 있었다. 이것들은 주파수 범위 150 kHz부터 1 000 MHz에 대한 모든 결과의 상한값을 보여준다. 결과값은 KN 16-1-1 시험 장치 및 권장 대역폭으로 측정된 침투값이다.

결과값은 이 부록에 정보용으로 제공되며, 허용기준의 근거가 아니다. 그것들은 현재 건인 변전소에서 사용되는 여러 시기와 디자인의 장비 성능을 나타내는 지표이다.

변전소는 다양한 구성, 정격 및 시스템 전압을 가지고 있다. 변전소 경계 내에 설치될 장치에 대한 방출 허용기준을 설정하는 것이 가능하지 않았다. 각각의 변전소는 경계 내에서 사용되는 다양한 장치들 사이의 EMC를 보장하기 위하여 상세한 연구가 필요하다.



[그림 5.A.1] 개폐기로부터의 방출 - 침투값

주) 개폐기를 작동시키면 과도적인 전자파가 발생하고 개폐기가 정격 전압 조건에서 공칭 정격 전류를 차단할 때, KN 16-1-1 장비로 장치에서 3 m 떨어져 측정된 경우의 방출은 표 5.A.1 및 표 5.A.2에 제시되어있다.

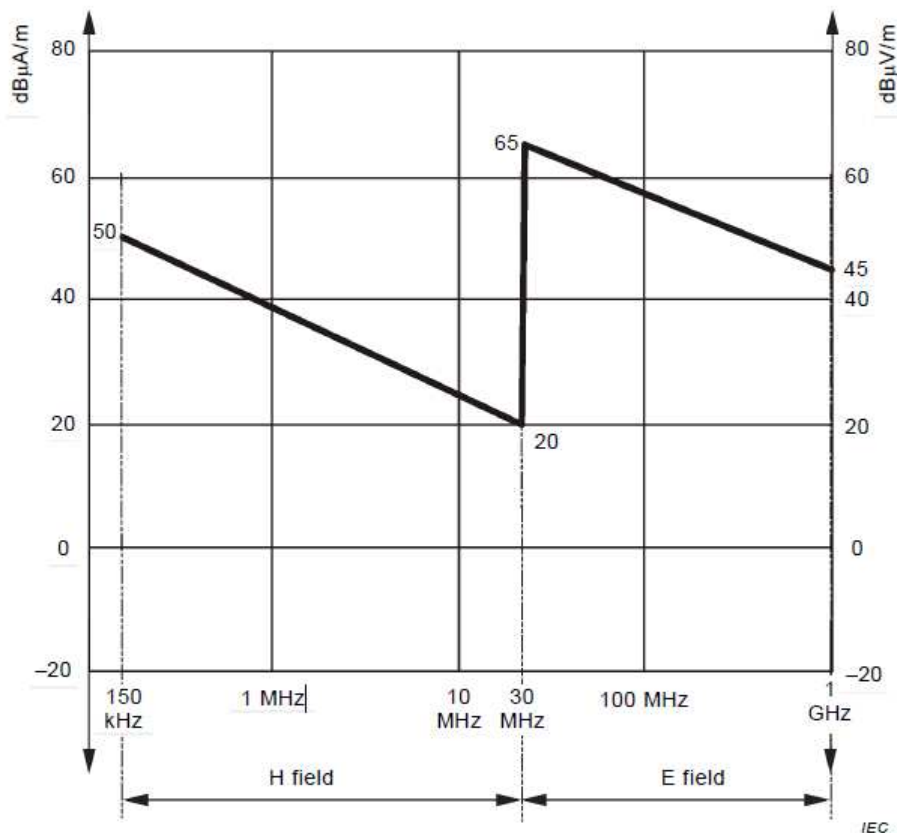
[표 5.A.1] 개폐기로부터의 방출 (150 kHz부터 30 MHz)

주파수 MHz	자기장, 침투 dB(μ A/m)
0.15	70
30	40
비고) 루프 안테나로 대지면 기준 1 m~ 1.5 m에서 측정	

[표 5.A.2] 개폐기로부터의 방출 (30 MHz부터 1 000 MHz)

주파수 MHz	자기장, 침투, 수직 편파 dB(μ A/m)
30	85
1 000	65
비고) 대지면 기준 3 m 높이에서 다이폴 안테나로 측정, 값은 dB/log(f) 그래프의 직선값이다.	

측정 거리는 장치의 개별 항목 또는 그 주변부의 가장 가까운 지점으로부터의 거리를 뜻한다.



[그림 5.A.2] 변전소 경계 내의 방출 - 침투

주) 변전소의 다양한 구조로 인하여 경계 내에서 방출량에 대한 허용기준이 설정되지 않는다 (건물 밖에서 규정). 측정은 KN 16-1-1 장비로 변전소에서 이루어졌으며 표 5.A.3과 5.A.4의 값과 같다.

[표 5.A.3] 변전소 내 방출 (150 kHz부터 30 MHz)

주파수 MHz	자기장, 침투 dB(μ A/m)
0.15	50
30	20
비고) 루프 안테나로 대지면 기준 1 m~ 1.5 m에서 측정	

[표 5.A.4] - 변전소 내 방출 (30 MHz부터 1 000 MHz)

주파수 MHz	자기장, 침투, 수직 편파 dB(μ A/m)
30	65
1 000	45
비고) 대지면 기준 3 m 높이에서 다이폴 안테나로 측정, 값은 dB/log(f) 그래프의 직선값이다.	

경고: 대부분의 변전소에서 절연되지 않은 도체에서 감전의 위험이 있으며, 이러한 도체의 방출을 측정하려는 시도 이전에 안전한 작업 방법이 최우선적으로 고려되어야 한다.