

자동차 전자파 시험규격 변천사

우현구*

A Study on Electromagnetic Standards Changes of Vehicles

Hyungu Woo*

Key Words: *Electromagnetic standard*(전자파 규격), *Electromagnetic compatibility*(전자파 적합성), *Electromagnetic interference*(전자파 방사), *Electromagnetic susceptibility*(전자파 내성), *Electrical and electronic systems*(전기전자 시스템), *Automated driving system*(자율주행자동차)

ABSTRACT

Recently, the amount of electrical and electronic systems is increasing rapidly with the development of advanced vehicles such as ADAS, smart cars, connected cars, automated driving systems. It is necessary to examine the electromagnetic compatibility of vehicles equipped with those systems. The standards and regulations for examination of electromagnetic compatibility have been established and revised according to newly introduced electrical and electronic systems. They are administered in some different international standard associations such as ISO, CISPR, UN/ECE and are somewhat complex and bulky. In the study, the improvements and changes in them are tracked and analyzed chronologically. Research of the history of them will be helpful for understanding progress and forecasting the direction of development.

1. 서론

자동차 산업을 살펴보면, 1886년에 불꽃점화장치가 개발된 이후 1912년에 시동모터를 개발하였으며 1930년에 직류발전기를 발명하여 전장품 적용의 계기가 되었다. 1970년대 연비 개선을 위한 엔진제어장치(ECU: Engine Control Unit)가 장착되기 시작하였고 1990년대 차량의 안전 및 편의성을 위하여 자동차에 여러 가지 다양한 전장품 장착이 급증하게 되었다.⁽¹⁾ 유명 해외 조사기관의 자료에 의하면 세계 자동차 전장품 시장은 2020년에 282조 원(2560억 달러)에서 2030년 705조원(6405억 달러)으로 크게 성장할 것으로 전망하고 있다.⁽²⁾ 또한 전체 자동차 제조원가에서 전장품 비율은 2010년에 35%에서 2030년에는 50%를 넘길 것으로 예측하고 있다. 전기자동차

는 전장부품의 원가비중이 이미 70%를 차지하고 있다.⁽³⁾ 향후 정보통신 기술집목 및 자율주행 자동차(Automated Driving System)로 발전되는 과정에서 전장품은 더욱 더 많아질 것이다. 이와 같이 급증하는 전장품을 장착한 자동차에 대한 전자파 적합성 등과 같은 대책기술이 필수적으로 요구되고 있다.

전자파 적합성은 어떤 전자 장치 또는 시스템이 임의의 전자파 환경에서 정상적으로 동작하고 다른 기기에게 전자파 영향을 주지 않은 능력을 의미한다.⁽⁴⁾ 자동차의 전자파 적합성을 확보하기 위해서는 자동차와 모든 전장품이 본래의 기능을 수행하면서 자체에서 발생하는 전자파 방사를 억제하면서도 외부의 다른 전자파에는 오동작을 하지 않은 내성을 갖도록 설계하고 관리하여야 한다.

정기범은 한국전자과학회지의 “미래형 자동차 EMC 기술 분석”에서 미래형 자동차의 전자파 기술 로드맵을 제시하고 중장기적으로 첨단자동차의 센서와 통신기술에 관한 전자파 안전성 확보가 필요하다고 발표한 바 있

* 경일대학교 기계자동차학부, 교수
E-mail: hgwoo@kiu.kr

다.⁽⁵⁾ 이러한 기술 개발에 발맞추어 자동차의 전자파 규격과 법규도 지속적으로 개발되고 개정되어 발전하여 왔지만 다음 장에서 기술한 바와 같이 전자파 기준의 분류에 따라 주관하는 기관이 다르고, 하나의 기준이 다른 기준을 참조하는 경우도 있으며, 여러 가지의 국제 기준과 국내 기준이 있는 등 다소 복잡하여 정통한 전문가가 아니면 기준을 파악하기에 어려움이 있을 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 자동차 전자파 규격과 법규의 현황을 알아보고 변천사를 살펴봄⁽⁶⁾으로써, 현 상황을 보다 명확하게 이해하고 향후 개정 및 발전 방향을 알아보고자 한다.

2. 자동차 전자파 시험규격 현황

전자파 적합성(EMC: ElectroMagnetic Compatibility)은 Fig. 1과 같이 전자파장해를 의미하는 전자파 방사(EMI, ElectroMagnetic Interference)

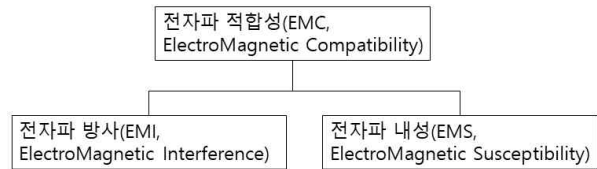


Fig. 1 EMC 개념도

Table 1 자동차 실차 전자파 규격 현황

구 분	규격번호	규 격 명
CISPR (광대역 방사)	12	Vehicles, boats, and internal combustion engines (Radio disturbance characteristics) Limits and methods of measurement for the protection of off board receivers
ISO (내성)	11451-1	Road vehicles (Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy) Part 1: General and definitions
	11451-2	Road vehicles (Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy) Part 2: Off-vehicle radiation source
	11451-3	Road vehicles (Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy) Part 3: On-board transmitter simulation
	11451-4	Road vehicles (Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy) Part 4: Bulk current injection (BCI)

Table 2 자동차 전장품 전자파 규격 현황

구 분	규격번호	규 격 명
CISPR (협대역 방사)	25	Vehicles, boats, and internal combustion engines (Radio disturbance characteristics) Limits and methods of measurement for the protection of on board receivers
ISO (내성)	11452-1	Road vehicles (Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy) Component test methods Part 1: General principles and terminology
	11452-2	Part 2: Absorber-lined shielded enclosure
	11452-3	Part 3: Transverse electromagnetic mode (TEM) cell
	11452-4	Part 4: Bulk current injection (BCI)
	11452-5	Part 5: Stripline
	11452-7	Part 7: Direct radio frequency (RF) power injection
	11452-8	Part 8: Immunity to magnetic fields (includes both Helmholtz coil and radiating loop methods to accommodate various size components)
	11452-9	Part 9: Portable transmitters
	11452-10	Part 10: Conducted Immunity in the Extended Audio Frequency Range (30 Hz to 250 kHz)
	11452-11	Part 11: Radiated immunity test method using a reverberation chamber
	7637-1	Road vehicles-Electrical disturbance by conduction and coupling- Part 1: Definitions and general considerations
	7637-2	Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only
	7637-3	Part 3: Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via lines other than supply lines

Electromagnetic Interference)와 전자파 감응성을 의미하는 전자파 내성(EMS, Electromagnetic susceptibility)으로 구분할 수 있다^(7,8). 이에 따라 자동차의 전자파 적합성 시험규격은 크게 방사와 내성규격으로 구분한다. 방사시험은 국제무선장해특별위원회(CISPR, Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques)에서 주관하며 내성시험은 국제표준화기구(ISO, International Standards Organization)에서 관리하고 있다. CISPR와 ISO는 자동차와 전장품에 대하여 구분하여 관리하고 있다. 자동차와 전장품의 전자파 규격 현황은 Table 1과 Table 2에 정리하였다.

이외 미국자동차공학회(SAE)는 자동차와 전장품에 대한 전자파 규격을 SAE J551, SAE J1113에서 관리하고 있다.^(9,10) 자동차 전자파의 국제 법규는 UN WP29 산하 Regulation No. 10과 유럽공동체 법규인 EEC 72/245 등이 있다.

자동차의 전자파 국제규격은 세부 시험항목에 따라 크게 3 가지로 구분한다. 자동차 광대역 방사는 CISPR 12, 협대역 방사는 CISPR 25, 내성시험은 ISO 11451에서 관리하고 있다.

의무적으로 지켜야 하는 강제 사항은 국제 법규 UNECE Regulation 10에 규정되어 있고, 국내에는 이 국제 법규와 상충되지 않도록 조화되어 자동차 안전기준에 관한 규칙과 전파법 등에 명시되어 있다. 해당 법규와 규격은 자동차의 기술발전에 따라 지속적으로 개정되고 있다.

3. 자동차 전자파 규격 변화

3.1. 자동차 광대역 방사 국제규격(CISPR 12)

자동차 전자파 규격은 자동차 주행으로 인하여 주거 환경 내에 TV, 라디오 등 무선수신기를 보호하기 위하여 대두되었다. CISPR 12 규격은 자동차 전자파 광대역 방사시험 규격으로 국제무선장해특별위원회(CISPR)에서 1975년에 최초로 제정하였다. 시험주파수는 40MHz에서 250MHz이며 측정 장소는 야외시험장(OATS: Open Area Test Site)에서 수행하였으며 측정거리는 10미터법을 명시하였다. 시험 대상은 불꽃점화시스템을 가진 내연기관 자동차만 해당되었다.⁽¹¹⁾

1978년에 CISPR 12[2판] 규격은 적용범위를 전기로 구동하는 장치를 포함하였다.⁽¹²⁾ 1990년에 CISPR 12[3판] 규격은 시험주파수를 30MHz에서 1000MHz까지로 하여 기존 40MHz에서 250MHz까지 범위에서 확장하였다.⁽¹³⁾ 1997년에 CISPR 12[4판] 규격은 자동차의 전장품 장착 확대로 방사시험을 광대역과 협대역으로 구분하였다. 측정 장소는 기존 야외시험실에서 전자파무반사실(SAC: Semi Anechoic Chamber)을 포함하였고 측정거리도 3 미터법을 추가하였다. 또한 전기자동차 시험방법도 세부적으로 명시하였다.⁽¹⁴⁾ 2001년에 CISPR 12[5판] 규격은 전기자동차의 시험조건을 기존 20km/h에서 40 km/h로 주행 속도를 증가시켰다.⁽¹⁵⁾ 2005년에 CISPR 12[5.1판] 규격은 하이브리드자동차의 시험방법을 추가

Table 3 CISPR 12 규격 변천 현황

개 정	출판 시기	주요 변경 내용
1판	1975년 1월	시험주파수: 40MHz ~ 250MHz 측정장소: 야외시험장 측정거리: 10미터
2판	1978년 1월	전기자동차 적용범위 포함
3판	1990년 1월	시험주파수 확대: 30MHz ~ 1000MHz
4판	1997년 6월	시험항목 구분: 광대역 및 협대역 방사 측정거리 3미터 추가 및 전자파무반사실 포함 전기자동차 시험방법 명시
5판	2001년 9월	전기자동차 시험조건 변경 (속도 20 → 40km/h)
5.1판	2005년 4월	하이브리드자동차 평가방법 추가
6판	2007년 5월	시험항목 변경(광대역 / 협대역 방사 → Engine Running / Key-On, Engine Off 모드)
7판	진행중	전기자동차 충전 시 평가방법 전기자동차 무선충전방식 평가방법 시험자동차 측정 기준점 변경 등

하였다.⁽¹⁶⁾ 2007년에 CISPR 12[6판] 규격은 시험 구분을 기존 광대역과 협대역에서 Engine Running과 Key-On & Engine Off 모드로 변경하였다.⁽¹⁷⁾

현재 개정중인 CISPR 12[7판] 규격은 충전하는 동안의 전기자동차 평가방법, 무선충전방법(WPT) 및 시험차량 기준점 변경(원동기중심→차량중심) 등을 논의하고 있다.⁽¹⁸⁾ CISPR 12 규격의 변천 현황은 Table 3에 정리 및 분석하였다.

3.2. 자동차 협대역 방사 국제규격(CISPR 25)

기존 광대역 방사 시험규격인 CISPR 12는 자동차로 인한 가정, 산업 환경내의 TV, 라디오 등 무선수신기를 보호하기 위한 목적이다. 그러나 협대역 방사 시험규격인 CISPR 25는 전장품에서 발생하는 전자파로 인한 자동차 내부의 라디오 안테나 등의 무선수신기를 보호하기 위하여 제정되었다.

국제무선장해특별위원회(CISPR)는 국제규격 CISPR 25를 1995년에 제정하였다. 시험주파수는 150kHz에서 1GHz이며, 세부 평가 항목은 협대역 방사, 자동차 무선 주파수 간섭과 부품 방사시험 등을 포함하였다.⁽¹⁹⁾ 2002년에 CISPR 25[2판] 규격은 자동차와 부품의 시험전압, 무향실 크기, 시험 구성도 등 평가 조건을 보다 명확히 하였다.⁽²⁰⁾ 2008년에 CISPR 25[3판] 규격은 주파수 범위를 2.5GHz까지 확대하였다.⁽²¹⁾ 2016년 CISPR 25[4판] 규격은 공포되었지만 현재 전기자동차 충전모드, 고전압 부품의 평가방법 및 주파수 확대방안(V2X, LTE, Wifi) 등에 대하여 추가적인 논의를 진행하고 있다.⁽²²⁾ CISPR 25 규격의 변천 현황은 Table 4에 정리하였다.

3.3. 자동차 내성 국제규격(ISO 11451)

자동차는 1990년대부터 엔진제어장치(ECU), 변속제어장치(TCU) 등 각종 전자제어장치와 센서가 본격적으로

로 장착되기 시작하였다. 따라서 외부 전자파에 의한 자동차와 전자장치의 오동작 여부를 확인하는 시험방법이 필요하게 되었다.

1995년에 국제표준화기구(ISO)는 자동차 전자파 내성 시험 규격으로 ISO 11451-2를 제정하였다. 주파수 범위는 100kHz에서 18GHz이며 평가방법은 대용법(Substitution method)과 폐루프 방식(closed loop method)을 명시하였다.⁽²³⁾ 2001년에 ISO 11451-2[2판] 규격은 전계강도를 교정하기 위한 프로브 개수를 기존 한 개에서 네 개로 변경 필요성을 제시하였다.⁽²⁴⁾ 2005년에 ISO 11451-2[3판] 규격은 평가방법에서 대용법만 채택하였고 전계강도를 교정하기 위한 프로브가 한 개인 경우는 0.03GHz 미만이거나 2GHz 이상인 경우에만 사용하며 기타 주파수 범위에는 네 개의 프로브를 평균하여 사용하도록 개정되었다.⁽²⁵⁾ 2015년에 ISO 11451-2[4판] 규격은 전기자동차 충전 시 평가방법을 추가하였다.⁽²⁶⁾

현재는 향후 개정이 필요한 평가 항목을 선정하기 위하여 각국의 의견을 수렴 중에 있으며 첨단자동차에 장착되는 첨단운전자보조시스템(ADAS, Advanced Driver Assistance System)의 센서와 외부 통신에 관한 평가방법을 논의할 예정이다.⁽²⁷⁾

3.4. 자동차 전자파 국제법규(UN Regulation No. 10)

자동차에 관한 국제법규는 1958년에 UN 산하에 신설되었다. UN/ECE Regulation 1은 전조등에 대한 성능기준이다. 자동차의 전자파 법규는 Regulation 10으로 1978년 제정되었다.⁽²⁸⁾

최초 적용 차종은 불꽃점화기관을 가진 자동차이며 시험 항목은 광대역 방사시험으로 불꽃점화기관에서 발생하는 전자파의 양을 측정하는 것이다. 시험주파수는 40MHz에서 250MHz까지 범위 내에 6개 개별주파수(100MHz 미만은 45, 65, 90MHz 이고 100MHz 이상은 150, 180, 220MHz)에 한하여 합부 판정을 하였다. 측정 장소는 야외

Table 4 CISPR 25 규격 변천 현황

개정	출판 시기	주요 내용	비고
1판	1995년 11월	시험주파수: 150kHz ~ 1GHz 시험항목: 자동차 RFI 및 부품 방사시험 등	
2판	2002년 8월	시험방법 및 조건 명확화	
3판	2008년 3월	주파수 범위 확대: ~ 2.5GHz (GPS, Navigation 등)	
4판	2016년 10월	전기자동차 충전 시 및 고전압 부품 평가방법, 주파수 범위 확대(V2X, 4G, Wifi) 등	현재 추가 논의중

자동차 전자파 시험규격 변천사

시험장에서 실시하였으며 측정거리는 10 미터법을 명시하였다. 이후 자동차에 전장품의 장착이 증가되면서 1997년에 Regulation 10 Revision 2로 개정하였다.⁽²⁹⁾ 시험항목은 기존 광대역 방사시험을 포함하여 협대역 방사시험, 내성시험과 부품시험을 추가하였다. 광대역 방사시험의 주파수는 30MHz에서 1000MHz 내의 13개 주파수이다. 세부 주파수로는 100MHz 미만은 45, 65, 90MHz이며 100MHz 대역은 120, 150, 190MHz이며 200MHz 대역은 230, 280MHz이며 300MHz에서 600MHz 대역은 380, 450, 600MHz이며 700MHz 이상 대역은 750, 900MHz이다. 측정거리도 기존 10 미터에서 추가적으로 3 미터도 허용하였다. 측정 장소도 실내 전자파무반사실에서도 측정이 가능하도록 변경하였다. 내성시험은 시험주파수를 20MHz에서 1000MHz까지 범위 내의 총 14개 개별주파수에 한하여 합부 판정을 하였다. 개별 주파수는 광대역 방사시험의 개별 주파수에서 27MHz만 추가하였다.

2008년에는 자동차에 각종 전자제어장치 장착 확대 및 핸드폰 대중화로 인하여 Regulation 10 Revision 3으로 개정하였다.⁽³⁰⁾ 광대역 방사시험은 대상 차종을 기존 불꽃점화기관에서 전 차종으로 확대하였고 시험주파수도 기

존 13개 개별주파수에서 전 주파수 범위로 확대되고 전장품의 작동조건도 정상작동에서 최대 부하 작동조건으로 강화하였다. 내성시험은 시험주파수가 기존 1GHz에서 핸드폰 사용 대역인 2GHz까지 확대하였다. 단품시험은 과도전압(ISO 7637-2) 항목을 추가되었다.

2011년에 Regulation 10 Revision 4로 개정하여 전기자동차 충전 시에 평가항목을 추가하였다.⁽³¹⁾ 이후 2014년에 Regulation 10 Revision 5로 개정하여 전기자동차 충전 시에 관련하는 부품 시험이 추가되었고 평가방법도 보다 명확히 규정하였다.⁽³²⁾ 2019년에는 Regulation 10 Revision 6로 개정하여 중방진 시 시험 대상 차량을 추가하였으며, ISO와 CISPR의 규정과 정합성을 증시하였다.⁽³³⁾

향후에는 첨단자동차의 센서와 이콜(E-Call) 등 외부통신에 대하여 전자파 평가방안을 논의할 예정이다.⁽³⁴⁾ 자동차의 전자파에 관한 국제법규 개정 현황은 Table 5에 분석 정리하였다.

3.5. 자동차 전자파 국내 안전기준

국내 자동차안전기준에 관한 규칙은 자동차 관리법에

Table 5 자동차 전자파 국제법규 개정 현황

시기	평가 항목	특이 사항
R 10	광대역 방사(불꽃점화기관)	측정주파수(40~250MHz 중 6개 개별 주파수만)
R 10.2	협대역 방사, 내성 항목 신설	방사주파수 확대(30MHz~1GHz 중 13개 개별 주파수만)
R 10.3	R 10.2 동일	- 시험 차종 확대(전 차종) - 방사주파수 강화: 전 범위 - 내성주파수 확대: ~2GHz - 부하조건 강화 및 구체화
R 10.4	충전 시 전기차 실차 기준	전기자동차 충전 시 실차 평가항목 추가
R 10.5	충전 시 전기차 단품 기준	전기자동차 충전 시 부품 평가항목 추가 및 방법 명확화
R 10.6	중방진 시 시험 대상 차량(L6, L7, T, R, S) 추가	일부 시험 항목에서 조건, 평가 방법, 시험 배치 등의 변경 ISO/CISPR과의 일관성에 증시, 인용 표준 추가

Table 6 국내 자동차 전자파 안전기준 개정 현황

개정	주요 내용	비고(국제조화)
1997. 01	안전기준 제111조의2 신설 (형식승인제도)	UN R10.2
2003. 01	국내 자동차 제도 변경 (형식승인제도→자기인증 제도)	UN R10.2
2009. 01. 23	하이브리드 및 전기자동차 기준 적용	UN R10.2
2010. 11. 10	UN 기준과 국제조화	UN R10.3
2017. 01. 09	전기자동차 충전 시 기준 포함	UN R10.4

근거하여 평가기준과 시험방법을 정하고 있다. 국내 자동차의 전자파 안전기준은 1997년 1월에 자동차안전기준에 관한 규칙 제111조의2(전자파장해방지장치)에 신설되었다.⁽³⁵⁾ 적용범위와 평가항목은 국제법규 UN Regulation 10 Revision 2와 동일하였다. 2009년 1월에는 전기자동차와 하이브리드자동차의 평가방법을 추가하였고 UN Regulation 10 Revision 3과 조화하였다. 2017년에는 전기자동차 충전 시 평가방법을 추가하였다. 국내 자동차의 전자파 안전기준은 UN Regulation과 국제조화 측면에서 개정되었다.⁽³⁶⁾ 국내의 전자파 안전기준은 Table 6에 정리하였다.

4. 결 론

자동차의 전자파 국제규격은 1975년 CISPR 12(국제무선장해특별위원회)에서 최초로 자동차의 광대역 전자파 방사시험을 도입하였으며 1995년에 국제표준화기구(ISO)는 내성시험을 제정하였다. 의무적으로 지켜야 하는 국제 법규는 1978년 UN/ECE 산하 WP29 Regulation 10(국제연합 자동차제작실무위원)에서 최초로 공포하였다.

이후 급증하는 전장품과 친환경자동차 보급 등으로 인하여 CISPR 12는 6판까지, UN/ECE WP29 Regulation 10는 6판까지, ISO 11451-2는 4판까지 개정이 완료되었다. 주요 개정 내용은 시험주파수와 평가 차종을 확대하였고 시험방법을 보다 명확히 한 것이다.

국제표준화기구(ISO)는 2018년에 향후 제정이 필요한 안전을 조사하였다. 조사 결과는 ‘첨단자동차의 첨단 센서와 통신 기능에 관한 내성시험 모드 개발’ 항목을 1순위로 선정하였다. 본격적인 논의는 2019년에 시작하여 2022년에 마무리하는 일정을 제시하였다. 국제 법규인 WP29 Regulation 10에서도 첨단자동차에 관한 평가방안의 연구 필요성을 제기하였다.

향후 국내외적으로 정보통신 기능이 장착된 자동차 및 자율주행 자동차 등에 대한 전자파 평가방안이 본격적으로 논의될 것으로 예상되며 따라서 이에 대한 세부적인 연구와 실무적인 대응이 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 논문에서 연구 자료의 준비와 작성에 많은 도움을 주신 자동차안전연구원의 김성범 박사님께 감사드립니다.

참고문헌

- (1) R&D 정보센터, 2017 9월, “미래형 자동차산업 국내외 동향분석-자동차 전장부품/디스플레이/조명”, 지식산업정보원, pp. 456~457, 461~463.
- (2) Precedence Research, 2021 3월, “Automotive Electronics Market Size to Hit US\$ 640.5 Bn by 2030.”
- (3) 조선비즈, 2017 1월, “IT업계 ‘車 전장사업’ 뛰어들자 자동차 업계, SW 독자개발로 맞서,”
- (4) 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=857766&cid=42346&categoryId=42346>.
- (5) 정기범, 2017 1월, “미래형 자동차 EMC 기술분석”, 한국전자과학회지, pp. 33~40.
- (6) Sungbum Kim, 2019, Experimental Analyses on the Electromagnetic Environments of Advanced Vehicles, Ph. D. Dissertation, Kyungil Univ., Gyeongsan.
- (7) 국토교통부, 2017, “자동차 및 자동차부품의 안전과 기준에 관한 규칙, 제111조의2”, pp. 625, 781~784.
- (8) 국립전파연구원, 2018, “KN 41 자동차 및 내연기관 구동기기류 등의 전자파적합성 시험방법”, pp. 4~12.
- (9) SAE J-551, 2006, Performance Levels and Methods of Measurement of Electromagnetic Compatibility of Vehicles, Boats (up to 15 m), and Machines (16.6 Hz to 18 GHz).
- (10) SAE J-1113, 2006, Electromagnetic Compatibility Measurement Procedures and Limits for Components of Vehicles, Boats (up to 15 m), and Machines (Except Aircraft) (16.6 Hz to 18 GHz).
- (11) IEC, 1975, “CISPR 12 - Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of ignition systems of motor vehicles and other devices”, First Edition.
- (12) IEC/CISPR, 1978, “CISPR 12 Second Edition - Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of vehicles, motor boats, and spark-ignited engine-driven devices.”
- (13) IEC/CISPR, Jan 1990, “CISPR 12 Third Edition - Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of vehicles, motor boats, and spark-ignited engine-driven devices.”

- (14) IEC/CISPR, May. 1997, "CISPR 12 Fourth Edition – Vehicles, motor boats, and spark-ignited engine-driven devices – Limits and methods of measurement."
- (15) IEC/CISPR, Sep. 2001, "CISPR 12 Edition 5 – Vehicles, boats, and internal combustion engine driven devices – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of receivers except those installed in the vehicle/boat/device itself or in adjacent vehicles/boats/devices."
- (16) IEC/CISPR, Apr. 2005, "CISPR 12 Edition 5.1 – Vehicles, boats, and internal combustion engine driven devices – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of receivers except those installed in the vehicle/boat/device itself or in adjacent vehicles/boats/devices."
- (17) IEC/CISPR, May. 2007, "CISPR 12 Edition 6 – Vehicles, boats, and internal combustion engine driven devices – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of receivers except those installed in the vehicle/boat/device itself or in adjacent vehicles/boats/devices."
- (18) CISPR/D/440/CDV, CISPR 12 ED7, Nov. 2017. (http://www.iec.ch/cgi-bin/restricted/getfile.pl/CIS/D_440f_CDV.pdf)
- (19) IEC/CISPR, Nov. 1995, CISPR 25, First Edition, "Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics for the protection of receivers used on-board vehicles."
- (20) IEC/CISPR, Oct. 2002, CISPR 25, Second Edition, "Radio disturbance characteristics for the protection of receivers used on board vehicles, boats, and on devices – Limits and methods of measurement."
- (21) IEC/CISPR, Mar. 2008, CISPR 25, Edition 3.0, "Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers."
- (22) IEC/CISPR, Apr. 2016, CISPR 25 Edition 4.0 "Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers."
- (23) ISO, Dec. 1995, ISO 11451-2, First Edition, "Road vehicles – Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy – Vehicle test methods – Part 2: Off Vehicle Radiation Source."
- (24) ISO, Apr. 2001, ISO 11451-2, Second Edition, "Road vehicles – Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 2: Off Vehicle Radiation Source."
- (25) ISO, Feb. 2005, ISO 11451-2, Third Edition, "Road vehicles – Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 2: Off Vehicle Radiation Source."
- (26) ISO, Jun. 2015, ISO 11451-2, Fourth Edition, "Road vehicles – Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 2: Off Vehicle Radiation Source."
- (27) ISO/TC22/SC32/WG3, Feb. 2018, Electromagnetic Compatibility, N2720 ISO/TC22/SC32/WG3 Roadmap Proposal.
- (28) UNECE/WP29, 1978, "Regulation No. 10 – Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility."
- (29) UN(ECE), Dec. 1997, "Concerning the adoption of uniform technical prescriptions for wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles and the conditions for reciprocal recognition of approvals granted on the basis of these prescriptions – Addendum 9 : Regulation No. 10 – Revision 2."
- (30) UN(ECE), Aug. 2008, "Concerning the adoption of uniform technical prescriptions for wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles and the conditions for reciprocal recognition of approvals granted on the basis of these prescriptions – Addendum 9 : Regulation No. 10 – Revision 3."
- (31) UN(ECE), Mar. 2012, "Concerning the adoption

- of uniform technical prescriptions for wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles and the conditions for reciprocal recognition of approvals granted on the basis of these prescriptions – Addendum 9 : Regulation No. 10 – Revision 4.”
- (32) UN(ECE), Oct. 2014, “Regulation Number 10 Revision 5 – Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility.”
- (33) UN(ECE), Nov. 2019, “Regulation Number 10 Revision 6 – Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility.”
- (34) UN(ECE), 2018, “TF-EMC-15-04 R10.06 Consolidated Rev6 May 31 With French Proposition.”
- (35) 건설교통부, 1997. 1월, “자동차 관련 고시집”, pp. 276~309.
- (36) 한국자동차산업협회, 2018, “자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 시행세칙 별표 41 전자파 적합성시험”, pp. 703~754.