

# EMC 최근 기술 동향

## 최근 자동차 EMC 대책 기술 동향

정 기 범  
(주)이엔알텍

### I. 서 론

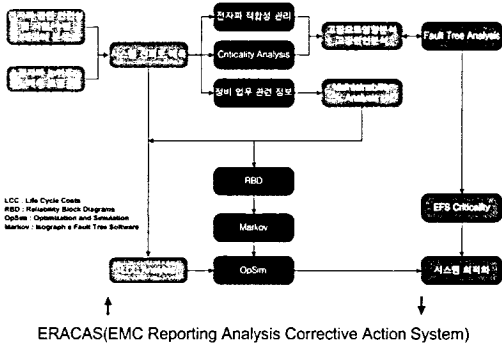
최근 자동차 분야의 대책 기술은 많은 발전과 함께 도전을 받고 있다. 최근의 EMC 대책 기술은 크게 두 가지 분류로 나누어지고 있는 추세이다. 첫 번째는 인포테인먼트(Infortainment=Information+Entertainment) 분야의 EMC를 고려한 대책 및 설계 기술이다. 이것은 자동차에 오디오/비디오, 네비게이션 시스템과 이동통신을 결합한 차량 정보 단말기를 탑재하여 엔터테인먼트는 물론 긴급 구조나 교통 정보, 길 안내 등의 정보 서비스를 제공하는 시스템의 정의이다. 특히, 국내 M사의 경우, 향후에는 차량의 클러스터는 전체가 LCD(Liquid Crystal Display) 모니터로 변경될 예정이다. 기존에는 Dot 형태의 디스플레이와 LCD를 결합한 형태였지만, 향후에는 LCD 모니터로 전면 교체될 예정이다. 특히, 클러스터의 노이즈가 차량의 무선 수신 감도(AM, FM, Keyless, TPMS 등)에 영향을 미치고 있다. 또한 수동 안전 및 능동 안전 분야의 멀티미디어 및 무선 기술이 복합된 새로운 형태의 전자/IT 기술이 발전하고 있다. 자동차 분야의 EMC 대책 기술은 기술적 분야로 다시 두 가지로 나뉘어진다. 즉, 단품 레벨의 EMC 대책 기술과 자동차 레벨의 시스템 EMC 분야로 나누어지고, 각각은 세분화된 EMC 기술 및 대책 방법을 달리고 가고 있다. 특히, 자동차 분야의 EMC 대책 기술은 차량내 무선 시스템 및 서비스의 무선 감도에 영향을 미치지 않도록 설계하는 것이 기본이다. 하지만

차량내의 복잡한 케이블 하네스(harness) 및 라우팅(routing)으로 인해 매우 어려운 점이 있다. 두 번째로는 친환경 자동차 부품 및 차량 분야의 EMC를 고려한 대책 및 설계 기술이다. 관련 EMC 기술은 매우 복잡하고, 전기장 및 자기장을 동시에 고려해야 하기 때문에 매우 복잡하고 어려운 분야이다. 일반적인 EMC 대책 기술은 전기장을 다루는 것이 일반적이다. 또한, 다루는 노이즈 주파수가 수 kHz~수십 kHz로 매우 낮은 주파수 영역을 다룬다는 점에서 어려운 점이 있다.

### II. 자동차 EMC 관리 기법 소개

국내의 경우, 시스템적인 자동차 EMC 관리 기법의 부재로 인하여 많은 기회 손실 및 비용을 낭비하고 있는 것이 현실이다. 외국의 경우, 이러한 문제점을 극복하고 종합적인 EMC 관리 기법 및 시스템을 확보하고 있다. 해외의 R사의 경우 “EMC COP Guide”라는 시스템 검증 절차를 스펙으로 가지고 있다. 이것은 제품별, 특성별로 EMC 관련 종합적인 관리 절차 및 검증 절차를 체계적으로 관리하고 있다. G사의 경우는 “GMW3103”이라는 스펙을 이용하여 EMC 검증 절차를 두고 있다. 해외의 대부분의 완성차 업체는 별도의 자체 내부 EMC 규격을 두고 있으며, 설계 단계부터 “EMC Test Plan”이라는 문서를 통해 EMC 및 노이즈 문제를 체계적으로 관리하고 있다. [그림 1]과 [그림 2]는 해외의 완성차 업체의 EMC





[그림 3] 단순화된 EMC 관리 기법 소개

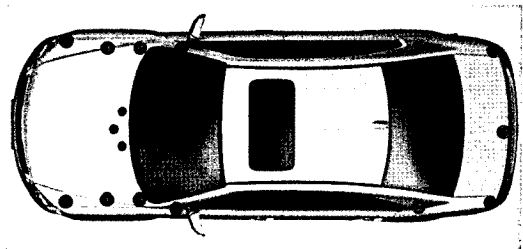
은 동작의 문제에만 관심을 가지고 대책을 하지만, 근본적으로 시스템 안전성에 문제가 되는 경우가 간혹 발생하게 된다. 대책 부품을 선정하거나, 회로의 변경이 발생할 경우 이러한 문제를 미리 예측하고 고장 모드 분석을 위한 노이즈 예측 모델을 작성하여 관리하고, 이러한 회로 변경 및 부품의 사용이 전체 시스템 안전성 및 수명에 이상이 없어야만 한다. 왜냐하면, 자동차의 경우 일반 IT 및 민수 제품과 달리 사람의 안전과 더욱더 밀착되어 있기 때문에 그 중요성을 강조해도 무리가 없기 때문이다.

### Ⅲ. 차량 레벨의 EMC 대책 기법

본고에서 모든 차량 레벨의 시스템 EMC 대책 기술을 다루는 것은 매우 어려운 점이 많다. 왜냐하면 많은 부분이 공개가 되어 있지 않고, 차량의 시스템이 동일 차종이라 해도 사실은 모두 다른 구조를 가지고 있기 때문이다. 일반적으로 이러한 저자의 말이 이해가 되지 않을 지도 모르겠다. 하지만, 현실은 많은 부분이 다르게 적용되고 있다. 특히, 차량의 동일 기종이라 해도 출시 년도에 따라 차량 내부의 전장품의 기능 및 케이블 라우팅 구조가 많은 부분 다르게 적용되고 있다. 이러한 점이 자동차 EMC 문제를 어렵게 만드는 요인이다. 자동차는 기본적으로 접

지를 가지고 있지 않다. 저자의 이 말이 이해가 되지 않는 분들도 있을 거라 생각된다. 하지만 자동차의 샤시 구조는 접지가 아닌 “-”로 구성되어 있으며, 실제 차량의 12 [V] 배터리의 “-” 관련 케이블이 존재하지 않는다. 기본적으로 노이즈는 전류의 흐름에 따라 매우 민감하게 경로가 형성되고 이러한 경로 즉, 전류의 경로로 인하여 차량의 경우 샤시에 많은 노이즈 전류가 흐르게 되고, 차량 내부에 방사하는 노이즈의 대부분은 샤시와 “+” 전원 라인 그리고 통신 및 기타 케이블과 공통모드 노이즈 전류에 의한 방사가 많은 부분을 차지하고 있다. 따라서 단품의 전자파 대책 결과가 차량 내부의 시스템 차원에서 관찰했을 때는 전혀 다른 노이즈 양상을 보여주고 있다. 따라서 차량 내부의 시스템 차원의 노이즈 대책 기법 및 대책 방법이 필요한 실정이다. [그림 4]는 자동차 “-” 단자의 연결 부분을 설명하고 있다. 실제로 “-” 케이블을 연결할 수 있는 부분이 거의 결정이 난 상태이다. 이것은 차량마다 조금씩 다를 수 있으며, 모든 차종별로도 다르게 적용되고 있다. 하지만 기본 단품은 동일한 제품을 사용하고 있다. 따라서 적용 차종별로 단품의 입장에서는 전원의 “-”을 연결하기 위한 케이블 길이가 다르게 되는 것이다. 이것으로 인해 공통 모드 노이즈도 다른 양상을 보이게 되어 차량의 무선 서비스 및 시스템에 수신 감도 영향을 미치게 되는 것이다.

- : 일반적인 차량에 존재하는 기존 “-” 단자 연결 지점, 특별한 요구사항이 없으면 기존 지점에 모든 “-”는 이곳에 연결됨



- : ECU가 정상 동작하기 위해 추가 접지 연결 지점을 위한 접지 요구 지점

[그림 4] 차량의 샤시 접지 구조의 예

〈표 1〉은 차량 레벨에서 각 단품들의 방사성 방출 제한치를 설명하고 있다. 이것은 CISPR25에 명시되어 있는 것이며, CISPR25는 차량의 무선 서비스 대역을 보호하기 위하여 단품의 방사 방출 제한치를

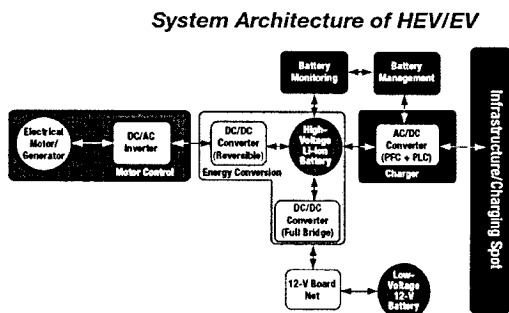
〈표 1〉 차량 레벨의 무선 서비스에 따른 전자파 방사 방출 제한치

Service/Band <sup>a</sup>	Frequency MHz	Terminal disturbance voltage at receiver antenna terminal in dB( $\mu$ V)		
		Peak	Quasi-peak	Average
<b>BROADCAST</b>				
LW <sup>a</sup>	0.15~0.30	26	13	6
MW <sup>b</sup>	0.53~1.8	20	7	0
SW <sup>b</sup>	5.9~6.2	20	7	0
FM <sup>a</sup>	76~108	26	13	6
TV Band I <sup>c</sup>	41~88	16	—	6
TV Band II <sup>c</sup>	174~230	16	—	6
DAB III	171~245	10	—	0
TV Band IV/V <sup>c</sup>	468~944	16	—	6
DTTV	470~770	20 <sup>d</sup>	—	10 <sup>d</sup>
DAB L Band	1,477~1,494	10	—	0
SDARS	2,320~2,345	16	—	6
<b>MOBILE SERVICES</b>				
CB <sup>b</sup>	26~28	20	7	0
VHF <sup>b</sup>	30~54	20	7	0
VHF <sup>b</sup>	68~87	20	7	0
VHF <sup>b</sup>	142~175	20	7	0
Analogue UHF <sup>b</sup>	380~512	20	7	0
RKE <sup>f</sup>	300~330	20	—	6
RKE <sup>f</sup>	420~450	20	—	6
Analogue UHF <sup>b</sup>	820~960	20	7	0
GSM 800	860~895	26	—	6
EGSM/GSM 900	924~960	26	—	6
GPS L1 civil <sup>c</sup>	1,567~1,583	—	—	0
GSM 1800(PCN)	1,803~1,882	26	—	6
GSM 1900	1,850~1,990	26	—	6
3G/IMT 2000	1,900~1,992	26	—	6
3G/IMT 2000	2,010~2,025	26	—	6
3G/IMT 2000	2,108~2,172	26	—	6
Bluetooth/802.11	2,400~2,500	26	—	6

두고 있는 것이 일반 EMC 관련 규격과 다른 점이다. 하지만 앞에서 설명한 바와 같이 실제 단품의 방사 레벨과 차량에 장착되었을 경우, 무선 서비스의 수신 감도에 영향을 미치는 경우가 많이 발생하고 있는게 현실이다.

본고에서 저자는 차량의 EMC 문제를 해결하기 위해서는 시스템 차원의 노이즈 관리 기법이 있어야 하고, 이러한 노이즈 관리 기법을 확립하기 위해서는 완성차 업체의 각 차량 설계 부서들의 전자파에 관한 이해가 선행되어야 한다고 생각된다. 또한 가장 어려운 것은 기존의 가솔린/디젤 차량의 문제보다 친환경 자동차 관련 하이브리드 및 전기자동차의 출현으로 인한 노이즈 양상이 큰 변화를 맞고 있다는 것이다. 전기자동차의 경우, 내연 기관이 모두 없어지고, 모터 및 모터 인버터가 그 내연 기관의 역할을 수행하게 된다. 이러한 새로운 기술이 접목된 차량의 출현은 노이즈 분석 및 관리 방향을 많은 부분 흔들고 있다. 왜냐하면, 그동안 관심 사항이 되지 않았던 저주파 노이즈 즉, 자기장에 의한 노이즈 문제가 심각하게 대두되고 있으며, 노이즈 발생으로 인한 시스템 안전성이 더욱더 민감하게 영향을 받고 있기 때문이다. [그림 5]는 일반적인 하이브리드 및 전기자동차의 구조를 설명한 것이다.

친환경 자동차의 경우, EMC 관련 고려 대상은 차량 레벨에서는 모터의 위치와 고압 케이블의 라우팅 구



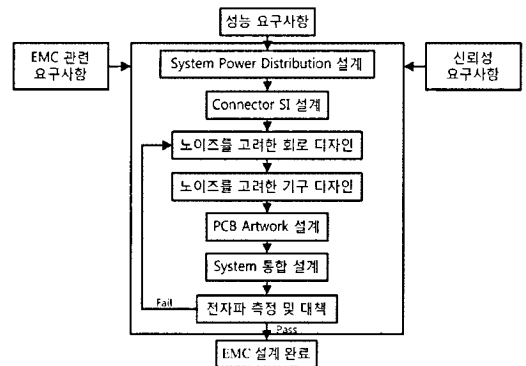
[그림 5] 일반적인 HEV/EV의 구조 설명 예

조가 매우 민감하다. 이것들의 구조에 따라서 차량의 무선 수신 감도에 영향을 미치고 있다. 차량의 구동 모드 및 속도 즉, 부하 조건 다시 말해서 모터의 여자 전류의 주입량에 따라 노이즈 세기가 달라지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 많은 해외 업체들도 노력을 많이 하고 있는 실정이며, 아직까지 차량에서 이러한 문제를 해결하기 위하여 기능 및 성능과 관계없는 노이즈 대책 부품이 고가로 사용되고 있다.

#### IV. 자동차 전장품의 EMC 대책 기법

자동차의 전장품에 대한 EMC 대책 기법은 사실 매우 어려운 EMC 대책 분야이다. 왜냐하면 차량이라는 적용 구조가 매우 복잡하고, 협소하며, 많은 부분 단가적인 차원에서 압박을 받고 있기 때문이다. 단품의 EMC 문제 및 노이즈 문제를 해결하기 위한 기본 절차는 [그림 6]과 같다.

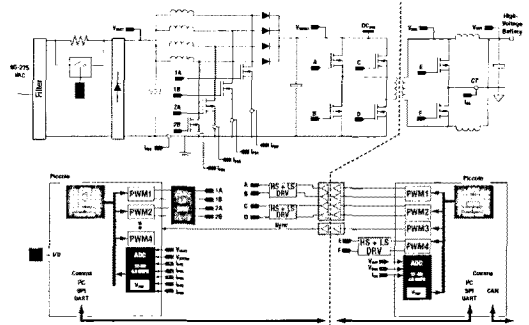
일반적인 자동차 단품의 대책은 많은 부분에서 어려움이 존재한다. 특히 적용 차량에 따라 동일한 제품임에도 불구하고 EMC 문제를 야기시킬 수 있기 때문이다. 하지만 단품의 EMC에서 가장 중요한 것은 완성차 업체의 EMC 규격을 만족시키는 것보다 실차에서의 EMC 문제점에 대한 노이즈 예측 모델에 대



[그림 6] 단품의 EMC 대책을 위한 절차 예

한 시뮬레이션 기법을 적용하는 것이 매우 중요하다. 그리고 실차 적용을 가정한 측정 평가 모델을 달리 하는 것도 매우 중요하다고 할 수 있다. 자동차 전장품의 EMC 단품 스펙은 단지 기본일 뿐 끝이 아니다. 자동차라는 시스템에 적용하기 위한 기본을 한 것이지 자동차에 적용하는 것이 최종 목표이기 때문에 이러한 점을 간과해서는 안된다. 단품의 설계자는 반드시 실차 조건 및 케이블 라우팅 구조를 미리 파악하고, 그에 대한 측정 평가 예측 모델 및 노이즈 예측 모델을 시뮬레이션하여 단품 설계에 적용할 수 있는 관리 기법을 구축하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다. 또한, 친환경 자동차의 단품의 경우는 매우 다른 양상을 보이고 있다. [그림 7]은 HEV/EV에 필수적인 BMS(Battery Management System) 시스템을 설명하고 있다. BMS는 노이즈에 매우 취약하다. 왜냐하면 배터리 각 cell의 상태를 모니터링해야 하기 때문이다. 고압의 시스템에 적용되기 때문에 많은 노이즈 성분들이 센싱 회로에 영향을 줄 수 있기 때문이다.

친환경 시스템의 차량에 심각한 노이즈 문제를 야기시키는 제품은 DC/DC 모터 구동 인버터이다. 전형적인 고전류 및 대용량 시스템이기 때문에 노이즈의 크기도 상당히 크다. 이러한 문제를 해결하기 위



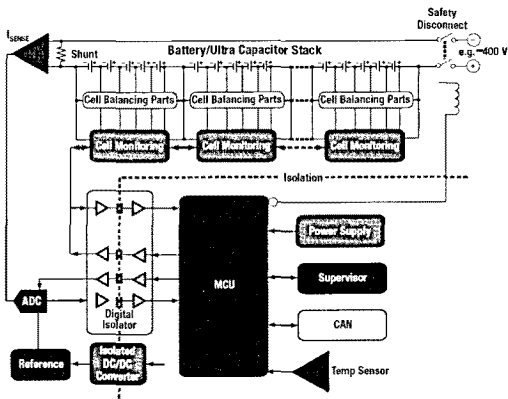
[그림 8] On-board charger 시스템의 블록도

하여 해외의 완성차 업체도 많은 노력을 하고 있지만 근본적인 해결을 아직 미미한 상태이다.

그리고 새롭게 노이즈 소스로 인식되고 있는 시스템은 On-board charger 시스템이다. 기본적으로 AC 전원을 입력받고 DC로 고압 배터리 충전용으로 사용하고 있는데, 자동차 적용 부품들 중 AC 전원을 사용한 유일한 단품이다. 이것은 지금까지 자동차 전장품 중 AC 전원을 공급받는 새로운 노이즈 소스의 출현을 의미한다. 자동차 안전성을 위한 신뢰성에 얼마나 어떠한 영향을 미치는지에 대한 경험이 전혀 없기 때문에 완성차 업체에서는 많은 부분 EMC 관련 노이즈에 대하여 철저한 대책을 실시하고 있다. [그림 8]은 On-Board Charger 시스템의 블록도를 설명한 것이다. 단품의 EMC 성능을 향상시키기 위해서는 시스템 통합 설계를 가능하도록 체계적인 관리 시스템이 필요하다고 할 수 있다.

## V. 결 론

본고에서는 자동차에 대한 EMC 대책 기법 및 관리 방향에 대한 논의를 다루고자 했으며, 기본적으로 EMC 및 노이즈 관련 시스템 검증 절차를 만드는 것이 매우 중요하다. 특히 국내의 완성차 업체들도 해외의 업체와 동일한 수준의 EMC 관리 기법의 확립이 시급하다고 할 수 있다. 그리고 친환경 자동차



[그림 7] BMS 시스템의 블록도 예

의 등장으로 향후 이러한 자동차에 적용되는 부품들의 EMC 문제가 특히 중요하게 대두되고 있는 실정이다. 따라서 전력 전자 공학에서의 대전력 시스템에 대한 노이즈 문제에 대한 해결이 시급하다. 관련 전공 설계자의 EMC 이해와 노이즈 문제에 대한 인식과 고찰 및 연구가 필요하며, 많은 관련 연구 결과가 공개가 되었으면 한다. 끝으로 EMC 엔지니어들도

시스템 차원의 접근 방법과 제품 및 대책 부품의 신뢰성 차원에서 노이즈 관련 시스템 예측 모델과 노이즈 고장 모드 해석에 기반한 통합 설계 절차를 확립할 수 있도록 역량을 키워야 하겠다. 많은 부분 보안과 관련된 사항들로 인해 공개를 하지 못하는 점을 이해해 주시면 감사드리겠습니다.

≡ 필자소개 ≡

정 기 범



1999년 2월: 국민대학교 전자공학과 (공학사)

2001년 2월: 국민대학교 전자공학과 (공학석사)

2002년~2004년 2월: 한양대학교 전자공학과 박사 수료

2004년~2008년: EMC기술지원센터 팀장

2008년~현재: (주)이엔알컨설팅 EMC수석컨설턴트

[주 관심분야] EMI/EMC 측정 및 설계 · 대책, EMC를 고려한 PCB Artwork 설계, EMC Management 엔지니어링