

[별표 6-2]

KN 51

전기철도기기류의 내성
시험방법

목 차

제1장 철도 차량내 기기

1. 적용범위	3
2. 용어정의	3
3. 성능 평가 기준	4
4. 시험조건	5
5. 적용 가능성	5
6. 내성 시험 및 허용기준치	5
부록 A(참고) 기기 및 포트 예	7

제2장 신호 및 전기통신기기

1. 적용범위	13
2. 용어정의	13
3. 내성 허용기준치	14
부록 A (참고) 견인 주파수 시험(선로 대 접지)	15

제3장 고정 전원설비 및 기기

1. 적용범위	24
2. 용어정의	25
3. 성능 평가 기준	25
4. 내성 시험 및 허용기준치	25
5. 철도 견인을 위해 사용되지 않는 고정 전원설비	26
부록 A (참고) 견인주파수 시험(선 대 접지)	28

제1장 철도 차량내 기기

1. 적용 범위

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

본 규격에서 다루는 주파수 범위는 DC ~ 400 GHz이다. 현재 2 GHz를 초과하는 주파수에 대한 시험은 규정되어 있지 않다.

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

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

철도 차량내 단자가 무선 통신의 목적에서 송신용 및 수신용으로 사용되는 경우, 통신 주파수 대역에서는 본 규격의 내성 허용기준치를 적용하지 않는다.

본 규격의 목적은 전자파적합성의 내성 시험 요건들에 대한 시험 방법에 관하여 규정하는 것이다.

내성 요건들은 철도 차량내 기기에 대한 내성 기준을 보증하기 위해 적절히 선택할 수 있다

2. 용어 정의

본 규격 제1장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 차량내 기기(rolling stock apparatus)

시장에서 구매할 수 있는 단품으로 철도차량설비에 구현하기 위한 고유 기능을 보유한 완제품

2.2 포트

규정된 장치의 외부환경에 연결되는 특정 접속부, 예를 들면, 교류전원포트, 직류전원포트, I/O(입력/출력)포트, 접지포트

2.3 합체 포트

합체는 기기의 물리적 경계로서 전자기장이 방사되는 것과 내부로 침입되는 것을 차폐하기

나 또는 기계적인 충동을 막아주는 역할을 한다. 이러한 역할을 하는 합체 내부의 기기와 외부간의 전기적인 접촉이 이루어지게 하는 포트

철도 차량 기기의 주요 포트들의 범례

간인 AC 또는 DC 전원포트	합체 포트	접지 포트
보조 AC 또는 DC 전원포트	철도차량 기기	신호 및 통신포트
건전지 기준 포트		프로세스 측정 및 제어 포트

그림.1 포트의 주요 범례

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

3. 성능평가 기준

본 규격의 적용범위에 속하는 기기의 다양성과 상이성으로 인해, 내성 시험결과의 평가를 위한 정확한 기준을 정의하는 것은 어렵다.

본 규격에 규정된 시험 절차를 적용한 결과, 기기가 위험 또는 안전상의 문제를 발생해서는 안 된다.

EMC 시험 중 또는 시험 결과로 나타나는 성능평가 기준에 대한 기능적 설명과 규정은, 아래의 성능평가 기준 A, B, C에 근거하여 제조자에 의해 제공되고 시험 보고서에 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. 그

러나 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 대표적인 동작 모드에서 행해져야 하며, 정상적인 시험방법의 적용 시에 그리고 일치하는 주파수 대역에서의 잡음에 대해 최대 내성을 가져야 한다. 제조자는 시험 중 조건들을 시험 계획서에 규정해 두어야 한다.

기기가 시스템의 일부인 경우 또는 기기가 보조 기기에 연결될 수 있는 경우, 기기는 KN 22에 따라 포트의 시험에 필요한 최소 구성의 보조 장치에 연결된 상태에서 시험하여야 한다.

기기를 동작시키기 위한 구성과 동작모드는 시험 계획서에 규정해 두어야 하며, 시험 중의 실제 조건들은 시험 보고서에 정확하게 기록해야 한다.

기기가 많은 수의 유사한 포트 또는 많은 수의 유사한 연결 포트를 구비하는 경우, 실제 동작 조건을 모의시험하고 상이한 유형의 모든 포트에 적용됨을 보증하기 위해 충분한 수의 포트를 선택해야 한다(예를 들어, 포트 중 20% 또는 최소한 4개의 포트).

기본 규격에 별도로 지시되지 않은 한 기기에 대해 규정된 동작 범위 내에서 그리고 기기의 정격 공급 전압에서 시험이 수행되어야 한다.

5. 적용 가능성

본 규격에 포함된 측정은 기기의 해당 포트에 대해 수행되어야 한다.

특정 기기의 전기적 특성, 연결 및 용법을 고려하여 시험 항목 중 어떤 시험이 불가능한 지(예; 유도 전동기, 변환기 등의 방사 내성 시험)를 판단할 수 있어야 한다. 이와 같은 경우, 미 시험수행에 대한 결정사항을 시험 계획서 또는 시험 보고서에 기록해야 한다.

6. 내성 시험 및 허용기준치

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

열차의 전자파 적합성의 내성을 보증하기 위해 허용기준은 모든 관련 기기에 적용 가능해야 한다.

전자파 적합성의 내성 측정은 명확히 규정되고 재현 가능한 방식으로 수행되어야 한다.

전자파 적합성의 내성 시험은 단일 시험으로써 순서대로 수행되어야 하며, 시험 순서는 선택 사항이다.

시험에 대한 해설, 시험 발생기, 시험 방법 및 시험 구성은 전자파보호기준의 철도 차량내 기기 가. 목 내지 다. 목에 언급된 기본 규격에 제시되어 있으며, 여기서는 시험의 실제 적용에 필요한 수정 또는 부가 정보를 명시한다.

부록 A(참고)

기기 및 포트 예

본 부록의 목적은 다양한 유형의 철도 차량 기기 및 그 포트의 범례를 제공하는 것이다. 단품으로서 시장에 출시되는 기기들에 대한 예가 표 A.1에 제공된다. 그러나 이들 기기들은 보다 큰 기기(예컨대, 보조 전원 변환기의 제어용 전자제품)에서 서브-시스템을 형성할 수도 있다. 이러한 경우, 해당 규격의 요건은 오직 시장에 출시된 기기에 대해서만 적용된다. 규격에서 포트는 기기의 외부 환경 연결부로 정의되어 있다. 표의 매트릭스는 특정 기기가 내성과 관련이 있는지 또는 없는지의 여부를 나타낸다. 이 지침은 본 규격 사용자의 편의를 위해 제공된 것이며, 확정하기 위한 것은 아니다.

본 규격은 시험의 적용 가능성 여부를 결정하는 데 있어서 필요한 기술적 판단을 할 수 있도록 한다.

다음 그림의 도면은 가장 필수적인 포트들을 명확히 보여준다. 다양한 배치의 예가 도면에 나타나 있다.

그림 A.1은 교류 견인구동장치를 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 및 교류 시스템을 보여준다.

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

그림 A.4는 교류 견인 구동장치를 장착한 직류 급전 시스템을 보여준다.

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

이 외에, 많은 여타 시스템의 배열도 가능하다.

표.A.1 기기의 대표적인 예

기기	시험 요건
견인 변환기	내성
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)	내성
전자 제어 공급	내성
신호 및 통신 장치	내성
환경 조절 장치	내성
승객 정보 장치	내성
출입문 제어	내성
열차 운영을 위한 보조 장치	내성
승객 서비스를 위한 보조 장치	내성
열차 관리 시스템	내성
전자 전력 공급	내성
제동 제어 시스템	내성

전자파보호기준의 철도 차량내 기기 가. 목내지 다. 목에는 특정 포트(기기의 연결부)에 적용하기 위한 시험규격이 규정되어 있다. 표 A.2에는 이러한 포트 및 이러한 포트를 구비할 수 있는 유형의 기기에 사용되는 대표적인 설명이 기술되어 있다. 이들 포트들의 예는 포트 번호 13 및 14를 제외하고 모두 후속 그림에서 제공된다.

표.A.2 대표적인 포트 설명

그림 상의 포트 번호	대표적인 포트 명칭	대표 기기
	건인 교류 전원 포트	
1	판토타프 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	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 포트	
9	보조 교류 공급	환경 조절 장치
	보조 직류 포트	
9	보조 직류 공급	
	전지 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

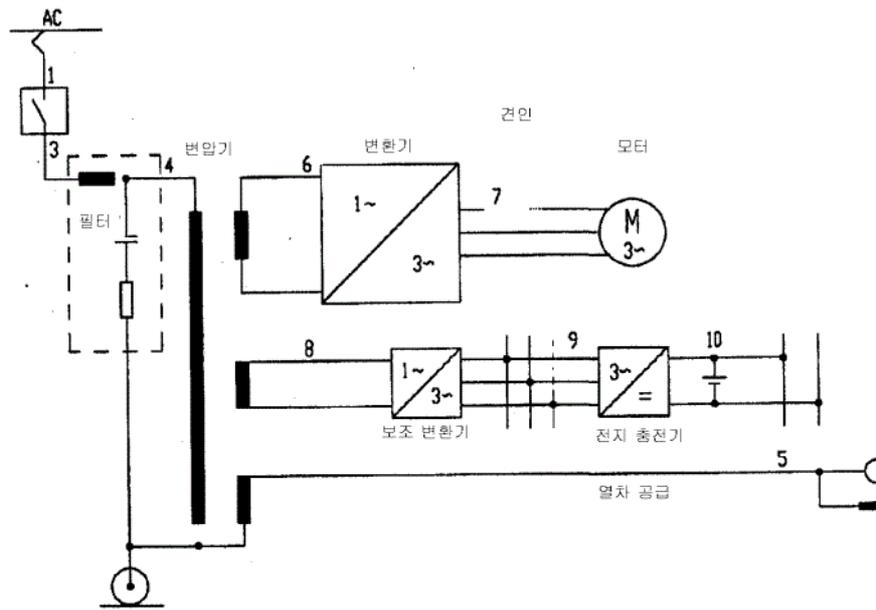


그림.A.1 교류견인구동장치에 AC 급전과 인입선에 등가필터를 갖춘 예

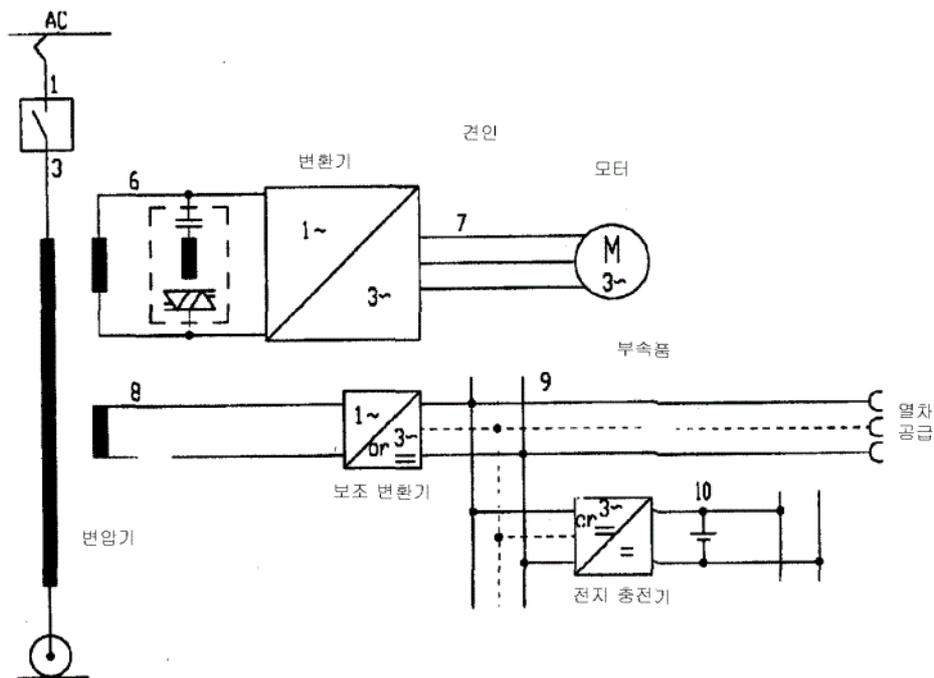


그림.A.2 변환기 측에 역률 교정 필터가 부가된 직류 또는 3상 보조 및 열차 전원을 가지는 교류 및 교류 시스템

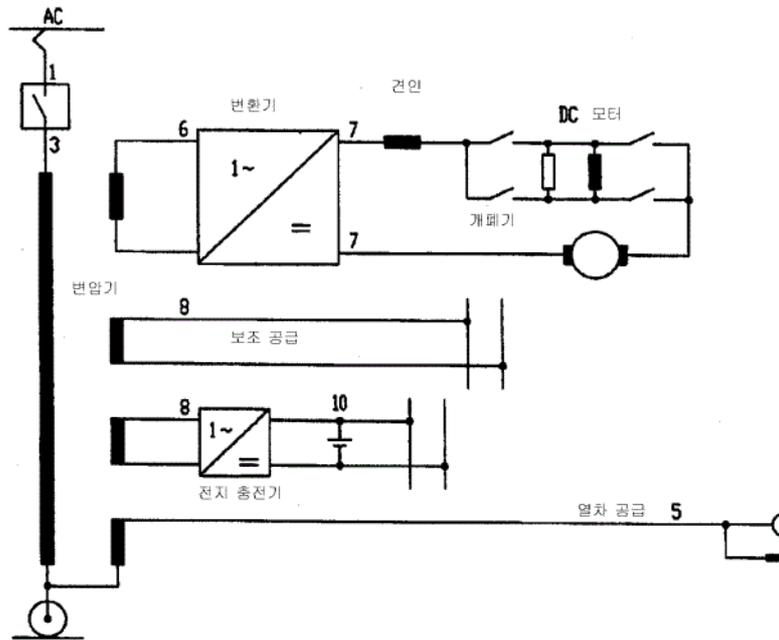


그림.A.3 위상 제어 변환기에 의해 급전되는 교류 입력 및 직류 견인 모터를 갖춘 전통적인 시스템

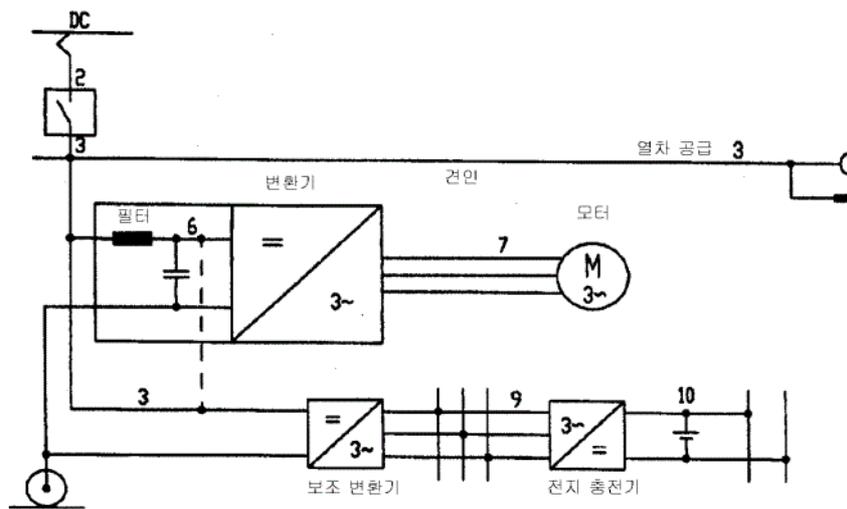


그림.A.4 교류 견인 구동장치를 장착한 직류 급전 시스템

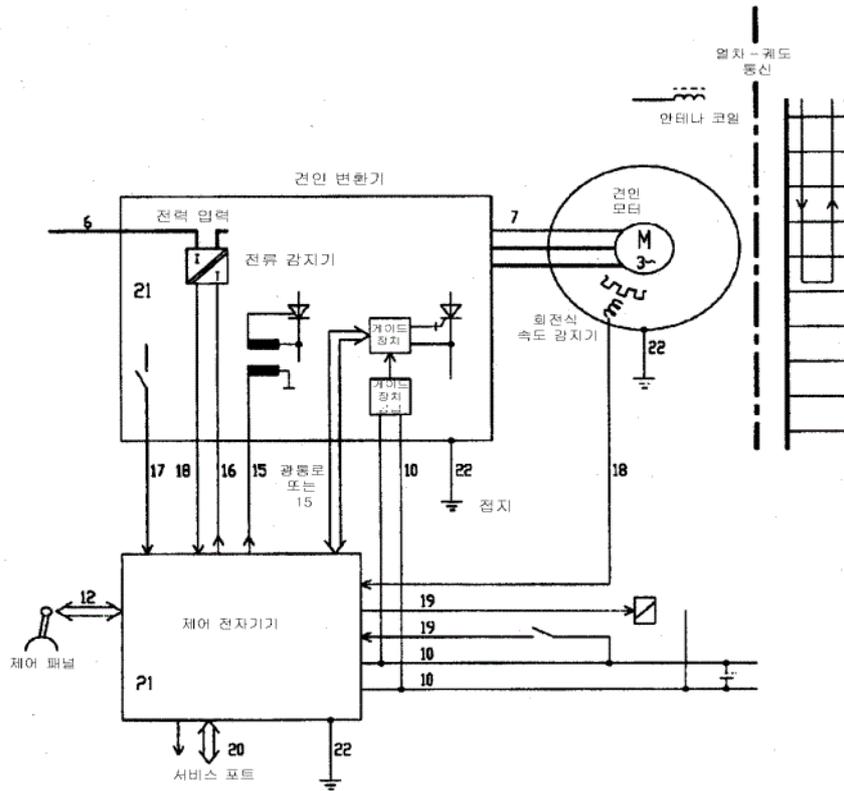


그림.A.5 변환기 및 제어 전자기기의 부가 포트

제2장 신호 및 전기통신기기

1. 적용 범위

본 규격은 철도 환경에 설치된 신호 및 전기통신기기에 적용된다. 차량내에 설치된 신호 및 전기통신기기는 제1장에서 규정한 바에 의한다.

본 규격은 신호 및 전기통신(S&T)기기에 대한 내성시험 성능평가 기준을 제시한다.

철도에 인접하여 기기가 설치된 특수한 경우를 제외하고는 산업환경에서의 내성 기준을 적용한다. 본 규격은 그러한 기기에 대한 내성 요건을 제공한다.

기기에 대해 주어진 내성 기준은 대부분의 경우 장치가 철도 환경에서 의도된 성능을 실현할 수 있도록 장치와 접속 케이블이 무선주파수 전자기장에 직접 노출되거나, 또는 원격 신호원으로부터 간섭신호가 결합되어 장치가 성능 장애를 일으키는 가를 평가하기 위한 공통 기준이다.

무선 통신의 목적을 위해 포트가 송, 수신용으로 사용된다면 그 통신주파수에서는 본 규격의 내성 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 피시험체에 연결된 통신 및 신호 데이터와 전력선에도 적용된다.

내성 요건에 대한 주파수 범위는 직류 ~ 400 GHz이다. 현재, 150 kHz 미만(건인관련 기본 주파수 제외)과 2 GHz 이상의 주파수에 대한 시험은 적절한 시험 방법을 규정하기 어려워 정의되어 있지 않다.

2. 용어 정의

본 규격의 제2장에서 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 합체 포트

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



3. 내성 허용기준치

3.1 성능평가 기준

장치의 평가를 위한 정확한 판단기준을 정의하는 것은 불가능하나, 성능 기준을 달리 명시하지 않은 한 제1장에서 규정된 성능평가 기준을 적용 한다.

3.2 시험조건

장치에 대한 내성시험 요건은 각 포트별로 주어진다.

시험은 명확히 정의되고 재현 가능한 방식으로 수행되어야 한다. 시험은 단일 시험으로써 순서대로 수행되어야 한다. 시험 순서는 선택 사항이다. 시험에 대한 해설, 시험 발생기, 시험 방법 및 시험 구성은 전자과보호기준의 신호 및 전기통신기기 가.목 내지 마.목에 언급된 기본 규격에 제시되어 있다. 장치가 많은 유사한 접속을 가지는 다수의 유사 포트를 가지는 경우, 실제 동작 조건을 모의시험하고 포트의 상이한 유형들이 모두 적용됨을 보증하기 위해 충분한 수의 포트를 선택해야 한다

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

부록 A(참고)

견인 주파수 시험(선 대 접지)

본 부록의 목적은 참고 규격을 철도 환경에 적용시키는 것과 관련하여 충분한 경험이 축적된 경우, 본 규격에 포함하기 위해 제안될 시험들을 나타내는데 있다. 시험 요건은 표 A.1과 같다.

다음은 견인주파수 시험을 수행하는데 필요한 정보를 포함한다. 이는 전도내성 시험(IEC61000-4-16)의 내용에 근거로 한다. 견인주파수 시험에 요구되는 구체적인 조건에 대한 적용에 필요한 정보 및 변동사항들이 포함되어 있다.

표.A.1 내성 - 입/출력포트, 직류 및 교류 전원포트

내성시험명	시험 사양	시험기준	비고	성능평가 기준
견인주파수 (선 대 접지)	16.7 Hz 250V 견인전류에 의한 유도 전압 (≥60 s)	본 부록 참조	설치구역에 있는 전원공급시스템에서 가능한 주파수에서의 시험이 요구된다.	A
	1500 V 단락 전류 (0.1 s) 그리고 60 Hz		피시험장비의 작동 주기 시간이 60초 이상일 경우, 시험시간(견인전류에 의한 유도전류)을 60초 또는 피시험장비의 작동 주기시간으로 한다.	B
	150 V 견인전류에 의한 유도 전압(≥60 s)			A
	650 V 단락전류(0.1 s)		주) 참조	B
주) 이들 수치는 길이가 3 km인 일반 케이블을 기준으로 한다. 이 수준은 짧은 케이블의 경우 선형적으로 낮아질 수 있다.				

A.1 시험장비

A.1.1 시험 발생기의 특성과 성능

시험 발생기는 일반적으로 16.7 Hz와 60 Hz 의 두 주파수에서 전원을 공급할 수 있는 전력 시스템에 연결된 가변 변압기(전력 시스템은 전원 분배망이 될 수 있다), 절연 변압기와 단기 시험을 위한 시간조정 스위치로 구성된다. 여기서 스위치는 전원전압 파형의 0°에서 동기화되어야 한다.

시험발생기의 주요 특성

파형	정현파, 총 고조파 왜곡 10% 미만
출력 임피던스	50 Ω(± 10%)
주파수	16.7 Hz 및 60Hz(± 1%)
개방회로 출력전압 범위 (실효치)	
a) 연속 교란의 경우	16.7 Hz에서 1 V(- 10%) ~ 250V(+ 10%), 60 Hz에서 150 V(+ 10%)
b) 단기간의 교란의 경우 (최소 0.1s)	16.7 Hz에서 10 V(- 10%) ~ 1500V(+ 10%), 60 Hz에서 650 V(+ 10%)
출력전압의 on/off 전환	0° 통과지점(± 5%)에서 동기화

주) 발생기 특성의 검증은 전압 프로브와 오실로스코프 또는 대역폭이 최소한 1 MHz인 다른 동등한 특성을 갖는 측정장비를 이용하여 수행해야 하며, 측정 장비의 정확도는 ± 5% 보다 우수해야 한다.

시험 발생기의 회로도 는 그림 A.2와 같다.

A.1.2 결합 및 감결합장치

전원, 피시험장비의 입력/출력(신호 및 제어) 및 통신 포트에 적절하게 시험 전압을 결합시키고, 또한 시험 수행에 필요한 보조장비(AE)에 시험전압이 인가되는 것을 방지하기 위해 커플링 및 감결합 장치를 사용해야 한다.

A.1.2.1 결합망

A.1.2.1.1 전원 및 입출력포트용 결합망

전원과 입/출력 포트에 대해서 각 도체의 결합회로망은 직렬로 연결된 저항 R과 콘덴서 C로 구성된다. 각 도체의 결합회로망은 병렬로 연결되어 그 포트의 결합회로망을 형성한다.

그림 A.4는 결합회로망의 회로이다. 소자의 값은 다음과 같아야 한다.

$$C = 10 \mu\text{F}$$

$$R = 100 \times n \Omega$$

여기서 n은 도체의 수(n은 2 이상)

한 포트에 대한 결합회로망의 각 도체의 콘덴서와 저항기는 1% 이내의 공차로 정합되어야 한다.

A.1.2.1.2 통신포트용 결합망

통신포트 및 평형 두가닥 선로(단일 또는 복수)에 연결하기 위해 고안된 기타 포트의 경우, 결합회로망은 T 회로망이다.

그림 A.3은 T 회로망의 회로이다. 소자의 값은 다음과 같아야 한다.

$$C = 4.7 \mu\text{F}$$

$$R = 200 \Omega$$

$$L = 2 \times 38 \text{ mH}(\text{두 줄 감기 권선})$$

T 회로망의 소자는 T 회로망이 피시험기기의 공통모드 제거비를 심각하게 저하시키지 않을 정도의 공차로 정합되어야 한다.

A.1.2.2 감결합장치

A.1.2.2.1 일반 특성

감결합장치의 기능은 시험전압이 시험대상이 아닌 장비 및 주위환경에 도달하지 못하게 하는 것이다.

감결합장치의 가장 중요한 특성은 16.7 Hz와 60 Hz에서의 공통모드 감쇠 특성이다. 감결합장치의 공통모드 제거는 피시험체 포트의 공통모드 제거비를 저하시키지 않을 정도로 충분히 높아야 한다.

능동 및 수동의 절연 장치 모두 사용 가능하며, 능동 장치의 예로는 증폭기와 광절연기가 있고, 수동 장치의 예로는 절연 변압기와 변환장치가 있다.

A.1.2.2.2 사양

모든 형태의 동작 신호를 위한 모든 기기에 적용할 수 있는, 고립 및 감결합 사양은 다음과 같다.

- 입력 대 출력 및 입/출력 대 접지 내절연성 용량 : 3 kV, 16.7 Hz 및 60 Hz, 1분
- 16.7 Hz와 60 Hz의 주파수에 대한 공통모드 감결합(감쇠) : 60 dB

주) A.1.2.1.2에 규정된 T 회로망은 10 kHz이상의 주파수에 대해 효과적인 감결합을 제공하며, 감결합

기기는 시험 전압 주파수에 대해 여전히 필요하다.

A.2 시험 배치

피시험기기는 장비 설치사양에 따라 배치 및 연결되어야 한다.

피시험기기, 보조장비 및 시험 장비의 안전 접지 요건을 항상 준수해야 한다.

피시험기기는 제조자의 사양에 따라 보호접지에 연결해야 한다. 시험 발생기, 결합회로망 및 감결합장치는 접지기준평면(GRP) 또는 공통접지포트에 연결해야 한다. 접지기준평면 또는 공통접지포트에 대한 접지연결은 길이가 1 m 미만이어야 한다.

전원, 입/출력 및 통신 포트는 감결합/절연기기를 통하여 연결해야 한다.

보조장비 또는 전원이 고립되어 있는 경우에는 전용 감결합/절연기기가 필요하지 않다.

주) 절단할 필요없이 케이블과 함께 제공된 정격 종단을 이용하기 위해, 감결합/절연기기는 보조 장비 포트에 인접한 케이블의 한쪽에 배치해야 한다.

장비 제조자가 규정한 케이블을 사용해야 한다. 사양이 없는 경우에는 관련 신호에 적합한 형태의 비차폐형 케이블을 사용한다.

A.3 시험 절차

A.3.1 시험실 기준 조건

시험 결과에 대한 환경적 요인의 영향을 최소화하기 위해, A.3.1.1과 A.3.1.2에 규정된 기후 및 전자기 기준조건에서 시험을 수행해야 한다.

A.3.1.1 기후 조건

표준 기후 조건하에서 시험하도록 한다.

- 주변온도: 15 °C ~ 35 °C
- 상대습도: 25% ~ 75%
- 대기압: 86 kPa(860 mbar) ~ 106 kPa(1060 mbar)

피시험기기는 제품사양에 규정된 바에 따라 의도된 기후 조건 내에서 동작해야 한다.

A.3.1.2 전자기 조건

시험소의 전자기 조건이 시험결과에 영향을 미쳐서는 안 된다.

A.3.2 시험품의 동작 실행

피시험기기는 사전 시험을 통하여 결정되는 가장 민감한 모드(프로그램 주기)에서 연속적으로 가동해야 한다.

피시험기기는 성능을 지속적으로 감시하여 어떠한 성능 저하도 시험보고서에 기록해야 한다.

상기 이유에 따라, 특수 실행 소프트웨어의 사용이 권장되지만, 피시험기기가 광범위하게 동작되고 있음을 입증할 수 있는 경우에만 허용된다.

A.3.3 시험 실시

경고:

사용되는 시험전압 또는 접지에 대한 누설전류로 인해 시험 시, 불안정한 상황이 발생할 수 있다. 운영자에 대한 위험을 방지하기 위해 적절한 안전 유의사항은 필수적이다.

시험은 다음의 시험계획서에 따라 수행해야 한다.

- 시험 레벨
- 시험 지속기간
- 시험하고자 하는 시험품 포트
- 시험품의 대표적인 동작조건
- 보조 장비

주1) 장치가 다수의 유사한 포트를 가지는 경우, 충분한 수를 선택하여 모든 상이한 유형의 종단이 포함될 수 있도록 한다.

시험 절차의 주요 단계는 다음과 같다

- 장비 성능의 일차 검증
- 시험되는 피시험체 포트에 대한 결합회로망 및 감결합장치의 연결
- 필요한 경우, 입력신호의 동작성능 검증
- 시험전압 인가

주2) 시험 배치는 피시험체의 입/출력포트의 동작조건에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 새로운 조건은 시험전압 영향의 평가에 있어 기준으로 간주되어야 한다.

A.3.3.1 결합회로망의 연결

시험하고자 하는 모든 포트는 적절한 결합회로망을 통해 연결되어야 한다.(그림 A.4와 A.1.2.1 참조)

A.3.3.2 시험전압 인가

시험 발생기는 각 포트에 교대로 연결해야 한다. 시험대상이 아닌 포트는 접지에 연결되는 각 결합회로망의 입력 포트를 갖는다(그림 A.4 참조).

피시험기기의 동작 성능에 대해 완전한 검증을 할 수 있도록 충분한 시간 동안 시험전압을 인가한다. 짧은 지속시간 시험(일반적으로 0.1초)에서는 이 요건이 충족될 때까지 시험전압을 반복적으로 인가한다.

시험전압 인가를 위한 일반적인 도면은 그림 A.4와 같다.

A.4 시험결과와 시험보고서

본 절에서는 시험결과의 평가와 시험보고서를 위한 지침을 제공한다.

시험하고자 하는 장비와 시스템의 다양성으로 인해 장비와 시스템에 대한 본 시험의 효과를 평가하는데 어려움이 따른다.

제품 사양에 의해 다른 사양이 주어지지 않는 한 시험결과는 동작조건과 피시험기기의 기능 사양에 근거하여 다음과 같이 분류된다.

- a) 요구되는 허용기준 내에서의 정상 성능
- b) 자체 복구가 가능한 기능이나 성능의 손실 또는 성능의 일시적인 저하
- c) 운영자의 개입이나 시스템 리셋이 요구되는 기능이나 성능의 손실 또는 성능의 일시적인 저하
- d) 장비(부품) 또는 소프트웨어의 손상으로 인하여 복구가 불가능한 기능의 저하나 손실 또는 데이터 망실

본 부록에 정의된 시험 적용의 결과로 인해 장비가 위험하거나 불안정해져서는 아니 된다.

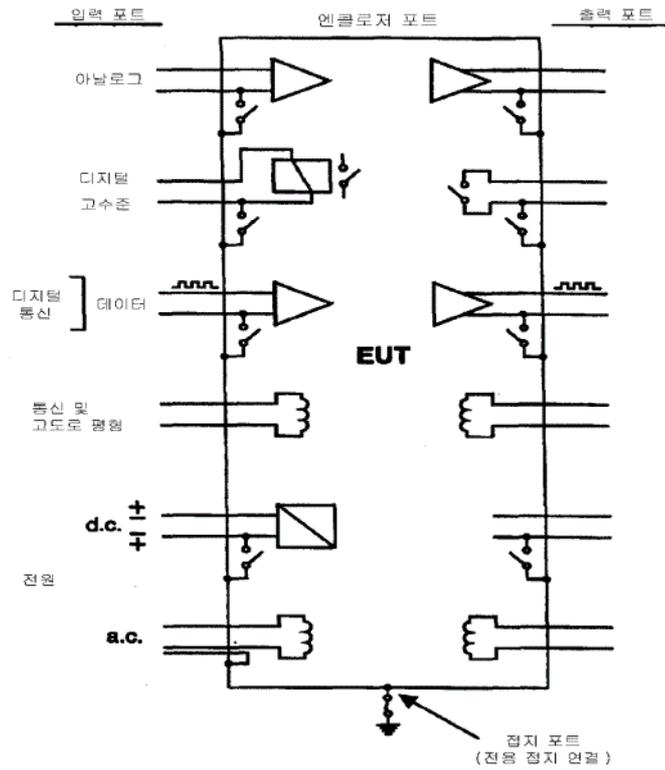
일반적으로 장비가 시험 기간 동안 그 내성을 입증하고 시험이 종료된 후 기술사양에 규정된 기능적 요건을 만족하는 경우, 그 시험 결과는 합격한 것으로 본다.

기술 사양에서는 중요하지 않기 때문에 수용해도 무방한 것으로 간주되는 피시험기기에 대한 영향을 규정할 수 있다.

장비가 시험 종료 시에 동작능력을 스스로 복구할 수 있는지를 검증해야 하며, 장비가 그 전체 기능을 상실하는 시간간격을 기록해야 한다. 이러한 검증은 시험 결과의 명확한 평가

를 위해 반드시 요구된다.

시험보고서에 시험조건 및 시험결과를 포함해야 한다.



주) 스위치의 위치는 포트의 가능한 구성에 관련된다. 단일종단, 절연

그림.A.1 장비 포트 및 구성의 예

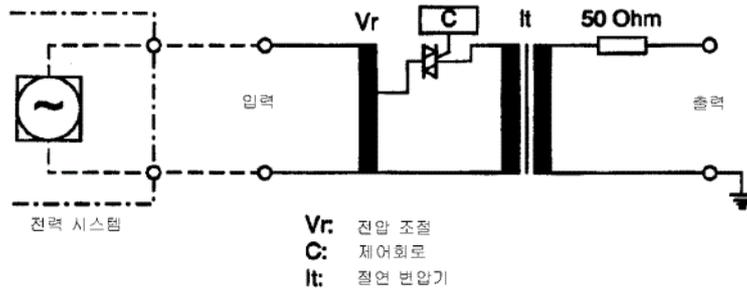
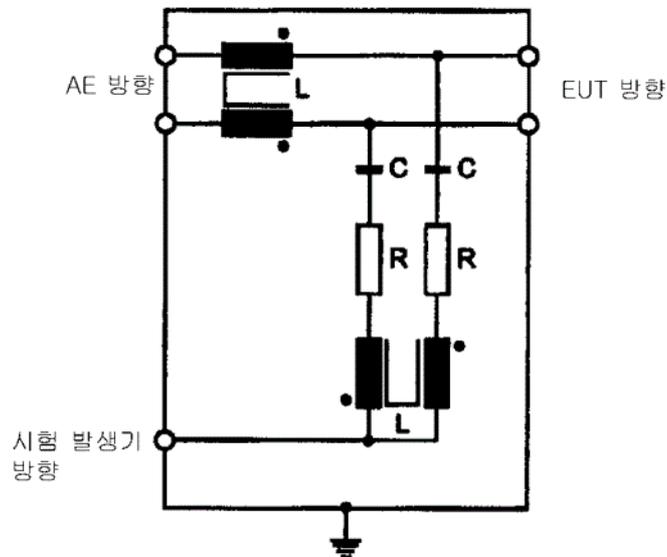
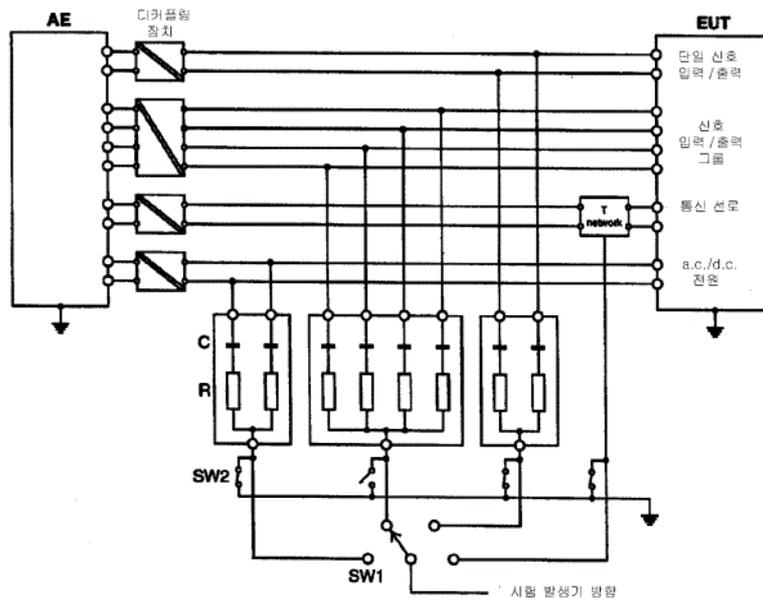


그림.A.2 견인주파수 시험용 발생기의 원리(16.7Hz와 60Hz)



- AE 보조장비
- EUT 피시험장비
- R = 200Ω
- C = 4.7μF
- L = 2 x 38mH(두 줄 감기 권선)

그림.A.3 통신 포트 및 고도 평행 두가닥 선로로의 연결을 위해 고안된 기타 포트를 위한 결합 "T-회로망"의 회로도



AE 보조장비

EUT 피시험장비

$R = 100\Omega \times n$ 관련 포트에 속한 도체 수

$C = 10\mu F$

예: $n = 4, R = 4 \times 100\Omega$

그림.A.4 형식시험을 위한 회로도

제3장 고정 전원설비 및 기기

1. 적용범위

본 규격은 전원과 관련된 철도 고정 설비에 사용하도록 고안된 전기 및 전자기기와 시스템의 전자파 적합성의 내성에 적용된다. 여기에는 기기에 대한 급전, 보호용 제어회로를 포함한 기기 자체, 스위칭 스테이션, 전력 단권변압기, 부스터 트랜스, 변전소 개폐기와 기타 중단 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 표준에 명시된 허용기준은 의도적인 통신목적 신호에는 적용되지 않는다.

고려되는 주파수 범위는 DC ~ 400 GHz이다.

현재, 시험은 2 GHz이하로 규정된다.

다음에 배치된 기기 간의 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 위한 목적을 위해 궤로 주변(철도 시스템 전압으로 낮추는 변전소에 전력을 공급하는 철도 경계선 내의 고압 공급 시스템 포함)

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(조차장, 차량기지 및 변전소에 대한 전력 공급 포함)
- e) 전철전원과 공유하는 철도전원으로부터의 기타 다양한 비건인용전원

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

전자파보호기준의 고정전원설비 및 기기 가.목 내지 바.목에 규정된 시험에 대해 자체적으로 내성을 갖는 전원기기는 본 표준의 내성 요건에서 제외된다.

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

2. 용어 정의

본 규격 제3장에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 기기

단품으로 시장에서 구매할 수 있는 것으로 철도차량설비에 구현하기 위한 고유기능을 보유한 완제품

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 전원공급과 경우에 따라서는 주파수가 접촉선의 전압과 주파수를 전차선의 전압 및 주파수로의 변환을 주 기능으로 하는 설비

2.5 철도 급전선

철도의 경계선 내에 가설되는 도체로서 철도에만 전원을 급전하는 선로

3. 성능평가 기준

본 규격들의 적용범위에 속하는 기기들은 그 종류의 다양성으로 인하여 내성 시험 결과 평가를 위한 정확한 판단기준을 정의하는 일이 어렵다. 따라서 제1장의 성능평가 기준에 정의된 3 가지의 일반적인 성능평가 기준이 사용된다.

4. 내성 시험 및 허용기준치

본 규격에 의해 취급되는 기기에 대한 내성 시험 요건은 전자파보호기준의 고정전원설비 및 기기, 가.목 내지 바.목에 포트 별로 주어져 있다.

시험은 명확하게 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 구성은 전자파보호기준의 고정전원설비 및 기기, 가.목 내지 바.목에 언급된 기본 규격에 제시되어 있으며, 시험의 실제 용도에 필요한 추가 정보 또는 변경사항을 제시한다.

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

주) 기기가 시스템의 일부이거나 보조 기기에 연결이 가능한 경우, KN 61000-4-6의 일반 방법에 따라 시험 전에 시험을 인가하는 데에 필요한 보조 기기를 연결한 상태에서 시험을 실시하는 것이 좋다.

시험 중의 시험품의 배치와 동작 모드를 시험보고서에 상세하게 언급해야 한다. 기기의 모든 기능을 시험하는 것이 항상 가능한 것은 아니며, 이 경우 동작의 임계모드를 선택하여야 한다.

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

일부 내성 레벨은 중공업환경의 일반규격의 경우보다 높는데 실질적으로 이에 대한 필요성이 발견되었기 때문이다.

5. 철도 견인을 위해 사용되지 않는 고정 전원설비

5.1 다양한 기타 전원장치

이들은 신호시스템, 역 서비스, 사무실 건물 서비스, 화물크레인 및 조차장 조명용으로 사용된다.

이들은 다음의 두 가지 범주로 구분된다.

- a) 비철도 전원으로부터 공급받는 경우. 그 예는 지역 내 공공 전력업체 또는 개별 발전기로부터의 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 가공선으로부터 공급받는 경우이다.(5.2 참조)

5.2 철도견인시스템에 연결된 전원으로부터 전력을 공급받는 기기

전원공급에 대한 선택사항은 매우 광범위하며, 따라서 이와 같은 광범위한 장애 조건 하에서는 현재 어떠한 국제적인 허용기준치를 설정할 수 없다. 견인차량의 유형에 따라 공급전압에는 상당한 고조파 성분이 존재할 수 있다. 전자파적합성을 보증하는 내성의 기준을 설

정하는 것은 기기 운용기관의 책임이다.

허용기준치가 규정되어 있지 않은 경우, 일반 규격 “산업환경에서 적용되는 일반 내성 기준”의 해당 부분을 충족하는 기기를 사용해야 한다.

부록 A(참고)

견인 주파수 시험(선 대 접지)

본 부록의 목적은 철도 환경에 적용시키는 것과 관련하여 충분한 경험이 축적된 경우, 본 규격에 포함하기 위해 제안될 시험들을 나타내는데 있다. 시험 요건은 표 A.1과 같다.

다음은 견인주파수 시험을 수행하는데 필요한 정보를 포함한다. 이는 IEC 61000-4-16의 내용에 근거로 한다. 견인주파수 시험에 요구되는 구체적인 조건에 대한 적용에 필요한 정보 및 변동사항들이 포함되어 있다.

표.A.1 내성 - I/O포트, DC 전원 포트와 AC 전원 포트

내성 시험명	시험 사양	시험기준	비고	성능평가 기준
견인주파수 (선대접지)	16.7 Hz 250 V 견인전류에 의한 유도 전압 (≥60 s)	본 부록 참조	설치구역에 있는 전원공급시스템에서 가능한 주파수에서의 시험이 요구된다.	A
	1500 V 단락회로전류 (0.1 s) 그리고 60 Hz			B
	150 V 견인전류에 의한 유도 전압(≥60 s)			A
	650 V 단락회로전류(0.1 s)			B
주) 이 시험 사양은 길이가 3 km인 일반 케이블을 기준으로 한다. 시험레벨은 짧은 케이블의 경우 선형적으로 낮아질 수 있다.				

A.1.1 시험 발생기의 특성과 성능

시험 발생기는 일반적으로 16.7 Hz와 60 Hz 양자에서 전원을 공급할 수 있는 전력 시스템에 연결된 가변 변압기(전력 시스템은 교류전원망을 사용할 수 있다), 절연 변압기와 단기 시험을 위한 시간조정 스위치로 구성된다. 여기서 스위치는 전원전압 파형의 0°에서 동기화되어야 한다.

시험발생기의 주요 특성

파형	정현파, 총 고조파 왜곡 10% 미만
출력 임피던스	50 Ω(± 10%)
주파수	16.7 Hz 및 60 Hz(± 1%)
개방회로 출력전압범위(rms)	
a) 연속 방해의 경우	16.7 Hz에서 1 V(-10%) ~ 250 V(+10%), 60Hz에서 150V(+ 10%)
b) 단기간의 방해의 경우 (최소 0.1s)	16.7 Hz에서 10 V(-10%) ~ 1500 V(+10%), 60 Hz에서 650 V(+ 10%)
출력전압의 on/off 절체:	영점 통과지점에서 동기화(± 5°)

주) 발생기 특성의 검증은 전압 프로브와 대역폭이 최소한 1 MHz인 오실로스코프 또는 기타 등가의 측정 장비를 이용하여 수행해야 한다. 측정 장비의 정확도는 ± 5% 보다 우수해야 한다.

시험 발생기의 회로도 는 그림 A.2와 같다.

A.1.2 결합 및 감결합 장치

전원, 피시험장비의 입력/출력(신호 및 제어) 및 통신 포트에 적절하게 시험 전압을 결합시키고, 또한 시험 수행에 필요한 보조장비(AE)에 시험전압이 인가되는 것을 방지하기 위해 커플링 및 감결합 장치를 사용해야 한다.

A.1.2.1 결합망

전원 및 입출력 포트용 결합망

전원과 입출력포트에서 각 도체의 결합망은 직렬 저항(R)과 콘덴서(C)로 구성된다. 각 도체의 결합망은 병렬로 연결되어 포트의 결합망을 형성한다.

그림 A.4는 결합망의 회로이다. 소자의 값은 다음과 같다.

$$C = 10 \mu\text{F}$$

$$R = 100 \times n \Omega$$

여기서 n은 도체의 수(n은 2이상)

결합망에서 각 도체의 콘덴서와 저항은 1% 이내의 허용오차로 정합되어야 한다.

A.1.2.1.2 통신포트용 결합망

통신포트 및 평형의 이중선(단일 또는 복수의 이중선)에 연결하기 위해 고안된 기타 다른 포트의 경우 결합망은 T망이다.

그림 A.3은 T망의 회로이다. 소자의 값은 다음과 같다.

$$C = 4.7 \mu\text{F}$$

$$R = 200 \Omega$$

$$L = 2 \times 38 \text{ mH}(\text{bifilar 권선})$$

T망의 소자는 T망이 피시험장비의 공통모드 제거비를 심각하게 저하시키지 않을 정도의 허용오차로 정합되어야 한다.

A.1.2.2 감결합 장치

A.1.2.2.1 일반 특성

감결합 장치의 기능은 시험전압이 시험대상이 아닌 장비 및 주위환경에 도달하지 못하게 하는 것이다.

감결합 장치의 가장 중요한 특성은 16.7과 60 Hz에서의 공통모드 감쇠 특성이다. 감결합 장치의 공통모드제거는 피시험장비 포트의 공통모드제거비를 저하시키지 않을 정도로 충분히 높아야 한다.

능동 및 수동의 절연 장치 모두 사용가능하며, 능동 장치의 예로는 증폭기와 광절연기가 있고 수동 장치의 예로는 절연 변압기와 중계기가 있다.

A.1.2.2.2 규격

모든 형태의 동작 신호 장치에 적용 가능한, 절연 및 감결합 규격은 다음과 같다.

- 입력 대 출력 및 입력/출력 대 접지 내절연성 용량: 3 kV, 16.7 Hz 및 60 Hz, 1 분
- 16.7Hz와 60Hz의 주파수에 대한 공통모드 감결합(감쇠):60 dB

주) A.1.2.1.2 에 규정된 T망은 10 kHz이상의 주파수에 대해 효과적인 감결합 기능을 제공한다.

A.2 시험 배치

피시험기기는 장비 설치규격에 따라 배치 및 연결되어야 한다.

피시험기기, 보조장치 및 시험 장비의 안전 접지 요건을 항상 준수해야 한다.

피시험기기는 제조사의 사양에 따라 보호접지에 연결해야 한다. 시험 발생기, 결합망 및 감결합 장치는 접지기준평면(GRP) 또는 공통접지포트에 연결해야 한다. 접지기준평면 또는 공통접지포트에 대한 접지연결은 길이가 1 m 미만이어야 한다.

전원, 입출력 및 통신 포트는 감결합/절연기기를 통하여 연결해야 한다.

AE 또는 전원이 절연되어 있는 경우 전용 감결합/절연기기는 필요하지 않다.

주) 절단할 필요없이 케이블로 제공된 정상 중단장치를 이용하기 위해, 감결합/절연기기는 보조 장비 포트에 인접한 케이블의 한쪽에 배치해야 한다.

장비 제조자가 규정한 케이블을 사용해야 한다. 규격이 없는 경우에는 관련 신호에 적합한 형태의 비차폐형 케이블을 사용한다.

A.3 시험 절차

A.3.1 시험소 기준조건

시험 결과에 대한 환경 요인의 영향을 최소화하기 위해, A.3.1.1과 A.3.1.2에 규정된 기상 및 전자기 기준조건에서 시험을 수행해야 한다.

A.3.1.1 기후 조건

표준 기후 조건하에서 시험하도록 한다.

- 주변온도: 15 °C ~ 35 °C
- 상대습도: 25% ~ 75%
- 대기압: 86 kPa(860 mbar) ~ 106 kPa(1060 mbar)

시험품은 제품사양에 규정된 바에 따라 의도된 기후 조건 내에서 동작해야 한다.

A.3.1.2 전자기 조건

시험소의 전자기 조건이 시험결과에 영향을 미쳐서는 안 된다.

A.3.2 피시험기기에 대한 시험

피시험기기의 예비시험을 통하여 결정되는 가장 민감한 모드(프로그램 주기)에서 연속적으로 가동해야 한다.

피시험기기의 성능을 지속적으로 감시하여 모든 성능저하를 시험보고서에 기록한다.

상기 이유에 따라, 특수 실행 소프트웨어의 사용이 권장된다. 단 피시험기기가 광범위하게 조작되고 있음을 입증할 수 있는 경우에만 허용된다.

피시험기기를 충분히 조작하기 위해서는 전원, 신호 및 기타 다른 전기량은 정격 범위 내에서 인가되어야 한다. 실제의 동작 신호원을 사용할 수 없는 경우, 이들을 모의시험할 수 있다.

A.3.3 시험의 실행

경고:

사용되는 시험전압 또는 접지에 대한 누설전류로 인해 시험 시 불안정한 상황이 발생할 수 있다. 운영자에 대한 위험을 방지하기 위해 적절한 안전 유의사항은 필수적이다.

시험은 다음을 규정하는 시험계획서에 따라 수행하도록 한다.

- 시험 레벨
- 시험 지속기간
- 시험되는 피시험기기 포트
- 피시험기기의 대표적인 동작조건
- 보조 장비

주1) 기기가 다수의 유사한 포트를 보유할 경우, 충분한 수를 선택하여 모든 상이한 유형의 종단이 포함될 수 있도록 한다.

시험 절차의 주요 단계는 다음과 같다.

- 장비성능의 일차 검증
- 시험되는 피시험기기 포트에 대한 결합망 및 감결합 장치의 연결
- 필요한 경우, 입력신호의 동작성능 검증
- 시험전압 인가

주2) 시험구성은 피시험기기의 입출력 포트의 동작조건에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 새로운 조건은 시험전압 영향의 평가에 있어 기준으로 간주된다.

A.3.3.1 결합망의 연결

모든 시험대상 포트는 적절한 결합망을 통해 연결한다.(추가 정보는 그림 A.4와 A.1.2.1을 참조)

A.3.3.2 시험전압 적용

시험 발생기는 각 포트에 교대로 연결해야 한다. 시험대상이 아닌 포트는 접지에 연결되는 각 결합망의 입력 포트를 갖는다(그림 A.4 참조).

피시험시험기기의 동작 성능에 대해 완전한 검증을 할 수 있도록 충분한 시간 동안 시험전압을 인가한다. 짧은 지속시간 시험(일반적으로 0.1초)에서는 이 요건이 충족될 때까지 시험전압을 반복적으로 인가한다.

시험전압 인가에 대한 전체 도면은 그림 A.4와 같다.

A.4 시험결과와 시험보고서

본 절에서는 시험결과의 평가와 시험보고서를 위한 지침을 제공한다.

시험대상 장비와 시스템의 다양성으로 인해 장비와 시스템에 대한 본 시험의 효과를 평가하는데 어려움이 따른다.

제품규격으로 다른 규격이 주어지지 않는 한, 시험결과는 다음과 같이 동작조건과 피시험기기의 기능적인 규격에 근거하여 다음과 같이 분류한다.

- a) 규정된 허용기준 내에서의 정상 성능
- b) 자체복구 가능한 기능 또는 성능의 일시적인 성능저하나 기능 상실
- c) 운영자의 개입이나 시스템 리셋을 요구하는 기능 또는 성능의 일시적인 성능저하나 기능상실
- d) 장비(소자부품) 또는 소프트웨어의 손상이나 데이터의 손실에 의해 복구가 불가능한 성능저하나 기능상실

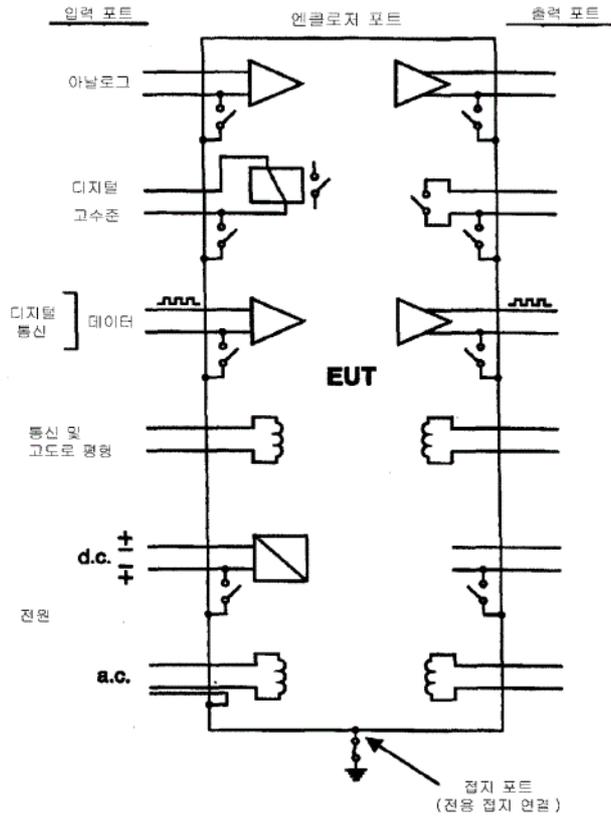
본 부록에 정의된 시험 적용의 결과, 장비가 위험하거나 불안정해져서는 안 된다.

일반적으로, 장비가 시험 기간 동안과 시험이 종료된 후에도 그 내성이 입증되고 기술사양에 규정된 기능적 요건을 만족하는 경우, 시험 결과는 합격한 것으로 본다.

기술 사양에서는, 중요하지 않기 때문에 수용해도 무방한 것으로 간주되는 피시험기기에 대한 영향을 규정할 수 있다.

이들 조건에서, 장비가 시험 종료 시에 동작능력을 스스로 복구할 수 있는지를 검증해야 하며, 따라서 장비가 그 완전한 기능을 상실하는 기간을 기록해야 한다. 이러한 검증은 시험결과의 최종 평가에 필수적이다.

시험보고서에 시험조건 및 시험결과를 포함해야 한다.



주) 스위치의 위치는 포트의 가능한 구성에 관련된다. 단일종단, 절연

그림.A.1 장비포트 및 구성의 예

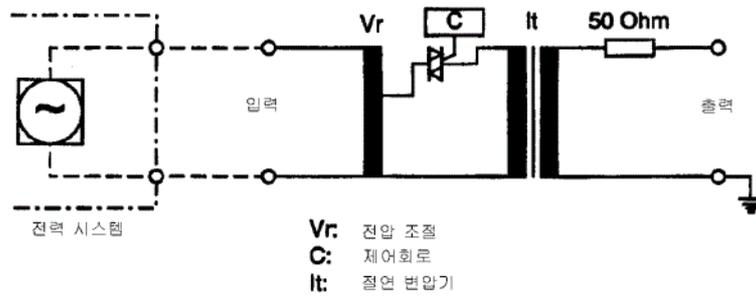
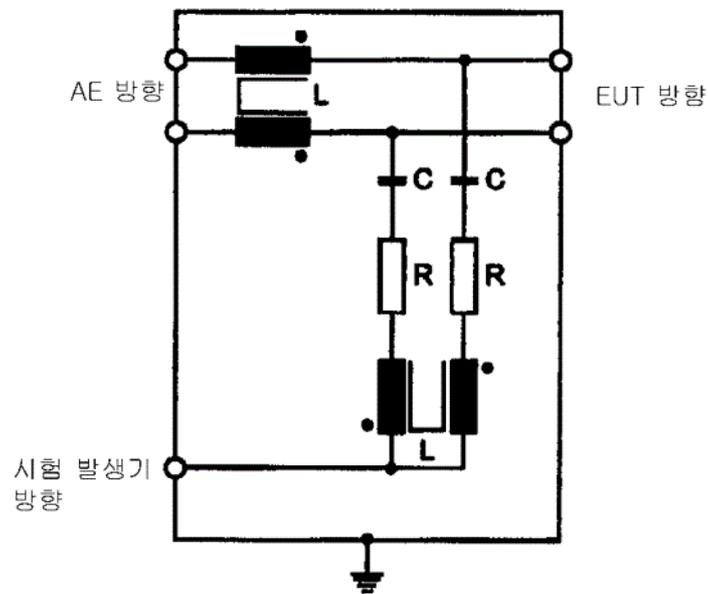


그림.A.2 견인주파수 시험용 발생기의 원리(16.7Hz와 60Hz)



AE 보조장비

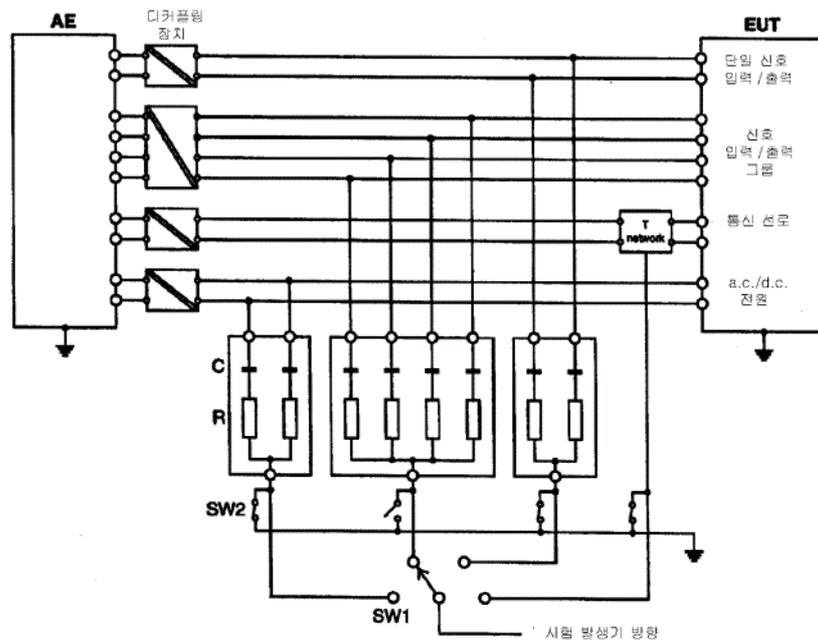
EUT 피시험장비

$R = 200\Omega$

$C = 4.7\mu F$

$L = 2 \times 38mH$ (바이파일라 권선)

그림.A.3 통신 포트 및 고도 평형쌍 연결하기 위해 고안된 기타 포트를 위한 결합 "T망"의 회로도



AE 보조장비

EUT 피시험 장비

$R = 100\Omega \times n$ 관련 포트에 속한 도체수

$C = 10\mu F$

$n = 4$ 의 예

$R = 4 \times 100\Omega$

그림.A.4 형식시험을 위한 회로도