

자동차 및 전장품 최신 EMC 기술 동향

신재곤 · 박현우* ·
정기범** · 최재훈***

자동차성능시험연구소 ·
*르노삼성자동차 ·
**EMC기술지원센터 ·
***한양대학교
전기전자컴퓨터공학부

I. 서 론

최근 전자통신의 발달은 자동차의 전자화에 비약적인 변화를 가져오고 있으며 신규로 개발되는 첨단 전자 시스템은 자동차의 많은 부분에 적용되고 있다. ITS(Intelligent Transport System)를 구축하기 위한 첨단 안전 자동차, 텔레매틱스를 적용하는 자동차, 그리고 소비자의 다양한 욕구를 충족시키기 위하여 차량용 인터넷, 디지털 TV, Navigation System, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 등 새로운 첨단 전자 제어 시스템을 가진 자동차 및 전장품들이 개발 판매되고 있으며 빠른 속도로 장착되고 있는 실정이다.

또한 이러한 시스템들을 위하여 자동차용 안테나의 시스템은 점차 능동화 및 다양화되고 있는 실정이다. 액티브 안테나는 자동차에서 사용하던 패시브 안테나의 일반적인 문제점을 극복하고 열악해지는 주파수 환경에서 좀 더 양질의 전파 수신을 위하여 다양한 형태로 차량에 적용되는 추세가 급격하게 늘어나고 있다. 또한 소비자의 다양한 욕구를 충족시키기 위하여 새로운 용도로서의 차량용 안테나를 요구하고 있는 실정이다.

CISPR에서는 1995년 자동차 내부의 무선 수신기를 보호하기 위하여 Broadband 및 Narrow-band Emission에 대한 시험기준 및 방법에 대해 CISPR Pub. 25로서 신규 규격을 공표하였다. 이후 2002년 8월 제

2판이 개정되었으며 현재 3판이 개정중에 있다. 3판에서는 시험주파수가 1 GHz에서 2.5 GHz로 확장하는 등 2판과는 상당히 많은 변화를 보이고 있다. 따라서 개정중인 3판을 중심으로 이미 공표된 2판 규격과의 비교 분석을 통하여 신규 전장품에 대한 EMI 기술 동향을 확인하기로 한다. 또한 신규로 규격 제정 중인 액티브 안테나에 대하여 NP(New Proposal) 문서를 기본으로 EMI 국제 규격 및 기술 동향에 대하여 살펴보도록 하겠다.

II. 본 론

2-1 CISPR 25 규격

2-1-1 CISPR 25 적용범위 규정

CISPR 25는 차량 내부의 무선 수신기를 보호하기 위한 규격으로서 정부의 강제 규격보다는 자동차의 신뢰성 및 소비자 만족에 대한 개념으로서 적용하여야 한다. 중국에서는 2003년 CISPR 25를 강제 법규로 적용하였다가 합격률이 현저하게 저하되는 문제가 발생하여 CISPR_D 전문가들에게 자문을 구하여 강제 법규에서 제외하기로 하였다. 따라서 CISPR_D 전문가 회의에서 모든 제한치를 참고치로 변경하여 강제 법규가 아님을 확실히 하기로 하였다. 그러나 신규 전장품들의 장착에 따른 자동차의 신뢰성 및

소비자 만족과 관련하여 제작사에서는 한층 엄격하게 규격을 적용하고 있는 실정으로 전장품 제작회사들은 각별히 신경을 써야 할 것으로 판단된다.

2-1-2 주요 변경 항목

가장 큰 변경 항목은 시험 주파수가 확장되었으며 협대역 및 광대역의 구분이 없어지고 모듈 시험에서 스트립라인 시험이 추가되었다. 그리고 디지털 TV에 대한 제한치가 설정되었으며 실질적으로 스펙트럼 분석기의 사용이 가능하게 되었다. 목차 중심으로 본 변경 사항은 다음과 같다.

- Radiated emissions에서 Stripline 시험 방법 추가
- Annex E(normative) Rod antenna characterization
- The equivalent capacitance substitution method 삭제(CISPR 16으로 이관)
- Annex H(informative) Radiated emissions from components/modules - Stripline method 추가
- Annex I(informative) Guidance for the determination of the noise floor of active vehicle antennas in the AM and FM Range 추가
- Annex J(informative) Interference to mobile radio-communication in the presence of impulsive noise
- Methods of judging degradation 추가
- Annex K(informative) Items Under Consideration 추가

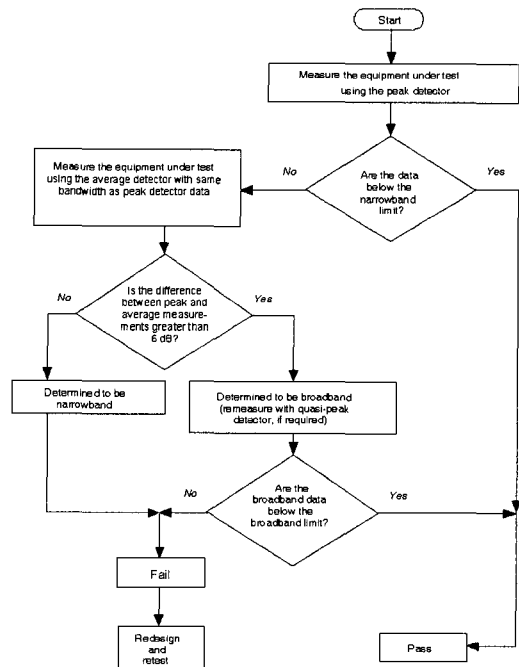
2-1-2-1 시험 주파수 범위

시험 주파수 범위는 PCS, GSM, 3G 및 GPS, DAB, 블루투스 등 최근 디지털 사용 기기 사용 주파수에 대한 자동차 내부 무선 수신기의 보호를 위하여 기존의 1 GHz에서 2.5 GHz까지 확대되었다.

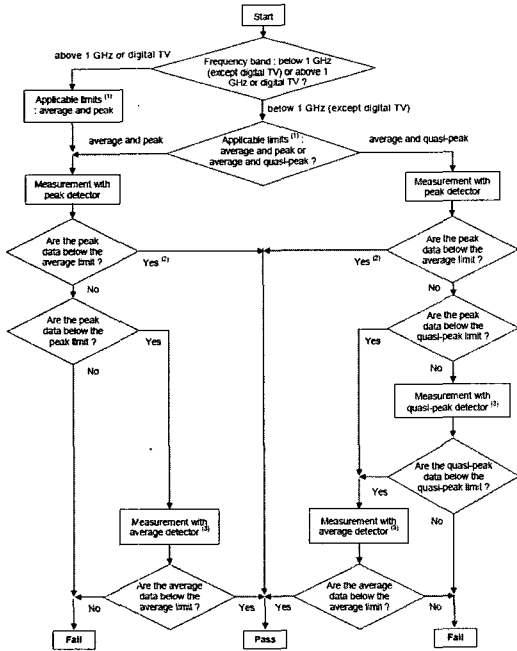
2-1-2-2 협대역 및 광대역 구분

기존의 2판에서는 [그림 1]과 같이 첨두치와 평균

치의 측정값의 6 dB 차이로 협대역 및 광대역을 구분하여 측정을 하였으며 구분하는 방법도 플로우차트로서 명확하게 규정하였다. 그러나 최근의 전자 제어 시스템 및 전장품 중에는 한 모드에서 협대역과 광대역원의 구분이 어렵고 동시에 노이즈를 발생하는 시스템들이 생기면서 플로우차트처럼 구분이 어렵게 되었다. 이에 따라 CISPR 3판에서는 [그림 2]와 같이 협대역과 광대역의 구분을 하지 않고 측정 모드로서 제한치를 적용하기로 하였다. 즉 "Determination of the appropriate limit level"(NB/BB discrimination)를 삭제하고 "Determination of conformance for all Frequency"로 변경하며 앞으로 1 GHz 이하의 측정은 평균치와 준첨두치를 사용하며 이에 따른 기준값을 만족하여야 한다. 다만 디지털 TV 및 1 GHz 이상 주파수 사용기기에 대하여는 평균치와 첨두치를 기준값으로 한다.



[그림 1] 방사성/전도성 방출의 일치성 결정방법



[그림 2] 전 주파수에 대한 일치성 결정방법

2-1-2-3 측정 장비 및 모드 변경

기존 CISPR 25 2판에서는 <표 1>과 같이 스캐닝 리시버를 중심으로 측정 장비 파라미터를 설정하였으나 3판에서는 <표 2>와 같이 스펙트럼 분석기와 스캐닝 리시버를 사용할 경우를 구분하여 각각에 대한 파라미터 값을 설정하였다. 측정 장비로서 스펙트럼 분석기를 사용할 경우 Recommended Scan time 및 Resolution bandwidth가 적용되며 150 kHz~30 MHz 시험 범위에서는 첨두치를 사용할 경우 측정의 정확성을 위하여 Scan time을 100 ms/MHz에서 10 s/MHz로 변경 적용하였다.

측정 장비로서 스캐닝 리시버를 사용할 경우 recommended dwell time, step size 및 bandwidth가 적용되며 150 kHz~30 MHz 시험범위에서는 첨두치를 사용할 경우 측정의 정확성을 위하여 dwell time을 10

<표 1> 측정장비 셋업: Scan rate 및 측정 대역폭

Band ^a	Peak detection	Quasi-peak detection
A 9 kHz to 150 kHz	Does not apply	Does not apply
B 0.15 MHz to 30 MHz	100 ms/MHz	200 s/MHz
C, D 30 MHz to 1,000 MHz	1 ms/MHz or 100 ms/MHz ^b	20 s/MHz

NOTE: Certain signals(e. g. low repetition rate signals) may require slower scan rates or multiple scans to ensure that the maximum amplitude has been measured. For the measurement of pure broadband emission with a scanning receiver, frequency steps greater than the measurement bandwidth are permitted, thus accelerating the measurement of the emission spectrum.

^a Band definition from CISPR 16-1.

^b When 9 kHz bandwidth is used, the 100 ms/MHz value shall be used.

Service/Frequency range (MHz)	Broadband peak or quasi-peak (kHz)	Narrowband peak or average (kHz)
AM broadcast 0.15 to 30	9	9
FM broadcast 76 to 108	120	120
Mobile service 30 to 960	120	9 ^a

^a In practice and in order to reduce the total sweep time duration in the mobile service frequency bands, it is allowed to perform the measurements with a bandwidth of 120 kHz. If the result of the measurement with a 120 kHz bandwidth is lower than the narrowband limit indicated in the test plan, then the test result is accepted. The value of the measurement bandwidth used in these frequency ranges shall be indicated in the test report.

ms에서 50 ms로 변경 적용하였다(dwell time은 노이즈 형식에 따라 증가 및 감소하여 시험할 수 있음)

<표 2> 스펙트럼 분석기 파라미터

Service/Frequency range (MHz)	Peak detector		Quasi-peak detector		Average detector	
	RBW	Scan time	RBW	Scan time	RBW	Scan time
AM broadcast 0.15 to 30 and mobile services	9 kHz	10 s/MHz	9 kHz	200 s/MHz	9 kHz	10 s/MHz
FM broadcast 76 to 108	120 kHz	100 ms/MHz	120 kHz	20 s/MHz	120 kHz	100 ms/MHz
Mobile service 30 to 1,000						
TV Band I 41-88						
TV Band III 174-230						
TV Band IV/V 470-890						
DAB 174-245						
DTTV 470-770	120 kHz	100 ms/MHz	does not apply	does not apply	120 kHz	100 ms/MHz
Mobile service 1,000-2,500	120 kHz	100 ms/MHz	does not apply	does not apply	120 kHz	100 ms/MHz

<표 3> 스캐닝 리시버 파라미터

Service/Frequency range (MHz)	Peak detector			Quasi-peak detector			Average detector		
	BW	Step size ^a	Dwell time	BW	Step size ^a	Dwell time	BW	Step size ^a	Dwell time
AM broadcast 0.15 to 30 and mobile services	9 kHz	5 kHz	50 ms	9 kHz	5 kHz	1 s	9 kHz	5 kHz	50 ms
FM broadcast 76 to 108	120 kHz	50 kHz	5 ms	120 kHz	50 kHz	1 s	120 kHz	50 kHz	5 ms
Mobile service 30 to 1,000									
TV Band I 41-88									
TV Band III 174-230									
TV Band IV/V 470-890									
DAB 174-245									
DTTV 470-770	120 kHz	50 kHz	5 ms	does not apply	does not apply	does not apply	120 kHz	50 kHz	5 ms
Mobile service 1,000 to 2,500	120 kHz	50 kHz	5 ms	does not apply	does not apply	does not apply	120 kHz	50 kHz	5 ms

^a For purely broadband disturbances, the maximum frequency step size may be increased up to a value not greater than the RBW value.

NOTE: Dwell times are recommended which might be optimised(increased or decreased) depending of disturbance type(e.g. ignition noise and network signals with average detector in AM band).

2-1-2-4 디지털 TV(Digital Terrestrial Television) 규제 추가

DTTV 주파수 밴드(470 MHz~770 MHz)에 방출량을 규제하였으며 평균값으로 10 dB(침투치는 20 dB)을 제한치로 한다(일본 경우이며 기타 지역은 40

dB임).

2-1-2-5 기준 적용값 변경

2판 대비하여 3판에서는 주파수별로 상세하게 기준값을 작성하였으며 일부 주파수 범위에서는 한층

규격을 강화하였다.

2-1-2-6 기타 변경사항

- Chamber Validation을 규정하기 위하여 70 MHz~2,500 MHz 주파수 범위에서 설치된 흡수체의 흡수 성능이 6 dB 이상일 것으로 명기함.
- Stripline을 사용하여 방사성 방출에 대한 평가를 실시할 경우 1 GHz까지 시험을 하기 위하여 두 가지 형태의 스트립라인을 구성하여야 한다.
- 50 Ω Stripline: 10 kHz~400 MHz

- 90 Ω Stripline: 400 MHz~1,000 MHz
- Chamber 특성을 규정하기 위하여 70 MHz~2,500 MHz 주파수 범위에서 흡수체의 흡수 성능이 6 dB 이상이어야 한다(흡수체 성능시험방법은 IEEE STD 1128-1998을 적용함).
- 모든 Antenna의 factor를 결정하기 위하여 SAE ARP 958.1의 1 m 방법을 적용함.
- Annex F에서 부품의 방사 시험을 위한 Chamber Size를 명기하였으나 흡수체의 발달로 굳이 명기할 필요함이 없으므로 삭제함.

<표 4> CISPR 25 2판의 기준값

Service/Band ^b	Frequency (MHz)	Terminal disturbance voltage at receiver antenna terminal dB(μV)				
		Broadband continuous		Broadband short duration		Narrowband
		Quasi-peak	Peak	Quasi-peak	Peak	
Broadcast						
LW	0.15 to 0.30	9	22	15	28	6
MW	0.53 to 2.0	6	19	15	28	0
SW	5.9 to 6.2	6	19	6	19	0
VHF	7.6 to 108	6(15 ^a)	28	15	28	6
Mobile services						
VHF	30 to 54	6(15 ^a)	28	15	28	0
VHF	68 to 87	6(15 ^a)	28	15	28	0
VHF	142 to 175	6(15 ^a)	28	15	28	0
UHF	380 to 512	6(15 ^a)	28	15	28	0
UHF	820 to 960	6(15 ^a)	28	15	28	6

^a Limit for ignition systems only.

^b LW: Long Wave, MW: Medium Wave, SW: Short Wave(Amplitude Modulation: AM), VHF: Very High Frequency, UHF: Ultra High Frequency(Frequency Modulation: FM).

NOTE 1. All broadband values listed in this table are valid for the bandwidths specified in Table 3.

NOTE 2. Stereo signals may be more susceptible to disturbance than monaural signals in the FM broadcast band. This phenomenon has been factored into the VHF (76 MHz to 108 MHz) limit.

NOTE 3. When possible it may be advisable to switch broadband only disturbance source off for the measurement of narrowband disturbance.

NOTE: If an active antenna is used, the noise floor may increase. The additional noise floor depends on the type of antenna and must be added to the limits in table 5. An relaxation of the limit because of the active antenna noise floor does not guarantee compliance. Subsequent changes to the active antenna design may result in compliance. This topic remains under study.

<표 5> CISPR 25 3판의 기준값

Service / Band ^b	Frequency (MHz)	Terminal disturbance voltage at receiver antenna terminal dB(μ V)				
		Peak		Quasi-peak		Average
		Continuous	Short duration	Continuous	Short duration	
Broadcast						
LW	0.15 to 0.30	22	28	9	15	6
MW	0.53 to 2.0	19	28	6	15	0
SW	5.9 to 6.2	19	19	6	6	0
FM	76 to 108	28	28	6(15 ^a)	15	6
TV Band I	41 to 88	15	15	-	-	6
TV Band III	174 to 230	15	15	-	-	6
DAB	171 to 245	10	-	-	-	6
TV Band IV/V	468 to 944	15	15	-	-	6
DTTV	470 to 770	20 ^c	20 ^c	-	-	10
Mobile services						
CB	26 to 28	28	28	6(15 ^a)	15	0
VHF	30 to 54	28	28	6(15 ^a)	15	0
VHF	68 to 87	28	28	6(15 ^a)	15	0
VHF	137 to 138	28	28	6(15 ^a)	15	0
VHF	142 to 175	28	28	6(15 ^a)	15	0
UHF	380 to 512	28	28	6(15 ^a)	15	0
RKE	300 - 330	10	10	-	-	6
RKE	420 - 450	10	10	-	-	6
UHF	820 to 960	28	28	6(15 ^a)	15	0
GPS L5 civil	1,166 to 1,186	20	-	-	-	0
DAB L band	1,447 to 1,494	10	-	-	-	0
GPS L1 civil	1,567 to 1,583	20	-	-	-	0
GSM 1800(PCN)	1,803 to 1,882	28	28	6	15	0
GSM 1900	1,850 to 1,990	28	28	6	15	0
3G	1,900 to 1,992	28	28	6	15	0
3G	2,010 to 2,025	28	28	6	15	0
3G	2,108 to 2,172	28	28	6	15	0
Bluetooth/802.11	2,400 to 2,500	30	-	-	-	26

^a Limit for ignition system only.

^b LW: Long Wave, MW: Medium Wave, SW: Short Wave (Amplitude Modulation: AM), VHF: Very High Frequency, UHF: Ultra High Frequency(Frequency Modulation: FM), DAB: Digital Audio Broadcasting, TV: Television, DTTV: Digital Terrestrial Television, RKE: Remote Keyless Entry, GPS: Global Positioning System: GSM: Global System Mobile, 3G: Third Generation.

^c TV only.

^d This limit is less stringent than the analogue limit and should only be applied where analogue TV is no longer in use.

^e Depending upon the modulation scheme this value may be relaxed to 40 dBuV.

NOTE: Stereo signals may be more susceptible to disturbance than monaural signals in the FM broadcast band.

This phenomenon has been factored into the VHF(76 MHz to 108 MHz) limit.

2.2 액티브 안테나 관련 규정

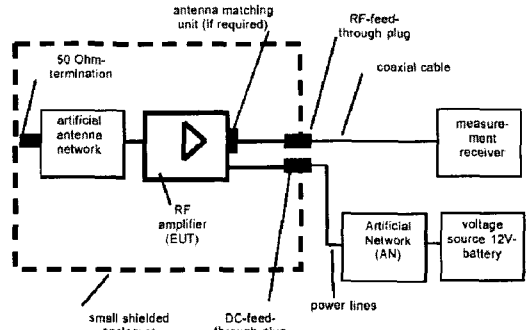
원칙적으로 액티브 안테나는 차량에 사용되는 다른 어떤 부품/모듈과 같이 취급될 수 있다. 그러나 CISPR 25 5절의 "차량에 장착된 안테나에 유기되는 잡음 측정"에 따라 방사 노이즈량 측정을 수행할 때, 액티브 안테나는 시험 장비의 일부로서의 역할을 하기 때문에 액티브 안테나 자체에서 발생하여 방출되는 노이즈량이 이 방출량 측정시험에 합당한지 검증되어야 한다.

액티브 안테나가 측정 시스템의 일부일 때 방출량의 평가에 있어서 노이즈 floor에 대한 파악은 반드시 필요하다. 노이즈 floor는 다음의 방법에 따라 측정될 수 있으며 측정치의 환산을 위해 기록될 수 있다. 측정 안테나의 설계 주파수 대역에서만 노이즈 floor의 측정이 필요하다. 측정은 액티브 안테나를 shield 구조물 내에 위치시키고 수행한다([그림 3, 4] 참조).

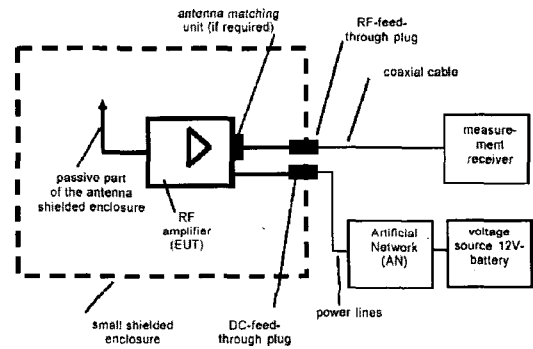
리시버 또는 안테나 매칭 unit(통상 AM 대역의 경우 적용 가능)과 안테나 간의 연결은 intended 동축 케이블이 사용되어야 한다. 해당 안테나에 사용될 방출량 측정에 필요한 모든 요소를 만족시키는 CISPR 25에 명시된 측정 대역폭과 detector가 선택되어야 한다. 또한 CISPR25 첨부 I에 명시된 차량장착 안테나에 대한 절차가 단품 레벨에서도 적용된다.

안테나 매칭 유닛의 RF 입력단자(적용된 경우) 또는 직접 동축 케이블의 끝단(안테나 매칭 유닛이 불필요한 경우)에 액티브 안테나는 terminator로 대체된다. 시험 장비의 노이즈 floor(측정 리시버와 안테나 매칭 유닛)는 안테나의 설계 주파수 대역인 라디오 밴드에서 측정된다.

액티브 안테나는 [그림 1]과 [그림 2]에 따라 설치되고 시험 장비의 노이즈 floor를 포함한 차량 액티브 안테나의 노이즈 floor가 측정된다.



[그림 3] 액티브 안테나 모듈(증폭기)과 안테나를 분리할 수 있는 경우

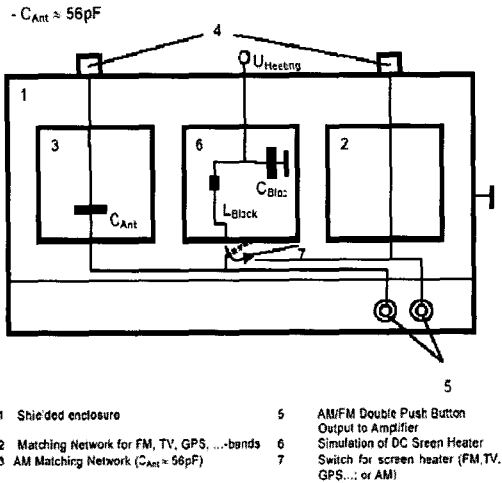


[그림 4] 액티브 안테나 모듈(증폭기)과 안테나를 분리할 수 없는 경우

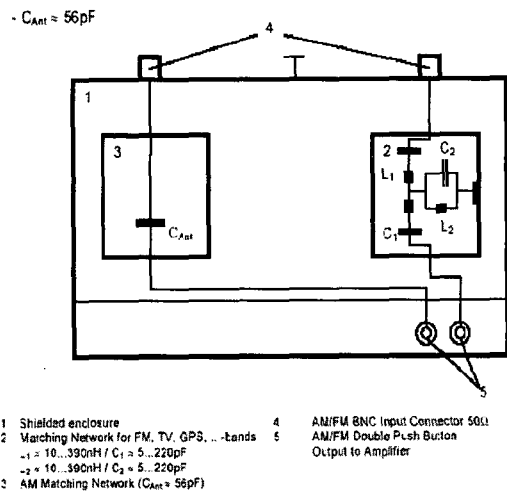
이러한 두 가지 측정 결과로부터 식 (1)에 따라 액티브 안테나의 노이즈 floor $U_{antenna\ noise}$ 가 산출된다.

$$U_{antenna\ noise} = 10 \log \left(10^{\frac{U_{Equipment\ noise\ and\ antenna\ noise}}{10}} - 10^{\frac{U_{Equipment\ noise}}{10}} \right) \text{ in dB}\mu\text{V/m} \quad (1)$$

다음은 방사 노이즈 측정에서 차량의 액티브 안테나를 사용시 증폭기의 비선형성에 의한 측정의 어려움을 극복하기 위한 방법을 NP 문서를 중심으로 소개하기로 한다.



[그림 5] 안테나 가상 회로망 - 뒷유리 장착형



[그림 6] 옆유리 장착형

차량 EMC의 방사 노이즈 측정에서 차량의 액티브 안테나는 측정 장비의 일부이다. 따라서, CISPR 25에 준한 실차 측정에서 사용되는 액티브 안테나의 설계의 다양성은 패시브 안테나에 비해서 측정 결과에 더 많은 영향을 미친다. 액티브 안테나의 공급자로서 우리는 가끔 안테나에 경미한 변경이 적용된 경우에 완성차 업체가 간섭 신호에 의한 라디오 수

신의 성능 저하를 관찰하게 되는 상황에 직면한다. 그 동일한 액티브 안테나가 CISPR 25에서 차량 내의 다른 부품들의 특성 측정 경로의 일부로 사용되기 때문에 측정 결과는 명확히 정의되지도 않은 안테나의 특성에 매우 민감하게 된다. 그 결과는 대부분의 경우 완성차 업체와 간섭 신호를 만들어 내는 부품의 공급자, 그리고 안테나 제조업체 간의 확장된 토론이 된다. 정의의 부족으로 인해서 완화된 측정에 대해 어느 쪽에 책임이 있는지를 정하기는 어렵다.

앞의 토론에 대한 주요 내용은 방사 노이즈 측정에 측정 장치로 사용되는 차량 액티브 안테나의 성능과 신뢰성에 기초를 두고 있다. 이 특성들(성능과 신뢰성)과 관련이 있는 것으로 증명된 특정한 항목은 다음과 같다:

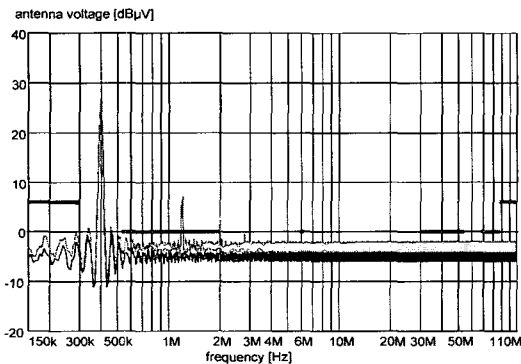
- 1) 증폭도(Amplification)
- 2) S/N 비(Ratio Signal to Noise)
- 3) 비선형 효과(Non linearity effects)

최근까지 완성차 업체의 EMC 요구 사항은 기준이 되는 패시브 안테나의 수치에 따라 증폭도를 제한하고 향상된 S/N 비를 얻기 위해 노이즈 플로어를 정하는 방침이었다. 더 나아가 요구된 것은 높은 신호 레벨($U_{input} = 120 \text{ dB } \mu\text{V}$ or $110 \text{ dB } \mu\text{V}$)에서의 Compression point의 선정이었다. 그것이 차량 액티브 안테나의 비선형 효과를 피하기 위한 핵심이었다.

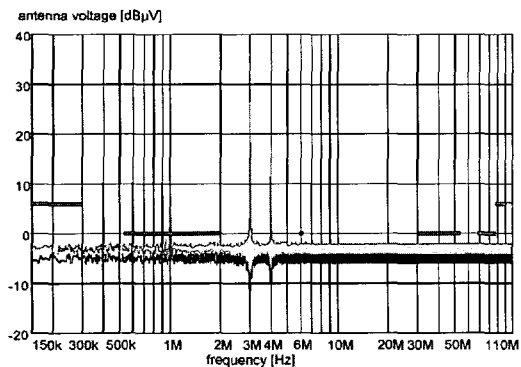
입력 신호의 레벨이 높은 경우, 액티브 안테나는 RF 증폭기의 비선형성으로 인해 하모닉 왜곡과 상호변조를 보이는 경향이 있다. CISPR 25에 의하면 완성차업체와 그의 공급업체는 탑재된 수신기에 따라 측정 주파수 대역을 명시할 필요가 있다. 보통의 경우, 명시된 주파수 대역 외의 구간은 규제하지 않는다. [그림 7](하모닉 왜곡)과 [그림 8](상호변조)에서 볼 수 있듯이, 특별한 경우 차량에 장착된 부품은 실수로 인해 CISPR 25에 적합하지 않은 것으로 간

주될 수 있다. 측정 계통으로 사용되는 액티브 안테나는 왜곡과 상호 변조 효과로부터 충분히 자유로워야 한다. 이는 첨부 C에 명시된 방법으로 측정할 때 <표 8>에 명시된 하모닉 왜곡의 범위뿐만 아니라 첨부 A와 B에 명시된 방법으로 측정된 <표 6>과 <표 7>의 요구사항인 Intermodulation Missing Values (IMV) 또는 Extended Intermodulation Missing Values (EIMV)을 적용함으로써 이루어질 수 있다.

RF 증폭기의 입력신호([그림 7])는 400 kHz에서만 단 하나의 방출 피크를 보인다. 하모닉 왜곡으로 인해 출력단(위쪽 그래프)에서는 3차와 5차 하모닉이 보이며, 이는 "Fail" 판정의 오류를 가져온다.



[그림 7] 하모닉 왜곡의 예시



[그림 8] 상호 변조의 예시

RF 증폭기의 입력신호([그림 7])는 3 MHz와 4 MHz에서 두 개의 방출 피크를 보인다. 상호변조로 인해 출력단(위쪽 그래프)에서는 또 하나의 다른 주파수 1 MHz에서도 방출 피크를 보이며, 이는 "Fail" 판정의 오류를 가져온다.

2-3 Intermodulation Missing Values(IMV) 측정방법

Intermodulation Missing Values(IMV)의 측정에는 아래의 파라미터와 절차에 의해 실시되어야 한다.

- 사용되는 계측 장비는 50 Ω 임피던스를 기준으로 설계되어야 한다. 시료(EUT)의 입력 또는 출력이 임피던스와 맞지 않는 경우, 적절한 임피던스 변환기(예, 안테나 밸런스 회로망)가 사용되어야 한다.
- 대역 내의 f1과 f2 주파수를 갖는 두 개의 신호가 [그림 9]와 같이 인가된다.
- AM 대역의 경우, f1은 f1=500 kHz와 같이 임의로 정하고 f2는 동작 주파수 구간(AM 대역)에서 |f2 - f1|=Δf=100 kHz가 되도록 조정되어야 한다.
- FM 대역의 경우, f1은 f1=77, 88, 97, 107 MHz와 같이 임의로 정하고 f2는 동작주파수 구간(FM 대역)에서 |f2 - f1|=Δf=1 MHz가 되도록 조정되어야 한다.
- TV 대역의 경우, f1은 f1=56, 210, 410, 610, 810 MHz와 같이 임의로 정하고 f2는 동작 주파수 구간(TV 대역)에서 |f2 - f1|=Δf=1 MHz가 되도록 조정되어야 한다.
- Intermodulation Missing Values(IMV)은 측정된 상호 변조에 의해 발생한 값과 입력 신호의 강도의 차이에 의해서 평가되며, 아래의 주파수가 해당된다.

$$FIMV = \{2f_1 - f_2, 2f_2 - f_1, 2f_1+f_2, 2f_2+f_1\},$$

(동작주파수 내에 있는 경우)

〈표 6〉 Intermodulation Missing Value(IMV)의 요구사항(측정방법은 첨부 A)

Service	Frequency	Maximal amplitude of signal sources requested for the tests		Intermodulation Missing Value(IMV) 3 rd order in dB
		RF-amplifier input (applicable to amplifiers with AGC) in dB(μ V)	RF-amplifier output (applicable to amplifiers without AGC) in dB(μ V)	
Broadcast				
LW	0.15 to 0.30	120	110	≥ 50
MW	0.53 to 2.0	120	110	≥ 50
SW	5.9 to 6.2	120	110	≥ 50
VHF	76 to 108	120	110	≥ 60
TV Band I	41 - 88	120	110	≥ 60
TV Band III	174 - 230	120	110	≥ 60
DAB	171 - 245	Tbd	Tbd	Tbd
TV Band IV/V	468 - 944	120	110	≥ 60
DTV	470 - 770	Tbd	Tbd	Tbd
Mobile services				
VHF	30 to 54	Tbd	Tbd	Tbd
VHF	68 to 87	Tbd	Tbd	Tbd
VHF	142 to 175	Tbd	Tbd	Tbd
UHF	380 to 512	Tbd	Tbd	Tbd
RKE	300 - 330	Tbd	Tbd	Tbd
RKE	420 - 450	Tbd	Tbd	Tbd
UHF	820 to 960	Tbd	Tbd	Tbd
GPS L5 civil	1,166 to 1,186	Tbd	Tbd)
DAB L band	1,447 to 1,494	Tbd	Tbd)
GPS L1 civil	1,567 to 1,583	Tbd	Tbd)
GSM 1,800(PCN)	1,803 to 1,882	Tbd	Tbd	Tbd ¹⁾
GSM 1,900	1,850 to 1,990	Tbd	Tbd	Tbd ¹⁾
3G	1,900 to 1,992	Tbd	Tbd)
3G	2,010 to 2,025	Tbd	Tbd)
3G	2,108 to 2,172	Tbd	Tbd)
SDARS	2,308 to 2,362	Tbd	Tbd)
Bluetooth/802.11	2,400 to 2,500	Tbd	Tbd	Tbd
Satellite tel	2,483 to 2,500	Tbd	Tbd)

¹⁾ No requirements because of the narrow band assigned to the radio service.

- 특정한 좁은 라디오 대역(GSM, GPS, etc.)의 경우, 그 동작주파수 대역의 협소함으로 인해 IMV 측정이 필요치 않다.
- Intermodulation Missing Values의 평가는 측정 Receiver의 Detector 중 "RMS Low Distortion" 상

대로 수행되어야 한다.

- 기록된 Intermodulation Missing Values는 〈표 1〉에 명시된 요구사항을 만족하여야 한다.
- 다른 기생 잡음을 방지하기 위해 차폐 박스(예, 크기 60×40×20 cm)의 사용이 권장된다.

<표 7> Extended intermdulation missing value(EIMV)의 요구사항(측정방법은 첨부 B에 명시됨)

Service	Frequency	Maximal amplitude of signal sources requested for the tests		Extended intermodulation missing value(EIMV) in dB(out-of-band) in dB(μ V)(in-band)
		RF-amplifier input (amplifiers with AGC) in dB(μ V)	RF-amplifier output (amplifier without AGC) in dB(μ V)	
Broadcast				
LW	0.15 to 0.30	120	110	1)
MW	0.53 to 2.0	120	110	1)
SW	5.9 to 6.2	120	110	1)
VHF	76 to 108	120	110	1)
TV band I	41-88	120	110	1)
TV band III	174-230	120	110	1)
DAB	171-245	Tbd	Tbd	1)
TV band IV/V	468-944	120	110	1)
DTV	470-770	Tbd	Tbd	1)
Mobile services				
VHF	30 to 54	Tbd	Tbd	Tbd
VHF	68 to 87	Tbd	Tbd	Tbd
VHF	142 to 175	Tbd	Tbd	Tbd
UHF	380 to 512	Tbd	Tbd	Tbd
RKE	300-330	Tbd	Tbd	Tbd
RKE	420-450	Tbd	Tbd	Tbd
UHF	820 to 960	Tbd	Tbd	Tbd
GPS L5 civil	1,166 to 1,186	Tbd	Tbd	2)
DAB L band	1,447 to 1,494	Tbd	Tbd	2)
GPS L1 civil	1,567 to 1,583	Tbd	Tbd	2)
GSM 1800(PCN)	1,803 to 1,882	Tbd	Tbd	2)
GSM 1900	1,850 to 1,990	Tbd	Tbd	2)
3G	1,900 to 1,992	Tbd	Tbd	2)
3G	2,010 to 2,025	Tbd	Tbd	2)
3G	2,108 to 2,172	Tbd	Tbd	2)
SDARS	2,308 to 2,362	Tbd	Tbd	2)
Bluetooth/802.11	2,400 to 2,500	Tbd	Tbd	Tbd
Satellite tel	2,483 to 2,500	Tbd	Tbd	2)

1) The 3rd order EIMV signal component within the investigated band shall be at least 6 dB below the corresponding limit of CISPR 25, Table 5. (Average limit) The 3rd order EIMV shall be -40 dB or less below the fed signal strength at frequencies, for which the antenna is not designed for.

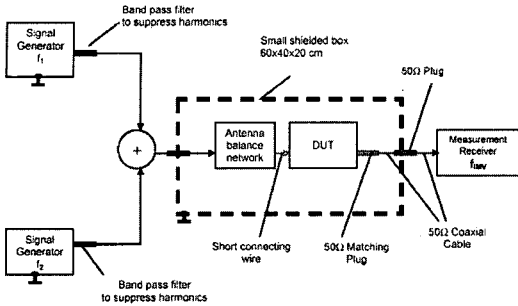
2) No requirements because of the narrow band assigned to the service.

<표 8> 하모닉 왜곡의 요구사항(측정방법은 첨부 C에 명시됨)

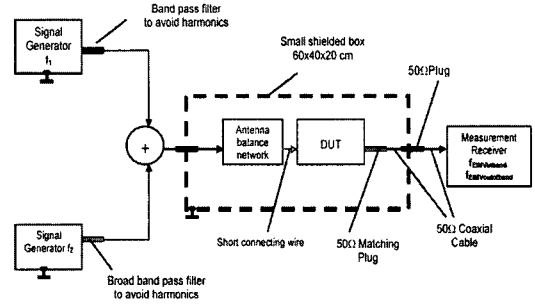
Service	Frequency	Maximal amplitude of signal sources requested for the tests		Limit for the 3rd harmonic component within the band in dB(μ V)
		RF-amplifier input(application to amplifiers with AGC) ¹⁾ in dB(μ V)	RF-amplifier output(application to amplifiers without AGC) ¹⁾ in dB(μ V)	
Broadcast				
LW	0.15 to 0.30	120	110	2)
MW	0.53 to 2.0	120	110	2)
SW	5.9 to 6.2	120	110	2)
VHF	76 to 108	120	110	2)
TV band I	41 - 88	120	110	2)
TV band III	174 - 230	120	110	2)
DAB	171 - 245	Tbd	Tbd	2)
TV band IV/V	468 - 944	120	110	2)
DTV	470 - 770	Tbd	Tbd	2)
Mobile services				
VHF	30 to 54	Tbd	Tbd	2)
VHF	68 to 87	Tbd	Tbd	2)
VHF	142 to 175	Tbd	Tbd	2)
UHF	380 to 512	Tbd	Tbd	2)
RKE	300 - 330	Tbd	Tbd	2)
RKE	420 - 450	Tbd	Tbd	2)
UHF	820 to 960	Tbd	Tbd	2)
GPS L5 civil	1,166 to 1,186	Tbd	Tbd	2)
DAB L band	1,447 to 1,494	Tbd	Tbd	2)
GPS L1 civil	1,567 to 1,583	Tbd	Tbd	2)
GSM 1,800(PCN)	1,803 to 1,882	Tbd	Tbd	2)
GSM 1,900	1,850 to 1,990	Tbd	Tbd	2)
3G	1,900 to 1,992	Tbd	Tbd	2)
3G	2,010 to 2,025	Tbd	Tbd	2)
3G	2,108 to 2,172	Tbd	Tbd	2)
SDARS	2,308 to 2,362	Tbd	Tbd	2)
Bluetooth/802.11	2,400 to 2,500	Tbd	Tbd	2)
Satellite tel	2,483 to 2,500	Tbd	Tbd	2)

¹⁾ At a frequency for which the 3rd harmonic component falls into the investigated frequency band.

²⁾ The 3rd harmonic component within the investigated band shall be at least 6 dB below the corresponding limit of CISPR 25. Table 5(Average limit. The 3rd harmonic component shall be -40 dB or less below the fed signal strength at frequencies, for which the antenna is not designed for.



[그림 9] Intermodulation missing values(IMV) 측정을 위한 시험 set up



[그림 10] Extended intermodulation missing values(EIMV) 측정을 위한 시험 set up

2.4 Extended Intermodulation Missing Values(EIMV) 측정방법

Extended Intermodulation Missing Values(EIMV)의 측정은 아래의 파라미터와 절차에 의해 실시되어야 한다.

- 사용되는 계측 장비는 50 Ω 임피던스를 기준으로 설계되어야 한다. 시료(EUT)의 입력 또는 출력이 이 임피던스와 맞지 않는 경우, 적절한 임피던스 변환기(예, 안테나 밸런스 회로망)가 사용되어야 한다.
- 주파수 f_1 (대역 내)과 f_2 (대역 외)를 갖는 두 개의 신호가 [그림 10]과 같이 인가된다.
- AM 대역의 경우, f_1 은 $f_1=1500$ kHz와 같이 임의로 정하고 f_2 는 동작 주파수 구간(AM 대역) 외에서 $|f_2 \pm f_1| = \Delta f$ 가 되도록 조정되어야 한다.
- FM 대역의 경우, f_1 은 $f_1=77, 88, 97, 107$ MHz와 같이 임의로 정하고 f_2 는 동작 주파수 구간(FM 대역) 외에서 $|f_2 \pm f_1| = \Delta f$ 가 되도록 조정되어야 한다.
- TV 대역의 경우, f_1 은 $f_1=56, 210, 410, 610, 810$ MHz와 같이 임의로 정하고 f_2 는 동작 주파수 구간(TV 대역) 외에서 $|f_2 \pm f_1| = \Delta f$ 가 되도록 조정되어야 한다.
- Extended Intermodulation Missing Values(EIMV)

은 측정된 신호 레벨의 절대치로 평가되며, 아래의 주파수가 해당된다.

$$f_{EIMV, \text{inband}} = \{f_1 - f_2, f_2 - f_1, f_1 + f_2\},$$

동작주파수 내에 있을 때 해당주파수에서 측정된 상호변조에 의해 발생한 값과 입력신호의 강도의 차이

$$f_{EIMV, \text{outofband}} = \{f_1 - f_2, f_2 - f_1, f_1 + f_2\},$$

어떠한 동작주파수에도 포함되지 않을 경우

- $f_{EIMV, \text{inband}}$ 의 주파수에서 EIMV는 CISPR 25의 <표 5>에 명시된 해당되는 협대역 규제치보다 최소 6 dB 이상 작아야 한다.
- $f_{EIMV, \text{outofband}}$ 의 주파수에서 EIMV는 -40 dB 이하여야 한다.
- 특정한 좁은 라디오 대역(GSM, GPS, etc.)의 경우, 그 동작주파수 대역의 협소함으로 인해 EIMV 측정이 필요치 않다.
- Intermodulation Missing Values의 평가는 CISPR 25의 <표 1> 또는 <표 2>에서 명시한 Detector로 평가되어야 한다.
- 다른 기생 잡음을 방지하기 위해 쉴드박스(예, 크기 $60 \times 40 \times 20$ cm)의 사용이 권장된다.

2.5 하모닉 왜곡 측정방법

3차 하모닉 왜곡의 측정은 아래의 파라미터와 절차에 의해 실시되어야 한다.

- 사용되는 계측 장비는 50 Ω 임피던스를 기준으로 설계되어야 한다. 시료(EUT)의 입력 또는 출력이 이 임피던스와 맞지 않는 경우, 적절한 임피던스 변환기(예, 안테나 밸런스 회로망 또는 50 Ω 매칭 패드)가 사용되어야 한다.
- 신호 발생기에서 만들어진 동작주파수 내의 f_1 주파수([그림 11] 참조)와 함께 증폭기에서 만들어진 3차 하모닉 성분은 모든 동작주파수 내와 외에 거쳐 주파수 Sweep을 통해 측정되어야 한다. P_{Input}은 제한치인 120 dB에 이르기까지 점차적으로 변화되어야 한다.
- 3차 하모닉 왜곡은 측정 Receiver의 주파수를 3f₁에 맞춘 상태에서 측정되어야 한다.
- 동작주파수 내에서 3차 하모닉 성분은 CISPR 25의 <표 5>에 명시된 해당되는 협대역 규제치보다 최소 6 dB 이상 작아야 한다.
- 동작주파수 외에서 3차 하모닉 성분은 -40 dB 이하여야 한다(2.4의 조건 참조).
- Intermodulation Missing Values의 평가는 CISPR 25의 <표 1> 또는 <표 2>에서 명시한 Detector로 평가되어야 한다.
- 다른 기생 잡음을 방지하기 위해 쉴드박스(예,

크기 60×40×20 cm)의 사용이 권장된다.

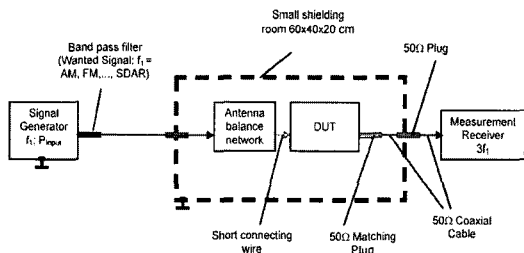
III. 결 론

자동차 완성차 측면에서 보면 1 GHz 이상의 시스템의 적용에 따른 EMC 평가 문제, 하이브리드 및 연료 전지 자동차 등 친환경 자동차에 작용되는 모터 및 컨트롤러에 대한 30 MHz 이하의 EMC 문제 등 산적한 항목이 한두 가지가 아니다. 또한 자동차 전장품에 대한 EMC 기술 규격의 추이는 주파수 범위의 확장과 이에 따른 평가 방법 및 기준의 변경에 있다. 또한 텔레매틱스를 적용하는 자동차, 그리고 소비자의 다양한 욕구를 충족시키기 위하여 차량용 인터넷, 디지털 TV, Navigation System, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 액티브 안테나 등 신규로 적용되는 시스템에 대한 평가 기준 및 방법에 대한 논의도 본격적으로 이루어질 것이다.

이러한 자동차 및 전장품에 대한 신규 규격이 급변하고 있으므로 국내 자동차 및 전장품 EMC 분야도 좀더 세계 각국과 보조를 맞추고 아국의 산업을 보호할 수 있도록 노력을 경주하여야 하며 국제적으로도 EMC 규격에 대한 논의에 적극적으로 참여하여 능동적으로 대처하여야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] CISPR/D/317/CD, "Vehicle, boat and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limit and Methods of measurement for protection of on-board receivers", Sep. 2005.
- [2] CISPR 25, "CISPR/D/WG2 N-186", Dec. 2005.
- [3] CISPR/D/308/NP, "Specification for active antennas as a PAS", Feb. 2005.
- [4] CISPR/D/271/FDIS, "Vehicle, boat and internal



[그림 11] 3차 하모닉 측정을 위한 시험 set up

combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limit and Methods of measurement for pro

tection of on-board receivers", May 2002(CISPR 25 Ed. 2).

≡ 필자소개 ≡

신 재 곤



1987년: 인하대학교 전자공학과 (공학사)
 2001년: 아주대학교 정보전자공학과 (공학석사)
 2004년~현재: 한양대학교 전자통신전파공학과 박사과정
 1986년~1993년: 현재자동차 제품개발 연구소 근무

1993년~현재: 교통안전공단 자동차성능시험연구소 전자파팀장

[주 관심분야] EMC, 자동차 전기·전자 평가, 안테나

정 기 범



1999년 2월: 국민대학교 전자공학과 (공학사)
 2001년 2월: 국민대학교 전자공학과 (공학석사)
 2002년~현재: 한양대학교 전자통신전파공학과 박사 수료
 2004년~현재: EMC기술지원센터 팀장

[주 관심분야] EMC 설계 및 대책, PCB 설계기술, 전자파수치 해석, 안테나 설계

박 현 우

1993년: 아주대학교 제어계측공학과 (공학사)
 2001년: 아주대학교 정보전자공학과 (공학석사)
 1995년~1999년: 삼성자동차 중앙연구소
 1999년~2001년: 삼성종합 기술원
 2001년~현재: 르노삼성자동차 연구소 전장팀
 [주 관심분야] EMC, 자동차 전기·전자 평가

최 재 훈



1980년: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
 1986년: 미국 Ohio State University 전기공학과 (공학석사)
 1989년: 미국 Ohio State University 전기공학과 (공학박사)
 1989년~1991년: 미국 Arizona State University 연구 교수

1991년~1995년: 한국통신 위성사업본부 연구팀장

1995년~현재: 한양대학교 전자전기 컴퓨터공학부 부교수

[주 관심분야] 안테나 설계, 마이크로파 능·수동 소자 설계, EMC