

# 전기자동차용 고전압 부품 EMC 표준화 기술 동향

송 태 승

한국산업기술시험원

## I. 서 론

최근에는 자동차의 사용 목적이 운송 수단뿐만 아니라 안전성 및 편의성도 중요하게 고려되고 있다. 이러한 추세에 따라 자동차 부품에 적용되는 전기, 전자 및 정보통신의 기술이 급속하게 발전되고 있으며, 첨단 시스템을 적용한 하이브리드 및 전기자동차가 출시되고 있다. 또한 GM, 토요타, 다임러, 현대 등 전 세계 대부분 자동차 제작사는 친환경 전기자동차를 개발하고 있는 등, 자동차의 첨단 전기, 전자부품들이 지속적으로 연구, 개발되고 있다. 이에 따라 고전압의 전기자동차 전자 부품들의 적합성을 판단하기 위한 평가 방법 중 전자파 적합성(EMC; Electro-Magnetic Compatibility) 시험방법도 꾸준히 기준이 강화되어 가는 추세에 있다. 따라서 본고에서는 이러한 친환경 전기자동차에 장착되는 고전압 부품에 대한 EMC 시험방법 범위 및 국제 규격에 대하여 검토하여 보기로 한다.

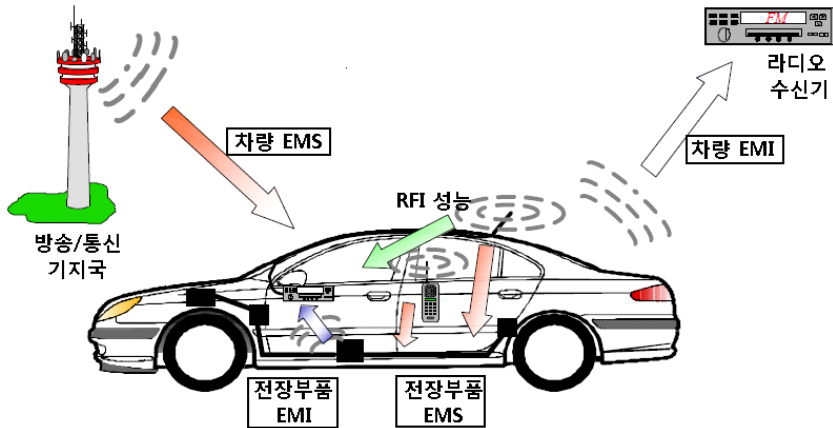
## II. 자동차 EMC 개요

‘전자파 적합성(EMC)이란’ 어떤 대상품으로부터 의도하지 않게 방출되는 전자파 수준이 허용값 이내로 만족하고(전자파 방해, EMI), 이 대상품이 특정한 전자기 환경 내에서 오동작하지 않고 정상적으로 동작(전자파 내성, EMS)할 때 이 대상품을 전자파적으로 적합하다고 판정할 수 있다.

한편, 고전적으로 자동차에서의 전자파 적합성

(EMC) 문제는 크게 두 가지로 나누어질 수 있다. 첫째는 완성차 자체의 EMC 문제이며, 둘째는 전장 부품에 대한 EMC 문제이다. 먼저 완성차 자체의 EMC 문제는 최소의 요건인 ‘법규’적인 측면으로, 완성차를 하나의 완제품으로 생각하여 UN ECE R 10 법규에 따라 자동차로부터 방출되는 전자파 잡음이 도로 주변의 빌딩 등에서 사용되는 라디오 수신기에 영향을 미치지 않도록 규제(EMI)하는 내용이며, 운전자의 안전을 고려하여 자동차 주변에 존재하는 방송, 이동통신, 레이더 등의 여러 전파에 오동작하지 않는 능력을 확인(EMS)하는 내용이다. 하지만 전장 부품에 대한 EMC 문제는 자동차의 품질을 결정짓는 ‘성능’적인 측면으로 자동차 내부에 존재하는 여러 RF 수신기 및 운행 중 인접한 자동차에 장착된 RF 수신기의 수신 성능을 보장하기 위한 전장 부품의 EMI 규제 및 자동차 내 부품간 전자기 결합으로 발생될 수 있는 오동작에 대한 내성(EMS)을 확보하는 측면에 있다.

일반적으로 완성차 및 전장 부품의 EMC 시험방법 IEC/ISO 국제 표준을 기본으로 UN ECE R10 법규 또는 완성차 제작사 자체 규격으로 평가되고 있다. 그런데 전기자동차용 고전압 부품에 대한 전자파 방해 및 내성 시험방법 및 규제값은 저전압 부품과 다르게 평가되어야 할 필요성이 국제 표준화 회의에서 제안되었고, 이 문제를 해결하기 위해 2010년부터 IEC CISPR D 소위원회의 WG2 작업반 산하에 EVTF(Electric Vehicle Task Force)를 조직하여 IEC CISPR 25에 반영할 고전압 부품에 대한 전자파 방해 표준을 제정하고 있다.



[그림 1] 자동차에서의 EMC 현상

### Ⅲ. 고전압 부품 EMI 표준 동향

대표적인 전기자동차용 고전압 부품에는 전기자동차 구동을 위해 전기 모터를 제어하는 인버터, 차량 내 탑재형 충전기, DC-DC-컨버터, 전기 히터 및 고전압 배터리 등을 생각할 수 있으며, 일반적으로 이들 고전압 부품은 많은 전류가 흘러 높은 수준의 광대역 잡음을 방출시키는 경향이 있다. 그런데 이들 고전압 부품이 차량에 장착되었다고 하여 차량 내 탑재된 많은 수의 RF 수신기의 수신 감도가 둔감해지는 것은 아니다. 따라서 고전압 부품에서 방출되는 잡음이 RF 수신기에 혼선 및 오동작을 유발하여 차량의 성능이 악화되는 결과를 초래할 수 있다.

따라서 고전압 부품 EMC 문제의 주안점은 전자과장해 수준을 줄이기 위한 대책이며, 이를 대응하기 위해 고전압용 모든 배선에 차폐 배선이 사용된다.

#### 3-1 전도 잡음 평가(전압법)

기본적으로 차폐된 전원 공급 시스템을 가지는 고전압 부품의 전도 잡음 측정(전압법)에서는 다음 그림과 같은 차폐된 임피던스 안정화 회로망(LISN)

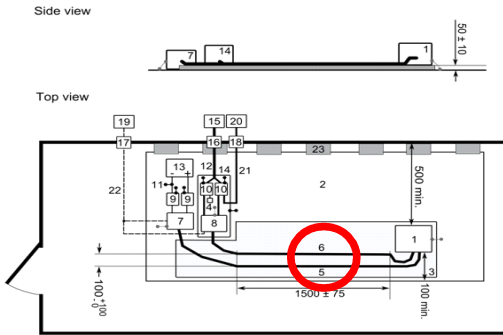
이 요구된다.

차폐된 LISN의 내부에는 2개의 표준 LISN이 HV+와 HV-를 위해 사용되고 있으며, 고전압 전원 배선은 차폐되고, 배선 길이 및 접지 여부는 완성차 제작사와의 협의에 따라 평가 계획서에 명시된다.

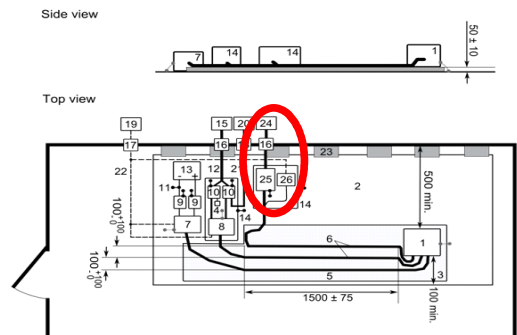
[그림 3]의 5번 저전압 배선과 6번 고전압 배선에서 일반적인 저전압 부품 전도 잡음 측정에는 배선 길이를 0.2 m로 하지만, 고전압 부품에 대한 저전압 배선의 전도 잡음 측정의 배선 길이는 고전압 배선과 동일하게 1.7 m를 유지한다. 이러한 목적은 전도 잡음(전압법) 측정과 전류법 측정 및 방사 잡음까지 동



[그림 2] 고전압용 차폐된 임피던스 안정화 회로망



[그림 3] 고전압 부품에 대한 전도 잡음(전압법) 측정 배치도

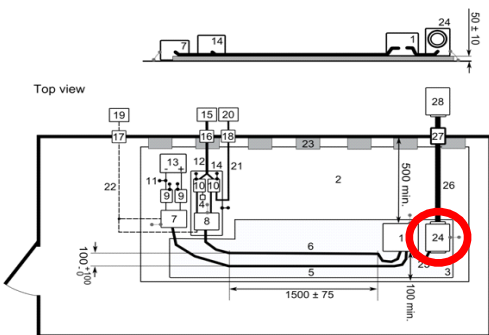


[그림 5] 탑재형 충전기 등 고전압 부품에 대한 전도 잡음(전압법) 측정 배치도

일한 배치를 유지하기 위함에 있다.

또한 [그림 4]에서는 좀 더 복잡한 배치로 고전압 부품(인버터)이 차폐된 전원 공급 시스템에서 전원을 공급받으며 평가될 때 부하인 24번의 전기 모터와 함께 28번과 같이 챔버 밖에 설치된 제동 또는 추진 모터를 함께 사용한다.

[그림 5]에서는 차량용 탑재형 충전기(OBC; On Board Charger) 및 충전용 인버터와 같이 외부에서 별도의 교류 및 직류 전원 및 부하를 필요로 하는 고전압 부품이 차폐된 전원 공급 시스템에서 전원을 공급받는 경우이며, 이 때 24, 25, 26번은 외부에서 공급되는 별도의 교류 및 직류 전원 및 LISN, 그리고



[그림 4] 전기 모터를 구동하는 인버터에 대한 전도 잡음(전압법) 측정 배치도

부하 장치를 나타낸다.

### 3-2 전도 잡음 측정(전압법)의 규제치 결정

고전압 부품의 전도 잡음 측정(전압법)에서 차폐된 배선이 사용되었지만, 이론적으로 전압법으로 전도 잡음을 측정하는 방법이 LISN을 통해 배선 내부의 잡음을 측정하므로, 차폐선의 효과를 볼 수 없다. 따라서 규제치는 기존 IEC CISPR 25 3판의 <표 1>의 Class 5 규제치에 고전압과 저전압간의 decoupling factor(감결합 인자)를 보상하여 완화된 값으로 결정된다. 하지만 150 kHz부터 1 GHz까지의 고전압과 저전압간의 감결합 인자의 기술기의 결정 과정에서 기술적인 근거가 부족하고, 여러 완성차 각각의 특성을 모두 반영한다고 볼 수 없다는 반대 의견이 최근 국제 표준화 회의에서 제기됨에 따라 새로운 감결합 인자 그래프가 제안될 것으로 예상된다.

### 3-3 고전압 차폐선에서의 공통 및 차동 모드 전류 측정

전류 프로브를 사용하여 고전압 차폐선에 대한 전도 잡음 측정(전류법)에서 전류 프로브를 차폐선 외부에 체결하므로 차폐선에 대한 효과를 모두 볼 수 있다. 따라서 전기자동차에 사용될 RF 수신기의 수신 감도가 둔감해질 가능성이 없으므로 기존 IEC

<표 1> 고전압 부품 전도 잡음 측정(전압법)에 대한 규제치 침두값 및 준침두값

Service /Band	Frequency	Levels in dB( $\mu$ V)									
		Class HV1		Class HV2		Class HV3		Class HV4		Class HV5	
	[MHz]	침두값	준침두값	침두값	준침두값	침두값	준침두값	침두값	준침두값	침두값	준침두값
BROADCAST											
LW	0.15~0.30	146	133	136	123	127	114	117	104	107	94
MW	0.53~1.8	121	108	112	99	103	90	94	81	86	73
SW	5.9~6.2	114	101	106	93	97	84	89	76	81	68
FM	76~108	85	72	78	65	71	58	64	51	57	44
TV Band I	41~88	82	-	75	-	67	-	60	-	53	-
MOBILE SERVICES											
CB	26~28	97	84	90	77	82	69	74	61	67	54
VHF	30~54	94	81	87	74	79	66	72	59	65	52
VHF	68~87	86	73	79	66	71	58	64	51	57	44

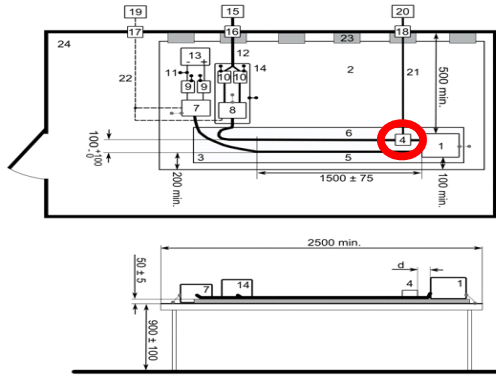
<표 2> 고전압 부품 전도 잡음 측정(전압법)에 대한 규제치 평균값

Service /Band	Frequency	Levels in dB( $\mu$ V)				
		Class HV1	Class HV2	Class HV3	Class HV4	Class HV5
	[MHz]	평균값	평균값	평균값	평균값	평균값
BROADCAST						
LW	0.15~0.30	126	116	107	97	87
MW	0.53~1.8	101	92	83	74	66
SW	5.9~6.2	94	86	77	69	61
FM	76~108	65	58	51	44	37
TV Band I	41~88	72	65	57	50	43
MOBILE SERVICES						
CB	26~28	77	70	62	54	47
VHF	30~54	74	67	59	52	45
VHF	68~87	66	59	51	44	37

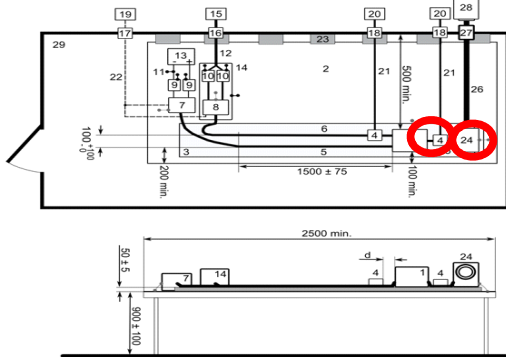
CISPR 25 3판의 6.2.2.2에 의한 측정의 확장으로 생각할 수 있으며, 전류 프로브 측정지점 및 규제치도 동일하게 적용된다. 또한 아래 [그림 6] 및 [그림 7]에서 4번의 전류 프로브의 체결 방식은 모든 배선을 한 번에 체결하는 공통 모드 방식과 배선의 가닥마다 각각 측정하는 차동 모드 방식이 존재한다.

### 3-4 고전압 부품/모듈에 대한 방사 잡음 측정 (ALSE법)

기존 IEC CISPR 25 3판의 6.4.1절에 고전압 부품에 대한 방사잡음 측정 배치가 추가될 것이며, 전기자동차라고 하여 차량 탑재 무선 수신기의 수신 감



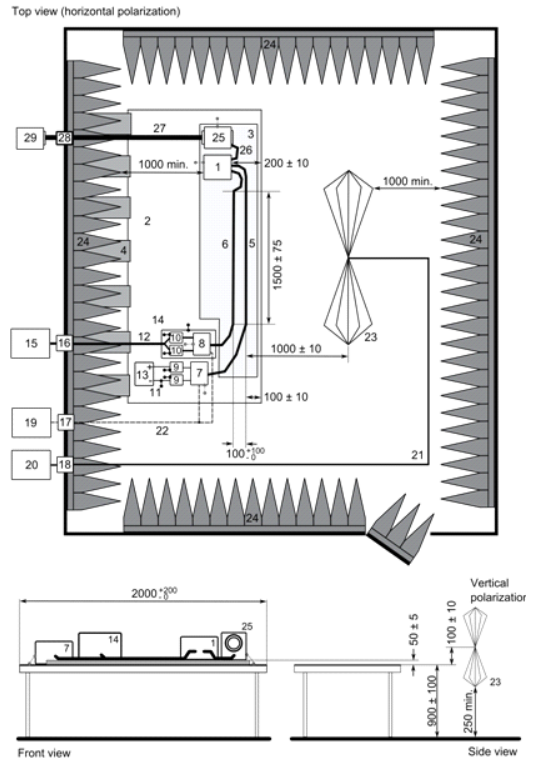
[그림 6] 고전압 배선에서 전류 프로브를 활용한 전도 잡음 측정 배치도



[그림 7] 부하로 전기 모터를 가지는 인버터의 고전압 배선에서 전류 프로브를 활용한 전도 잡음 측정 배치도

도 향상이 고려되고 있지 않으므로 차폐 배선에 대한 규제치는 기존 문서와 동일하게 적용된다.

[그림 8]에서 방사 잡음 측정을 위한 배선의 배치는 안테나로부터 1 m 거리에 저전압 배선을 위치시키고, 그로부터 0.1 m 떨어진 지점에 고전압 배선을 위치시킨다. 하지만 국제 표준화 회의에서의 의견이 일반적으로 고전압 배선에서의 잡음이 더 많이 방출될 것으로 예상되므로 고전압 배선을 측정 안테나가 가까운 쪽에 위치시키는 것으로 수정될 것이다.



[그림 8] 부하로 전기 모터를 가지는 인버터 등의 방사 잡음 측정 배치도

#### IV. 결 론

개발 및 생산이 확대될 것으로 예상되는 전기자동차에 내부에 장착되는 고전압 부품에 대해 전자파 적합성(EMS) 중 전자파 장애(EMI)에 대한 측정방법 및 규제값에 대한 국제 표준 동향을 살펴보았다. 먼저 자동차의 EMC 문제에서 최소 요건인 법규적인 측면보다는 자동차 성능을 좌우하는 부품의 EMC가 중요하게 고려되어야 한다.

특히 최근 크게 이슈화 되어 평가방법이 제정 중에 있는 고전압 부품에 대한 EMI 측정 방법 및 규제치 결정과 관련하여 국내 완성차 제작사의 EMC 담당자가 국제회의에 적극 참여하여 국내 의견을 개진

함으로써 국제 표준의 제정 방향을 우리나라에 유리하게 가져가는 것이 향후 자동차 분야 글로벌 수출 및 현지화를 더 확대하는데 중요하다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

- [1] Jody J. Nelson, Martin Aidam, *HEV System EMC Investigation during Transient Operations*, Daimler Chrysler AG, Stuttgart, Germany.
- [2] Tim Williams, Keith Armstrong, "EMC for sys-

tems and installations", *Newnes 2000*, ISBN 0 7506 4167.

- [3] J. M. Erdman, Russel J. Kerkman, David W. Schlegel, and Gary L. Skibinski, "Effect of PWM inverters on AC motor bearing currents and shaft voltages", *IEEE Applied Power Electronics Conference(APEC)*, Dallas, TX, Mar. 1995. pp. 24-33. IEEE.
- [4] IEC CISPR 25 4th Draft Version(CD).
- [5] ECE R10.05 Draft Version.

≡ 필자소개 ≡

송 태 승



1997년: 충남대학교 전자공학과 (공학사)  
1999년: 충남대학교 전자공학과 (공학석사)  
2009년: 충남대학교 전자공학과 (공학박사)  
2012년 1월~현재: 한양대학교 학연산클러스터 겸임교수  
2005년 1월~현재: 기술표준원 자동차 EMC/전기자동차/반도체분야 표준전

문위원회 위원

2000년 5월~현재: 한국산업기술시험원 사업기획센터장/책임연구원

[주 관심분야] EMI/EMC, EMP, 전기자동차