

# 전동차 EMC 측정을 위한 시스템 구성 및 개발

## System setup and development for measuring EMC test of the trains

박영\* 한문섭 이장무 장동욱 박현준 김민철

Young Park\*, Moonseob Han, Changmu Lee, Donguk Jang, Mincheol Kim, Hyunjun Park

---

### ABSTRACT

In this paper, measuring programs for EMC type tests in the railway environments were designed and developed the train harmonic current in ATP frequency band and psophometric current using PXI components and LabVIEW software form National Instruments. As real time applications for EMC tests , harmonic current and psophometric current results of the train were also presented. This new measuring programs for EMC tests in the train are expected to increase test reliability and real-time performance.

---

### 1. 서론

전기철도에서의 EMC 시험은 유럽에서 EN50121 (EMC in Railway) 규격화를 시행하면서 수년 전 부터 추진되었다. 최근에는 국제적인 IEC (International Electrotechnical Commission) 규격으로 2003년에 IEC62236 "Railway application - EMC" 규격이 제정되었다. 또한 국내에서는 전기철도의 발전과 함께 고속화 및 열차운행간격 단축에 따른 철도안전의 중요성이 대두되어 전자적 악영향에 대한 연구가 필요한 실정이다. 특히 전동차의 EMC 관련항목 측정은 아직 측정 방법 및 절차가 정확히 정해지지 않았고, 측정 장비와 프로그램 분석 방법 또한 전기철도 시스템에 적합하지 않다. 이에 따라 본 논문에서는 전동차의 운행 중 전력변환기의 고조파·고주파 전류를 측정을 위한 프로그램을 개발하고 이를 이용하여 전동차의 EMC에 관련된 항목을 측정 분석하고자 하는 것이다. EMC 시험항목은 ATP 주파수대역의 전도성 잡음과 등가방해전류이며 각 항목의 측정 계측기 이외에 LabView를 이용 프로그램을 개발하였다.

---

\*\* 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

\*\* 한국철도기술연구원 주임연구원, 정회원

\*\*\* 한국철도기술연구원 책임연구원, 정회원

\*\*\*\* 한국철도기술연구원 연구원, 비회원

## 2. 본 문

### 2.1 전동차 EMC 측정 장비

본 연구에서 사용한 측정장비는 모두 교정을 실시하여 합리적인 EMC 장비들이며, 상세한 장비 항목은 표 1과 같다. 특히 PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) 시스템에 경우 시험 진행 중 다양한 조건에서의 측정이 가능하도록 주파수의 범위나 sampling rate와 같은 세부 항목의 변경이 가능하고 정밀한 측정치와 신뢰성 있는 데이터를 얻기 위하여 National Instrument에서 배포한 LabView를 이용 프로그램을 직접 개발하여 본 시험에 적용하였다.

No	Title	Num	Characteristic	Calibration
1	Current transformer Pearson CT 101D	3	Max. Current 200A Frequency range from 0.025Hz to 4MHz Hole Dia. 2.0 inch	PASS
2	Current transformer LEM flex RR3030	3	Max. Current 3,000A Frequency range from 10Hz to 50kHz Length 24 inch	PASS
3	PXI System National Instrument	1	PXI-1002, 4slotshassis NI 8179, 1.26GHz PXI Embedded Controller NI PXI-4472 with Sound and VibrationToolset	N/A
4	UPS	2	Rating 1000VA at 220V/3A 20min	N/A
5	Antenna Loop ant. 6507	1	Frequency range from 1kHz to 30MHz	PASS
6	Antenna Logbiconical VULB 9160	1	Frequency range from 25kHz to 2GHz	PASS
7	EMI Receiver ESCS30	1	Frequency range from 9kHz to 2.6GHz	PASS
8	Power Generator	1	210V / 100V (50Hz)	N/A
9	Note-book PC	2	For general purpose use	N/A
10	Voltage Probe TEK	2	100:1 Probe	N/A

### 2.2 전동차 EMC 측정 방법과 프로그램

#### 2.2.1 전동차 동가방해전류

동가방해전류 측정은 통신장애에 관한 지표로서 전력계통이 통신회로에 미치는 장애영향을 평가하는 방법이다. 전화기는 사람의 청각과 같이 1kHz에서 최고값을 갖는 민감성을 갖고 있으며 고조파 발생에 대한 전화기의 반응과 사람의 청각과의 관계를 이용하여 각 고조파에 의해 발생한 장애에 대해 합리적인 표현방법을 얻기 위해서는 여러 방식이 쓰이지만 국내의 전기철도에서 적용된 방식은 주로 CCITT (국제전신전화과학위원회 : International Consultative commission on Telephone and Telegraph System)에서 사용되는 동가방해전류이다.

##### (가) 시험장치의 구성

본 연구에서 시행한 동가방해전류 측정을 위한 시스템 구성도를 그림 1에 나타내었다. 동가방해전류



## 2.2.2 ATP 주파수 대역에서의 전도성 잡음

본 시험은 APT 주파수 대역에서 신호 시스템과 간섭되지 않은 것을 증명하는 것이다.

### (가) 시험장치의 구성

ATP 주파수 대역에서의 전도성 잡음 측정 방법을 그림 3에 나타내었다. 고조파 측정장치는 교류 25kV의 권선에 CT를 연결하여 측정하였다. 측정된 신호는 National Instruments의 PXI 시스템에 연결하여 전류를 CT 비에 맞추어 증폭 하였고 이후 본 연구를 위하여 직접 개발한 프로그램을 이용 FFT 분석하였다. 측정된 신호는 컨트롤러에 모니터를 연결하여 실시간 분석이 가능하다. 또한 측정 중 안정된 전원을 공급하기 위하여 UPS를 이용하였다.

### (나) 시험 절차

고조파 측정은 정상조건에서 B, SIV 및 MR 모드로 실행하였으며 비정상 조건에서도 위의 시험을 반복하였다. 시험의 초기단계로 B 모드에서 시험선 자체의 background 노이즈를 측정하였고 이후 역에서 최대 부하로 SIV 모드에서 열차의 고조파 전류를 측정하였다. MR 모드 측정은 열차의 견인력 혹은 breaking 이 최고 상태일때의 열차에 의해 나타나는 고조파 전류를 측정한 것이다.

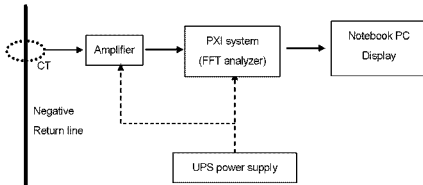


그림 3. 고조파 전류 측정 시스템

### (다) 고조파 전류특성 측정 프로그램

특정 주파수 대역에서 발생하는 전동차의 고조파는 신호 시스템과 간섭되므로 정확한 측정값을 얻어야 한다. 전동차 고조파 전류 분석 프로그램은 전기 철도의 고조파값 측정할 뿐아니라 FFT, 그래프 변환이 가능한 프로그램이다. 그림 4에 고조파 전류 측정 사진을 나타내었다. CT의 신호는 사진의 PXI 시스템에 입력되며 그 결과가 모니터에 그래프로 나타나며 현재의 그래프는 본 연구진이 개발한 LabVIEW 프로그램이며 실시간 측정 모습이다. 그림 5는 LabVIEW를 이용한 ATP 대역에서의 전도성 잡음 측정 프로그램의 윈도우 화면이다.



그림 4. , 전도성잡음 측정용  
PXI LabView 프로그램

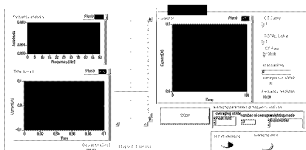
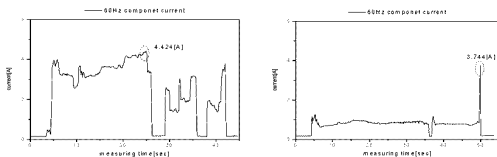


그림 5. ATP 대역에서의 전도성 잡음 측정 프로그램

## 2.3 측정 결과

### 2.3.1 등가방해전류 측정 결과

등가방해전류 측정 결과를 그림 6에 나타내었다. 각 항목의 시험은 시험데이터의 신뢰성을 판단하기 위하여 같은 조건에서 두 번의 측정을 실시하였고 등가 방해전류의 경우 최고전류값이 제한치 이하인지를 판단하기 위하여 최대 전류값을 표기하였다.



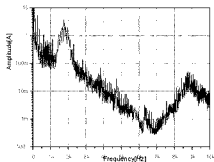
(a) 1

(b) 2

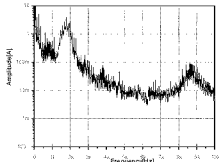
그림 6. 등가방해전류 측정 결과

### 2.3.2 전도성 잡음 측정결과

그림 7에 전동차의 전도성 잡음 측정결과를 나타내었다. 전도성 잡음은 차량의 전압과 전류를 측정하기 위해서, 100:1 전압 probe를 제 3궤도에서 인버터의 입력으로 되는 부분에 설치하여 전압을 측정하였으며, clamp type의 로고스키고일을 사용하여 전류를 측정하였다. 측정된 전압과 전류는 PXI 시스템을 통하여 전류 고조파 분석, 등가방해전류, 60 Hz얼피넨스가 자동적으로 기록 분석된다. 측정된 신호의 시간 영역은 100 ms동안 신호를 받아서 주파수 분석은 10 Hz간격으로 실시하였다.



(a) 1 |



(b) 2 |

그림 7. 전도성 잡음 측정결과

#### 4. 결 론

본문에서는 전동차의 운행 중 전력변환기의 고조파고주파 전류를 측정할 위한 프로그램을 개발하고 이를 이용하여 전동차의 EMC에 관련된 항목을 측정 분석하였다. EMC 시험항목은 ATP 주파수대역의 전도성 잡음과 등가방해전류이며 각 항목의 측정 계측기 이외에 LabView를 이용 프로그램을 개발하였다. 국내에서 EMC 시험은 주로 일본의 기술자가 파견되어 시험방안 수립에서부터 측정, 분석까지 실시되어 국내 기술축적이 어려운 실정이었으나 본 논문에서 개발된 프로그램으로 국내 기술진에 의해 시험을 계속적으로 수행하게 되면 이 분야에서 수많은 기술발전 및 Know-how가 쌓이게 되고 수입대체 효과도 기대된다.

#### 참고문헌

1. Railway Application Electromagnetic Compatibility Part 3.1: Rolling Stock Train and Complete Vehicle, EN 50121-3-1:2000
2. EMC Type Test Specification Train Level Rail Corridor approved on 13 Nov. 02 by GC/DMRC
3. Results and Analysis from on Track Testing Conductor RailHarmonic Current, London Underground Limited, Feb. 7 1999.
4. EMC Type Test Report - Train Level, Korea, Sep 20 2001. Koros
5. 전기차량의 신호시스템으로의 전자기 간섭, 2004년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템 부문의 춘계학술대회 논문집, 장동욱, 한문섭, 이상무, 2004