Journal of Defense Quality Society

Journal of DQS
국방품질연구논집

2022년 4권 1호(6월)

ISSN 2671-4744(Print)
ISSN 2671-9673(Online)

전문기고

문찬, 김민철, 장동원, 진정희, 지성원, 조흥기
GPS 항재밍 성능평가 시험을 위한 시험설비 및 시험방법 002

정성영, 조관준
함정 공용장비의 신뢰도 기반 위험식별 방안 연구 010

이동기, 박상훈
CMDS 유류 유입 방지를 위한 Mast Cover 추가에 관한 연구 017

박동규, 김영호
수상함정의 실내 공기질 측정과 결과에 대한 고찰 024

강인승, 이승민, 강주환
무인항공기 엔진 저온시동 개선 요소 식별 및 적용 연구 033

노산, 손원애, 정혜수
회전익 항공기용 충돌방지등의 이상점등 및 수분침투 현상에 대한 설계 개선방안 040

안남수, 주진천, 박만춘
가중치를 적용한 국방 분야 소프트웨어 품질 수준 측정방안 050

김병현, 나라별, 김병호
함포시스템 격침핀 열처리 개선을 통한 사격안정성 향상 연구 057

권용욱, 이충현, 윤재복
함정용 레이더의 모노펄스 위상 정합에 대한 연구 065

진정희, 장동원, 장봉기
무기체계의 EMP 방호성능 검증을 위한 시험평가 방안연구 071

김영욱, 이상훈, 정영탁, 김보람
전달정렬 오차 개선을 통한 자항식 기뢰 부설 정확도 향상에 대한 연구 085

박경덕, 김진만, 김경록, 정준, 박병호, 박종건, 박상근
부품단종관리 수명주기비용 분석을 통한 기대효과에 대한 연구 093

이영준, 정연화, 김성훈, 박태완
KAAV 해수추진 전향기 품질향상을 위한 개선연구 102

김원석
기준탄 사격을 통한 박격포 포구속도의 영향인자 분석 112

우윤형, 김병수
Wibro 기반 전술다기능단말기(TMFT) 성능 개선 및 검증 118

이열교, 홍석기, 하주석
무기체계의 운용신뢰도 분석을 통한 최적 보증기간 결정 방안 연구 126

도길현, 서민성
무기체계 개발단계 품질관리 성과분석지표 개발에 관한 연구 136

국방기술품질원 DTaQ Defense Agency for Technology and Quality
국방품질연구회 DQS Defense Quality Society

국방기술품질원 DTaQ Defense Agency for Technology and Quality
국방품질연구회 Defense Quality Society

국방품질연구논집은 연 2회 발행되는 학술논문지입니다.
홈페이지 https://www.dtaq.re.kr:8084/dqs

발행처 경상남도 진주시 동진로 420(충무공동) 국방기술품질원
발행일 2022년 6월 30일
발행인 허건영
편집위원장 김상부
편집위원 이영순, 김성수, 진성일, 박종훈, 고준수, 설한신, 허재호, 이선희, 임재성, 박장식, 이정순, 김병호
연락처 055-751-5274, 5277
국방인트라넷 thdud3521@dtaq.mil
인터넷 thdud3521@dtaq.re.kr

무기체계의 EMP 방호성능 검증을 위한 시험평가 방안연구

ISSN 2671-4744(Print)
ISSN 2671-9673(Online)

A study on test and evaluation methods to verify the EMP protection performance of weapon systems

진정희, Jeong-Hee Jin†
(주)한국전자파연구소 부대표
CTO, Korea Electromagnetic Research

장동원, Dong-Won Jang
(주)한국전자파연구소 부설연구소 연구소장
Director of Research Institute, Annex Research Institute, Korea Electromagnetic Research

장봉기, Bong-Gi Jang
국방기술품질원 유도탄약센터 센터장
Center Director, PGM & Ammunition Center, Defense Agency for Technology and Quality

Abstract

In this study, Chapter 2 describes the outline and definition of high-power electromagnetic wave (HPEM), and the characteristics of EMP waveforms. In Chapter 3, the US military standard specifications are investigated and analyzed for EMP test and evaluation standards and items. In the conclusion part, the standards and items applied to each weapon system, equipment/sub-system, and parts/materials for the minimum EMP resistance performance evaluation standards and items of the weapon system are summarized and described.

keywords : EMP, HEMP, HPM, UWB, E-Bomb, SE, PCI, CWI, TLI, DS

† Corresponding Author : Jeong-Hee Jin
Tel : +82-42-825-9988, Fax : +82-44-863-9812 , email : empkorea@ker.ne.kr
Korea Electromagnetic Research, 30067, 50, Wonhapgang 1-gil, Yeondong-myeon, Sejong-si, Republic of Korea
Received April 11th. 2022 Revised June 13th. 2022 Accepted June 13th. 2022 Published June 30th. 2022

1. 서 론

눈부신 전자통신 과학기술의 발전으로 군 무기체계도 소형화, 경량화, 지능화, 무인화에 따른 미래의 전장 환경으로 유·무인 무기체계로 구성된 정찰/감시(ISR), 지휘통제·통신(C4I), 정밀타격무기(PGM)가 유기적인 체계를 구성하여 원거리에서 동시다발적으로 효과적인 적의 중심을 정밀타격하는 형태가 될 것이다. 더불어 공격형 무기체계도 물리적 파괴보다는 전자 장비를 사용하지 못하게 하는 무기체계의 비중이 증가함에 따라 기능과 성능 저하를 일으킬 수 있게 하기 위한 Soft Kill 형태로 전투 수단이 변화되고 있다. 또한, 감시/정찰의 주요 수단이 되고 있는 무인 무기체계는 향후 타격 및 전투영역에서까지 그 역할이 확대될 전망이다. 이러한 무기체계는 핵 전자기펄스(Nuclear Electro-Magnetic Pules 또는 HEMP), 비핵 전자기펄스(NNEMP), 고출력 초고주파(HPM), 전자폭탄(E-Bombs), 자유전자레이저(FEL), 초저주파 음향무기와 같이 전자기파를 이용한 신무기체계의 개발은 기존의 무기체계와 더불어 전투 수단의 운용범위가 획기적으로 확대될 것이다. 따라서 Figure 1을 참고하여, 이러한 무기체계에 대응하기 위한 방호대상들의 EMP 방호 성능평가가 필요하다.

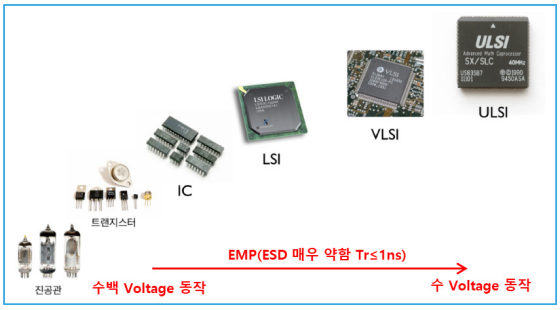


Figure 1. Operating voltage for each electronic component.

본 논문에서는 EMP 방호 성능평가를 위하여 MIL 규격, IEC 규격과 기타 기술 문헌을 근거로 작성하였으며 주로 고고도 전자기파(HEMP) 방호 성능평가에 관하여 기술하였다.

2. 고출력 전자기파(HPEM) 개요 및 배경

2.1. 고출력 전자기파(HPEM) 정의

전자기파 환경 영향(EME)은 크게 EMC/EMI/RFI와 HPEM(High Power Electro Magnetic)로 구분할 수 있으며, 고출력 전자기파에 해당하는 HPEM에는 비의도적(자연적)으로 발생하는 LEMP(낙뢰)와 핵폭발로 인해 발생하는 NEMP, 고고도에서 핵폭발 시 발생하는 HEMP가 있으며, Figure 2와 같이 그 밖에 의도적으로 발생하는 NNEMP/IEMI로 HPM과 UWB 등으로 구분할 수 있다.

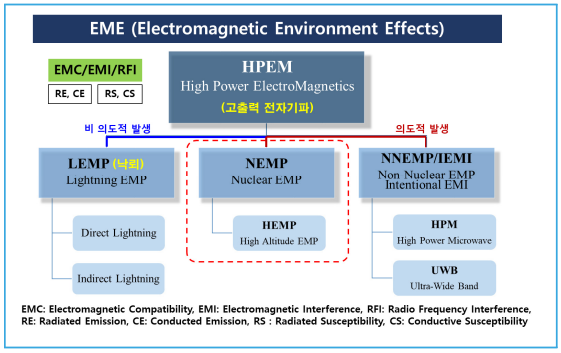


Figure 2. Classification of high-power electromagnetic wave(HPEM)[1]

2.2. 고출력 전자기파(HPEM) 배경

고출력 전자기파(HPEM)의 대표적인 예는 핵폭발 시 발생하는 고고도 전자기파(HEMP)와 비핵 전자기파인 전자폭탄(E-Bomb), 초광대역(UWB) 등이 있다. 고출력 전자파(HPEM)의 주파수 영역에서의 응답 특성은 다음과 같다[2].

2.2.1. 고고도 전자기펄스(HEMP) 특징

Figure 3,4를 참고하면, 고고도 전자기펄스(HEMP)는 고도 30 km 이상 핵폭발 시 Compton 효과에 의해 고출력 전자파 에너지가 지상으로 광범위하게 전달되는 현상을 말한다[3].

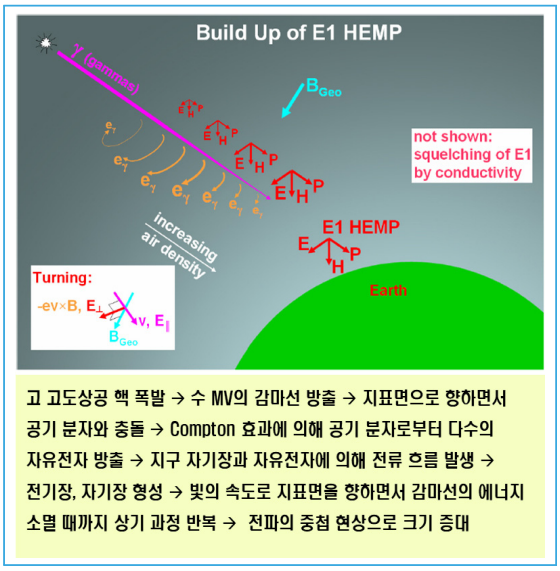


Figure 3. Principle of HEMP Generation in Nuclear Explosion[3]

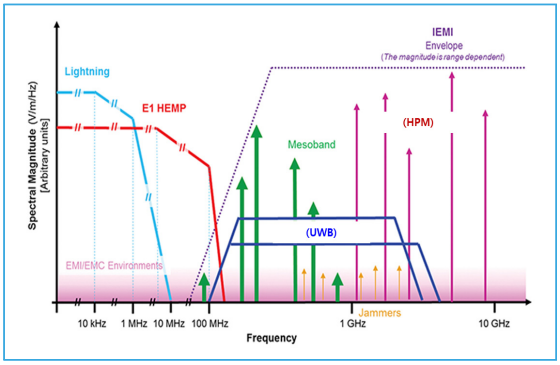


Figure 4. Frequency characteristics of nuclear EMP (HEMP) & non-nuclear EMP waveform[2]

고고도 전자기펄스(HEMP)의 펄스 형태는 Figure 5와 같이 크게 3가지 형태로 나타난다. 초기의 E1 펄스는 상승시간이 20 ns에 펄스폭이 550 ns이며, 중기의 E2 펄스는 상승시간이 1.5 us에 펄스폭이 5 ms이며, 말기의 E3 펄스는 상승시간이 200 ms에 펄스폭이 25 s의 형태를 가진 펄스가 발생한다[3].

또한 Table 1과 같이 각각의 펄스의 전계의 세기는 최대 E1 펄스의 경우 50 kV/m의 수준으로 발생하며, E2 펄스의 경우에는 100 V/m, E3 펄스의 경우에는 38 V/m 수준의 전계 세기가 발생한다[6].

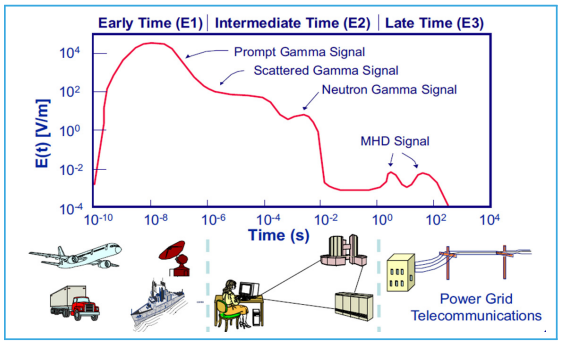


Figure 5. Waveform of E1, E2, E3 of nuclear EMP (HEMP)[4]

Table 1. Electromagnetic Pulse (EMP) Frequency Characteristics (KICI, 2016)

Classification		Peak Amplitude
Early	E1 (Fast Gamma rays)	50 kV/m
Middle	E2a (Scattering Gamma rays)	100 V/m
	E2b (Neutron Gamma rays)	
Late	E3 (Electrohydrodynamics)	38 V/m

Figure 6처럼 이러한 펄스의 특성에 따라 무기체계 별 영향성과 특징을 가지고 있다.

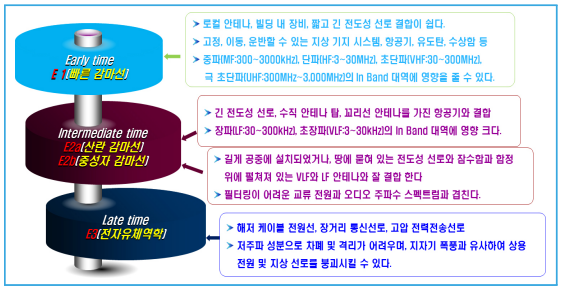


Figure 6. Influence of HEMP Waveform Characteristics[5]

2.2.2. 비핵 전자기파(NNEMP) 특징

비핵 EMP의 대표적인 전자폭탄(E-Bomb)의 경우에는 약 20 ~ 30 kV/m의 전계 수준에 500 MHz

~ 1.5 GHz 대역의 주파수 성분을 가지고 있으며, 상승시간이 약 50 ㎲의 수준으로 발생 된다.

초광대역(UWB)과 감쇠 정현파(DS)의 경우와 고출력 전자파(HPEM) 신호에 대한 현재의 무기체계와 IEC 61000-2-13 규격에서 제시되고 있는 비핵 EMP의 수준은 Table 2와 같다.

상기와 같이 핵 EMP와 비핵 EMP 발생장치에 대해 특징을 조사하였으며, 본 연구에서는 무기체계에

Table 2. Specifications and shapes for non-nuclear EMP[7]

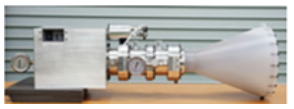
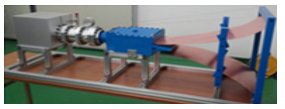
Type	Specifications	Shapes
DS generator	• Frequency : 80~500 MHz • Duty cycle : 10 Hz • Pules : sine wave • Electric intensity : 120 kV/m • Volume, Weight : 1.8x1x2.4m, 150 kg	
DS generator	• Frequency : 600 MHz • Duty cycle : 10 Hz • Pules : sine wave • Electric intensity : 150 kV/m • Volume, Weight : 0.5 x 0.34 x 0.2 m, 17 kg	
HPM generator	• Frequency : 2.45 GHz • Oscillator : Magnetron • Output Power(Max.) : 1 kW • Volume, Weight : 0.2x0.2x0.4 m, 15 kg	
UWB generator	• Pules width : 1 ns • Duty cycle : 100 Hz • Pules : Bipolar Pulse • Electric intensity : 60 kV/m • Frequency : 200 MHz ~ 2.1 GHz • Volume, Weight : 0.9x0.3x0.2 m, 27 kg	
UWB generator	• Pules width : 1 ns • Duty cycle : 100 Hz • Pules : Bipolar Pulse • Electric intensity : 150 kV/m • Frequency : 500 MHz ~ 2 GHz • Volume, Weight : 1.2x0.5x0.5 m, 35 kg	
UWB generator	• Pules width : 1 ns • Duty cycle : 100 Hz • Pules : Bipolar Pulse • Electric intensity : 500 kV/m • Frequency : 500 MHz ~ 2 GHz • Volume, Weight : 1.4x0.5x0.5 m, 42 kg	

Table 3. HPM signal generator specifications[6]

EMP Type	Level[kV/m]	Distance[m]
HPM, CW, 500 MHz	1.52	300
HPM, CW, 1 GHz	3.04	300
HPM, CW, 2 GHz	6.09	300
HPM, CW, 3 GHz	9.13	300
HPM, Hypo Band or Narrow Band, 0.4 ~ 15 GHz	2.30	3000
HPM, Hypo Band or Meso Band, 0.2 ~ 5 GHz	5.00	3000
SUB Hyper Band, Hyper Band, 100 MHz ~ 3 GHz	2.30	0.5
B.1 Low Tech Generator, 2.45 GHz	25.00	Waveguide
B.2 Medium Tech Generator	20.00	0.3
B.3 High Tech Generator	41.60	Near field
B.4 High Tech Generator	27.60	Far field
Electromagnetic Wave Attack Radiated(JOLT)	500.00	100

대한 MIL 규격을 근거로 시험평가에 대한 검증 방법을 제시하였다.

3. EMP 시험평가 규격 및 항목 연구

시험평가 규격과 항목을 정하기 위하여 장비와 부체계 그리고 체계를 분류하는 방법이 매우 중요하다. 첫 번째 장비(Equipment)는 주요 기능을 독립적으로 수행할 수 있고 정해진 수명 기간 동일성을 유지할 수 있는 완제품으로서, 일정 수준 이상의 화폐 가치를 가진 품목으로서 장비는 구조적으로 부분품, 결합체 및 구성품으로 구성되어 진다.

두 번째로 부 체계(Subsystem)는 시스템의 특정 기능을 완벽히 수행하지는 않지만, 설계, 테스트 또는 유지 관리를 위해 격리될 수 있는 둘 이상의 통합 구성 요소를 포함하는 것을 말한다.

세 번째로 체계(System)는 정의된 운영 임무를 수행하거나 지원할 수 있는 장비, 하위 시스템, 숙련된 인력 및 기술의 조합을 말하며, 완전한 시스템은 운영 또는 지원 환경 내에서 자급자족할 수 있는 정도로 운영에 필요한 관련 시설, 장비, 하위 시스템, 자재, 서비스 및 인력을 포함한 것을 말한다.

3.1. EMP 관련 규격 조사

미 군사 표준 규격에서는 각각의 무기체계와 장비 또는 부 체계 단계에서 최소한의 EMP 내성에 대한 성능검증 규격과 항목을 제시하고 있다.

체계에 대한 핵 EMP 규격은 대표적으로 무기체계에서 적용되는 MIL-STD-464D와 부체계 또는 장비 단위에서 적용되는 MIL-STD-461G의 규격이 있으며, 이동형 지상 C4I시설에 대한 최소 HEMP 방호시설 성능 요구 조건인 MIL-STD-188-125-2 등의 대표적인 규격이 있다.

대표적인 무기체계에서 적용되는 HEMP 적용 규격의 EMC & EMP 관련 항목은 Figure 7, 8과 같이 체계의 MIL-STD-464D의 EMP 항목과 부체계 또는 장비의 MIL-STD-461G의 CS115, CS116과

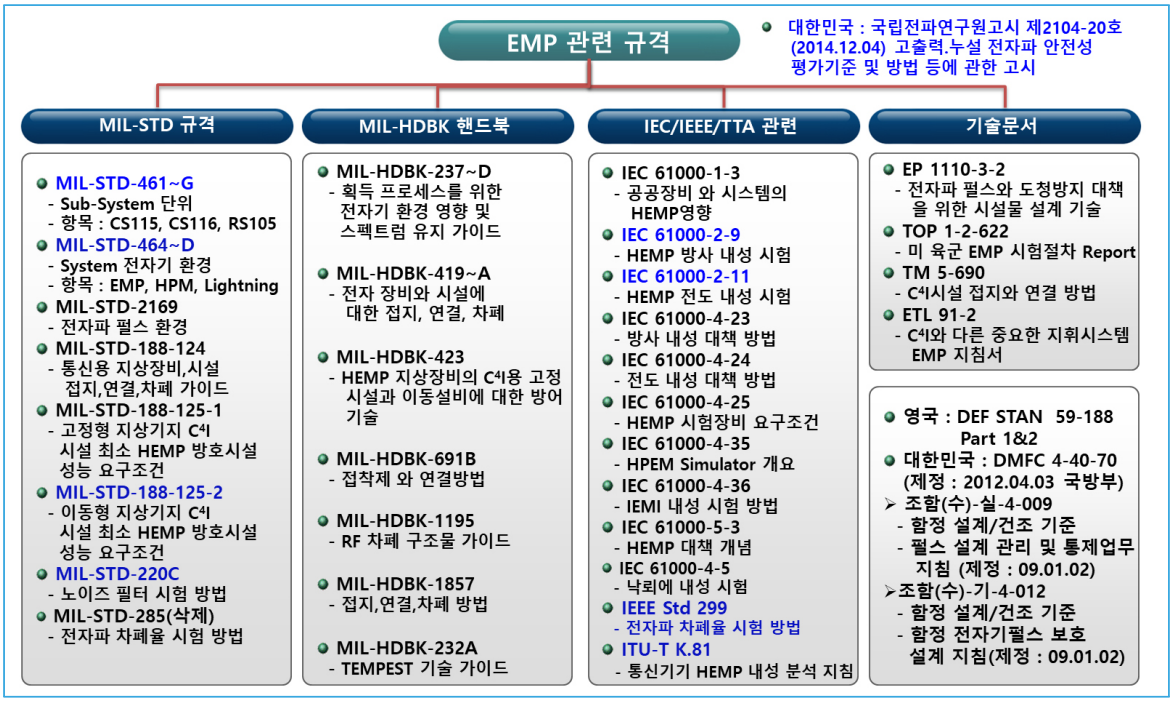


Figure 7. EMP related standards[8]

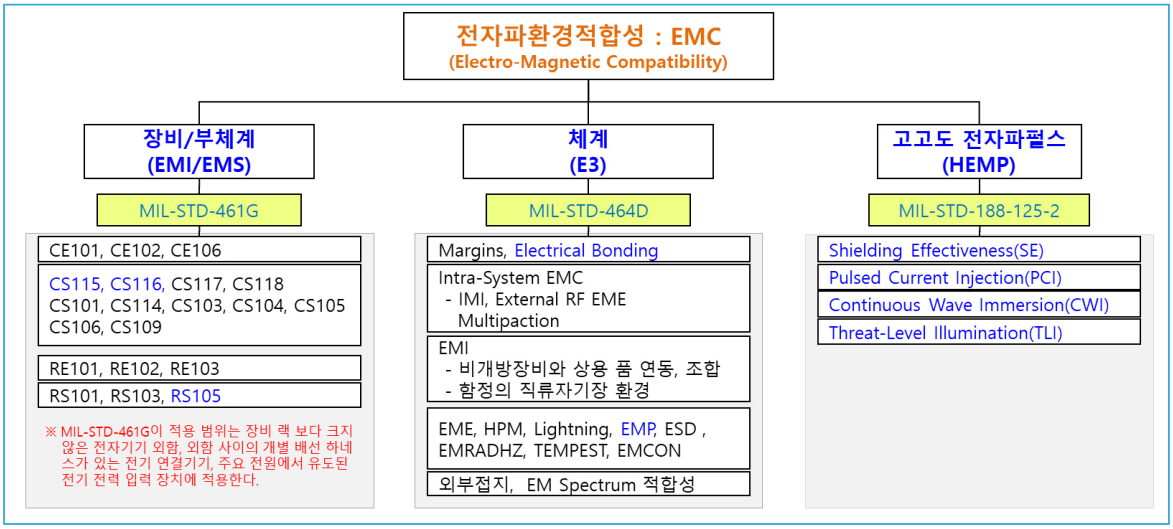


Figure 8. EMC/EMP standards and test verification items[8]

RS105 항목이 있으며, HEMP에 대한 이동형 시설에 대한 차폐성능 항목인 SE와 EMP 필터에 대한 성능 검증을 위한 PCI 항목과 원거리에서의 차폐 성능을 평가하기 위한 연속파 유입(CWI: Continuous Wave Immersion) 항목과 C4I 지상 무기체계에 대한 위협 수준 방사(TLI: Threat-Level Illumination) 시험평가 항목이 있다.

각각의 무기체계와 장비 또는 부 체계에 대한 EMP 적용 규격과 항목은 Table 4와 같이 정리된다.

Table 4. EMP Immunity Performance Verification Application Standard Items

Type	Specification	Application Item
System	MIL-STD-464D	EMP
Ground mobile C4I	MIL-STD-188-125-2	SE, PCI, CWI, TLI
Item or sub-system	MIL-STD-461G	CS115, CS116, RS105

3.2. EMP 성능평가 절차

EMP 시험을 위해서 먼저 시험대상을 선정하고 부품 및 소자/소재, 장비 및 부 체계, 체계로 구분한다. 그리고 각각의 개구부(POE: Point of Entry)를 선정하고 개구부별로 적용할 규격과 항목을 선정한다, 그런 다음 내성 기준 및 검증 방법을 선정하여 EMP에 대한 내성 시험평가를 Figure 9와 같이 진행한다.

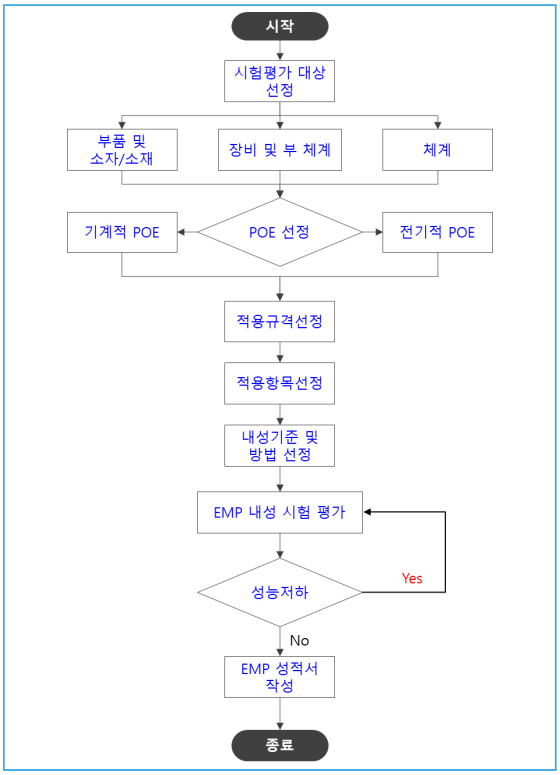


Figure 9. EMP Immunity Test Evaluation Flowchart[8]

3.3. 피 시험장비(EUT)의 성능평가 방안

EMP 시험시 무기체계와 장비에 대한 성능 저하는 크게 세 가지로 점검하여 검증한다. 첫 번째는 육안으로 검증하는 방법과 두 번째로 음성 식별하는 방법 세 번째로 전기적인 신호로 검증하는 방법이 있으며, Figure 10처럼 기준은 정상, 허용할 수 있는 장해, 성능 저하, 일시적 기능 상실, 영구적인 주요 기능 상실 등으로 성능 저하에 대하여 판단한다.

종합적으로 무기체계와 부 체계 또는 장비별 설치 운용 환경에 따라 적용 규격과 항목은 Figure 11과 같다.

Figure 10. Performance degradation evaluation method of the equipment under test[8]

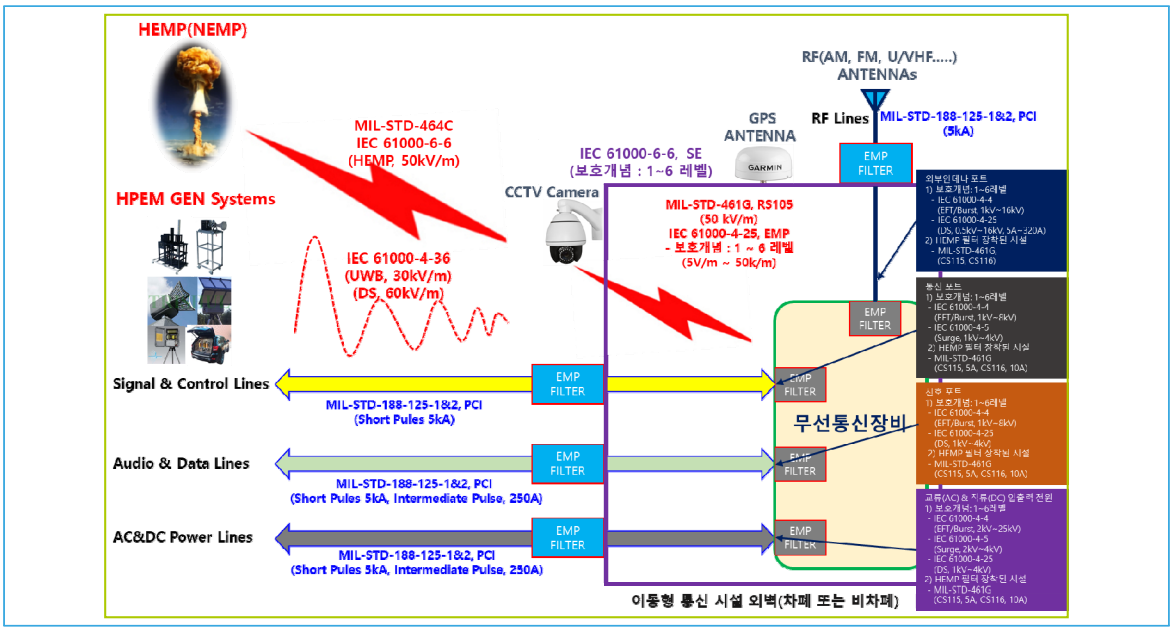


Figure 11. EMP performance evaluation standards and items for equipment and subsystems and systems[8]

3.4. HEMP 항목별 시험 방안

HEMP에 대한 차폐율 성능평가 시 측정 주파수는 10 kHz ~ 20 MHz까지 자기장 측정법으로 측정하며 20 MHz ~ 1 GHz 대역에서는 전기장 측정법을 사용하여 측정하며, 대상은 무기체계 및 부 체계의 차폐 성능평가에 적용한다.

3.4.1. 차폐(SE: Shielding Effectiveness) 성능평가 방안

Figure 12에서 전자파 차폐 도어의 이음매 부위에 설치되는 Gasket에 대한 차폐 성능평가 방법은 MIL-G-83528B와 IEEE Std 1302의 규격을 적용하여 진행한다.

Figure 13에서 차폐용 케이블에 대한 차폐 성능평가 규격은 MIL-C-85485A의 차폐효과(SE)

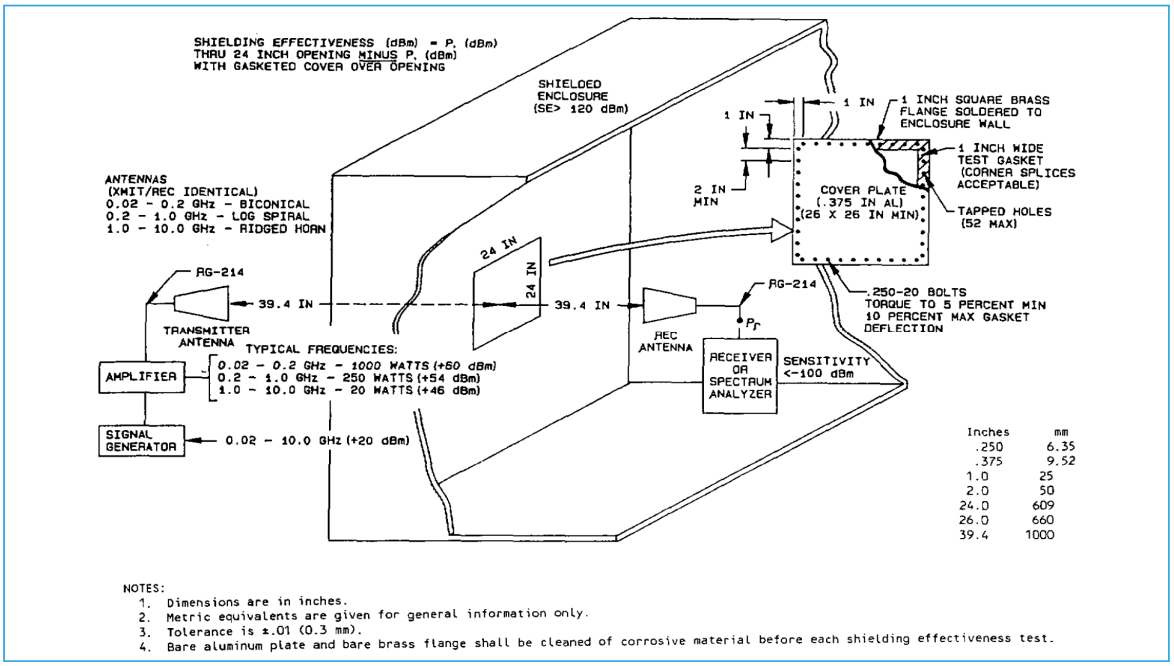


Figure 12. Shielding performance evaluation method for shielding gasket(MIL-G-83528B)[9]

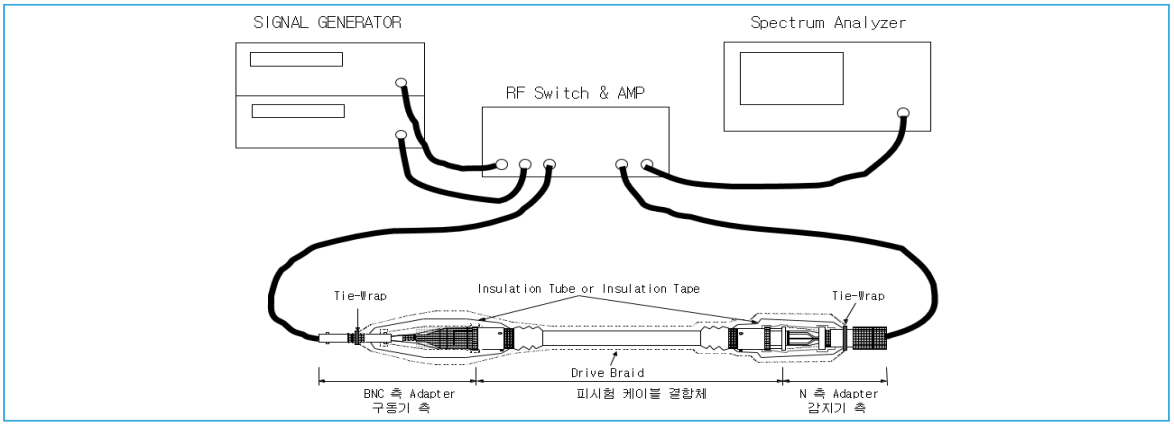


Figure 13. Shielding performance test configuration diagram of MIL-C-85485A Method 4.7.24[10]

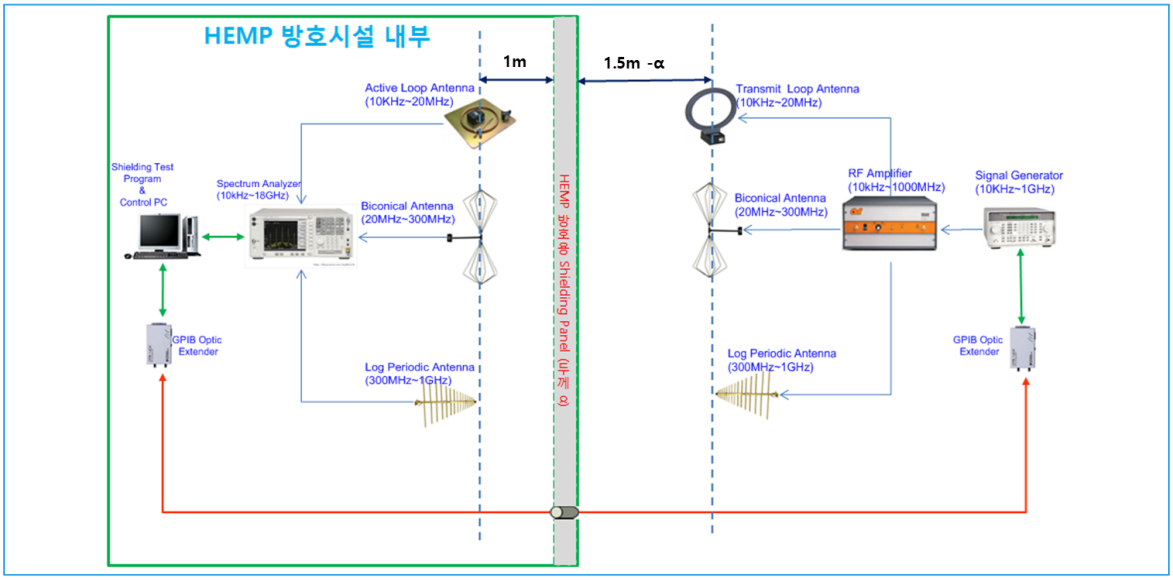


Figure 14. Shielding effectiveness verification method(MIL-STD-188-125-2)[8]

방법으로 적용하여 측정한다.

또한 차폐 구조물에 대한 전체적인 차폐 성능평가 규격은 Figure 14에서 보듯 MIL-STD-188-125-2의 차폐효과(SE) 방법으로 적용하여 측정한다[10].

3.4.2. EMP 필터에 대한 성능평가 방안

Figure 15의 EMP 필터에 대한 성능평가 방법은 MIL-STD- 188-125-2의 PCI 항목에 의거하여 검증한다. 주요 검증 대상 EMP 필터는 차폐 구조물 외부에 설치되는 EMP 필터로 직접적으로 EMP에 노출되는 필터를 대상으로 검증한다[8].

Figure 16의 RF 선로에 대한 EMP 필터의 성능평가 방법은 MIL-STD-188-125-2의 PCI 항목에 따라 검증한다. 먼저 실제 RF 안테나로 유기되는 EMP 복사에너지에 대한 양을 측정하여 동등 이상의 펄스로 PCI 성능 검증을 진행한다[10].

또한 EMP 필터에 대한 주파수 영역에서의 감쇠 특성을 검증하는 방법으로 Figure 17의 MIL-STD-220C의 삽입손실 측정 방법으로 검증한다[11].

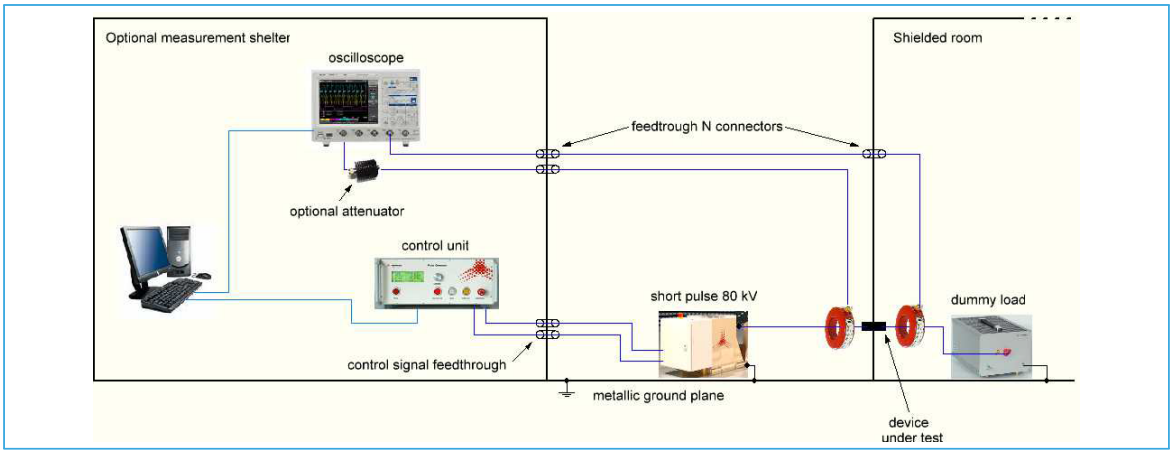


Figure 15. PCI performance evaluation method of filter for HEMP(MIL-STD-188-125-2)[8]

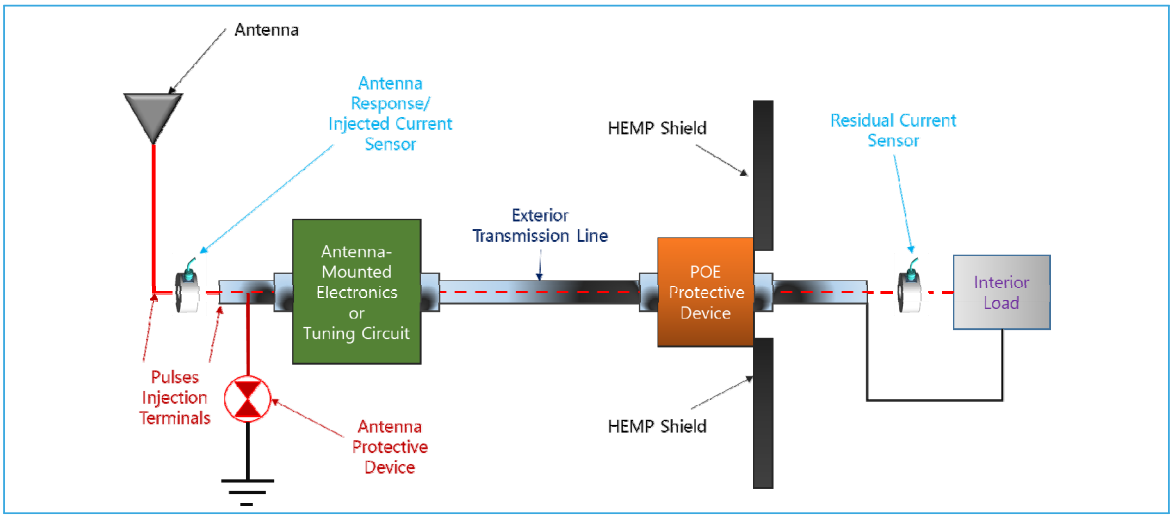


Figure 16. PCI performance evaluation method of filter for HEMP of RF line(MIL-STD-188-125-2)[8]

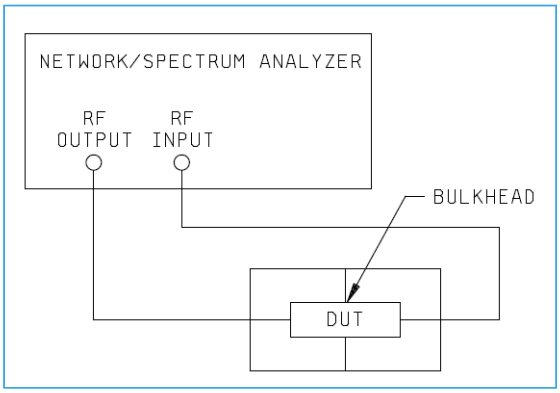


Figure 17. Insertion loss test method of EMP filter(MIL-STD-220C)[8]

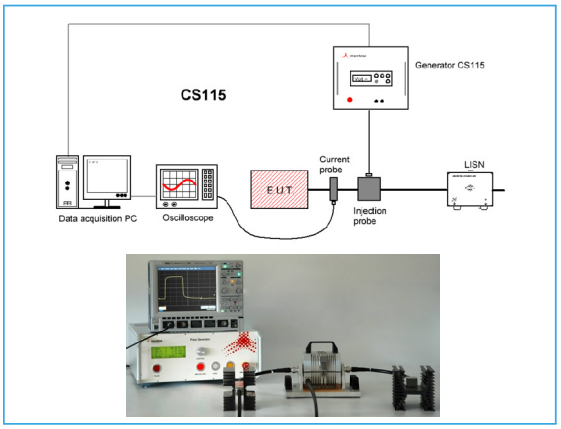


Figure 18. CS115(Bulk Cable Injection, Impulse Excitation)(MIL-STD-461G)[8]

3.4.3. 장비 또는 부 체계의 HEMP 성능평가 방안

장비 또는 부 체계의 HEMP 성능평가 방법은 크게 세 가지의 방법으로 검증한다.

첫 번째로 전자파 차폐구역에 설치되는 플랫폼에서의 검증 방법으로 Figure 18, 19의 CS115와 CS116 검증 방법으로 피시험 대상 장비에 연결된 모든 케이블에 HEMP 전도 신호를 주입하여 피시험 장비 또는 부 체계에 대한 내성을 검증하는 방법이다[11].

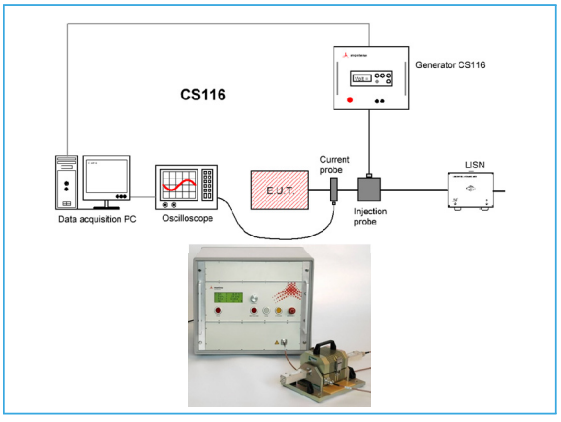


Figure 19. CS116(Damped Sinusoidal Transient, Cables and Power Leads)(MIL-STD-461G)[8]

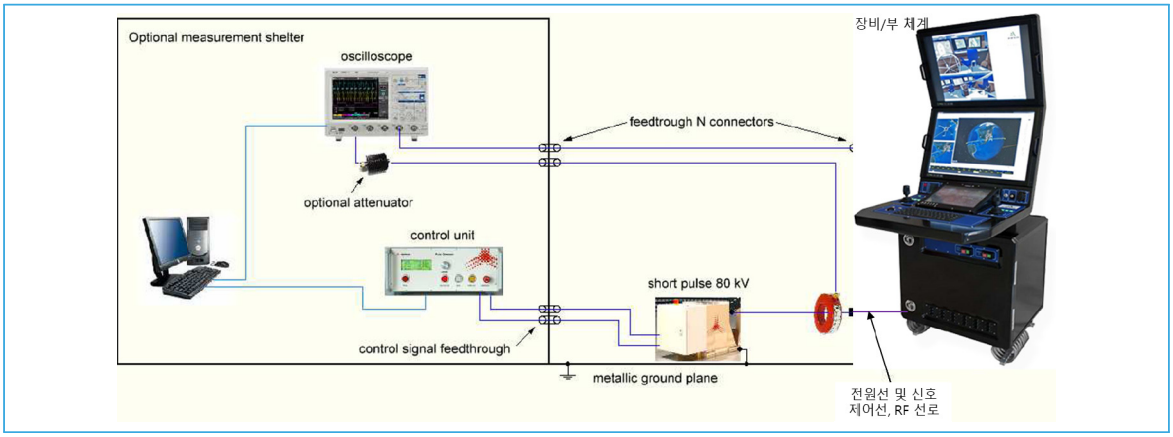


Figure 20. PCI(Pulse Current Injection)(MIL-STD-188-125-2)[8]

두 번째로 전자파 비 차폐구역에 설치되는 플랫폼에서의 검증 방법으로 펄스전류 주입(PCI: Pulsed Current Injection) 검증 방법은 Figure 20의 MIL-STD-188-125-2의 펄스전류 주입(PCI) 항목으로 피시험 대상 장비에 연결된 모든 케이블에 HEMP 전도 신호를 주입하여 피시험 장비 또는 부 체계에 대한 내성을 검증하는 방법이다[11].

세 번째로 전자파 비 차폐구역에 설치되는 플랫폼에서의 검증 방법으로 Figure 21의 RS105 검증 방법으로 피시험 대상 장비의 외함과 모든 케이블 대상으로 HEMP 복사 신호를 방사하여 피시험 장비 또는 부 체계에 대한 내성을 검증하는 방법이다[13].

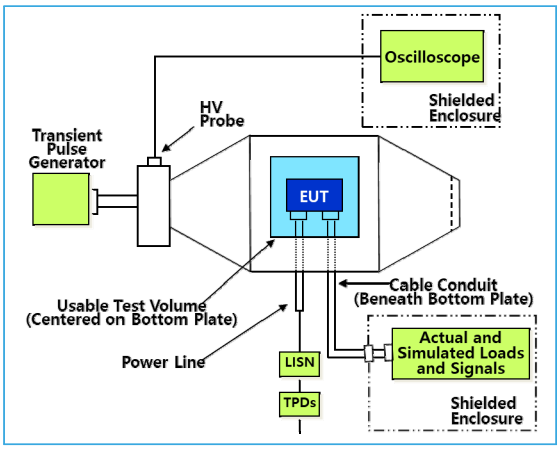


Figure 21. RS105(Transient Electromagnetic Field) (MIL-STD-461G)[13]

3.4.4. 무기체계의 HEMP 성능평가 방안

Figure 22, 23을 참고하며, 무기체계의 HEMP 성능평가 방법은 크게 네 가지의 방법으로 검증한다.

첫 번째 차폐효과(SE: Shielding Effectivenss) 성능평가 방법은 앞에 3.4.1.항과 같은 방법으로 검증한다.

두 번째 전기적인 POE에 대하여 펄스전류 주입(PCI: Pulsed Current Injection) 성능 검증 방법은 3.4.3.항과 같이 전자파 차폐구역에 설치되는 모든 연결되는 케이블에 대하여 MIL-STD-461G의 CS115와 CS116 항목을 적용하며, 전자파 비 차폐구역에 설치되는 모든 장비에 연결되는 케이블에 대하여 MIL-STD-188-125-2의 펄스전류 주입(PCI) 항목을 적용한다.

세 번째로 연속파 유입(CWI: Continuous Wave Immersion) 항목을 적용할 수 있다. 본 피시험 장비 또는 주변 측정 환경에 따라 차폐효과 시험으로 대치할 수 있다. 연속파 유입(CWI)시험은 MIL-STD-188-125-2 규격을 적용하여 검증할 수 있으며, 무기체계의 각 차폐 면에 대하여 내부로 유입되는 전자계, 표면 전류, 표면 전하밀도에 대하여 검증한다.

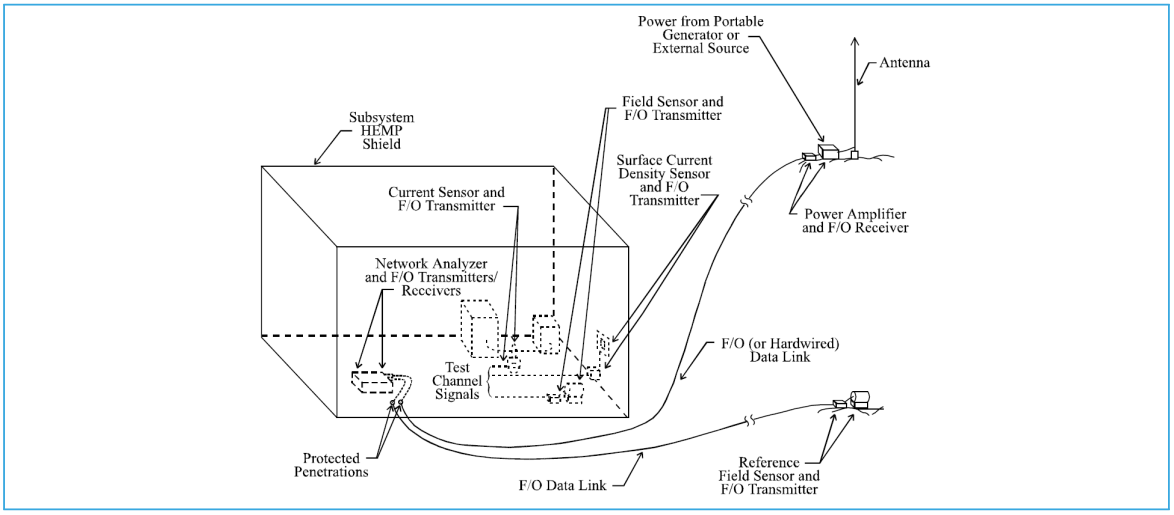


Figure 22. CW Immersion Testing configuration (MIL-STD-188-125-2)[11]

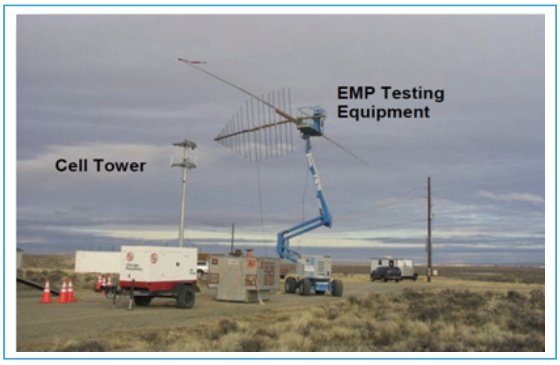


Figure 23. CW Immersion Testing Scene (MIL-STD-188-125-2)[14]

네 번째로 Figure 24, 25를 참고하며, 군 무기체계의 최종 EMP 복사 내성에 대한 성능검증 방법은 MIL-STD-464D의 EMP 시험 항목으로 적용하여 검증한다[15].

항공기 체계에 대한 복사 EMP 내성 성능 검증 방법은 MIL-STD-464D의 EMP 시험 항목으로 적용하여 검증한다[15].

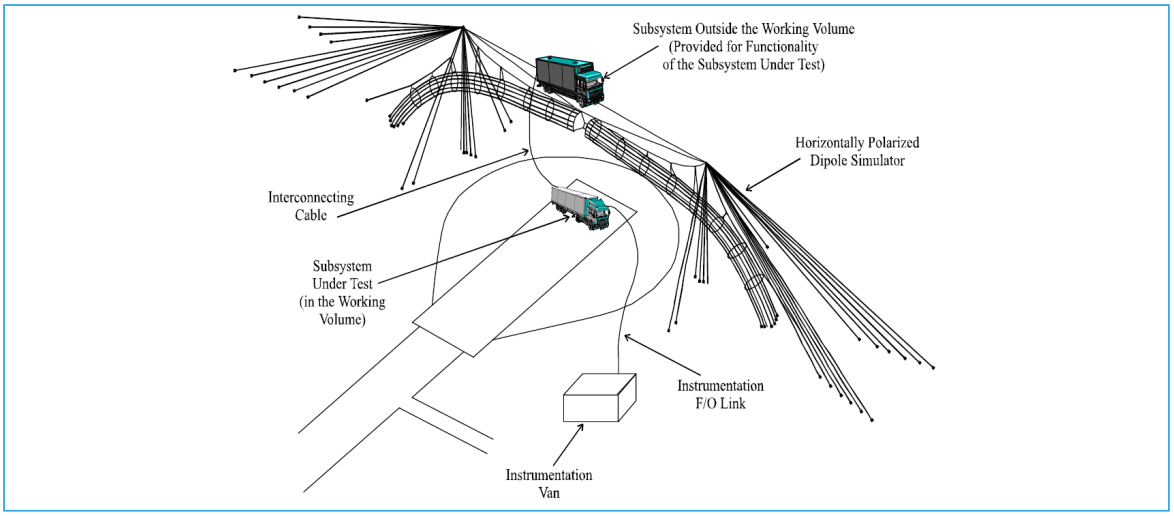


Figure 24. Typical threat-level illumination configuration(MIL-STD-188-125-2)[11]

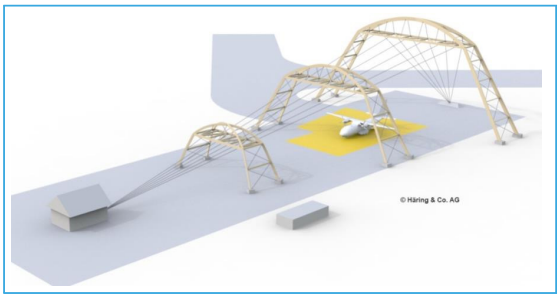


Figure 25. EMP test site at Defense Science Research Institute[15]

Figure 26 지상 차량의 경우 체계에 대한 복사 EMP 내성 성능 검증 방법은 MIL-STD-464D의 EMP 시험 항목으로 적용하여 검증한다[15].

Figure 26. EMP test scene for ground vehicle[16]

Figure 27 함정체계의 경우에 대한 복사 EMP 내성 성능검증 방법은 MIL-STD-464D의 EMP 시험 항목으로 적용하여 검증한다[15].

Figure 27. EMP test scene for naval vessels[17]

4. 결 론

본 논문에서는 핵 EMP에 대한 무기체계의 시험평가 방안에 대하여 Figure 28 각각의 구성품부터 체계까지의 단계적 EMP 시험평가 방안에 대하여 MIL 규격을 근거로 조사 분석하였다.

첫 번째 부품 및 소재에 대해서 MIL-G-83528B, MIL-C-85485A, MIL-STD-220C, MIL-STD-188-125-2의 규격을 적용하여 차폐효과, 펄스전류주입, 삽입손실 시험 항목을 적용하여 검증하는 것을 제안하였다.

두 번째로 장비 또는 부체계에 대해서는 MIL-STD-461G와 MIL-STD-188-125-2의 임펄스 주입(CS115), 감쇠 정현파 과도현상(CS116), 과도전기장(RS105)와 차폐효과, 펄스전류주입 시험 항목에 적용하는 것을 제안하였다.

Figure 28. Step-by-step EMP application standards and items for weapon systems[8]

세 번째로 무기체계에 대해서는 MIL-STD-464D와 MIL-STD-188-125-2의 전자기펄스(EMP) 또는 위협수준방사(TLI), 펄스전류주입(PCI), 차폐효과(SE), 연속파유입(CWI) 시험 항목에 적용하는 것을 제안하였다.

본 연구를 통해 향후 무기체계 개발 및 양산품에 대한 EMP 시험평가 수립에 기여할수 있을 것으로 예상되며, 각각의 무기체계의 핵심부품, 소재 및 전자 장비, 체계의 EMP 성능 품질을 향상은 물론 군 전력화에 기여할수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1 Jeong-Hee Jin, "A Study on GPS System for High-Power Electromagnetic Wave (HPEM) Protection", Korean Military Science and Technology Association, General Conference, p. 4, 2017.

2 IEC 61000-2-13, Environment - High-power electromagnetic (HPEM), environments - Radiated and conducted Part 2-13

3 Edward Savage, James Gilbert, William Radasky, Meta-R-320, The Early-Time (E1) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid.

4 IEC 61000-2-9, Environment - Section 9: Description of HEMP, environment - Radiated disturbance Basic EMC publication.

5 Jeong-Hee Jin, Dong-Won Jang, Nam-Sik Kim, "HEMP Protection Plan and Performance Verification Study for Mobile Shelter", Fall Conference of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 13, 2013.

6 Ho-Gap Choi, Jae-Duk Han, Sang-Woo Sang, Seong-Gon Kim, "A Study on the EMP Protection Capability Development Plan of Main Tank Battalion Systems", KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research, 40(6), pp. 623-631, 2020.

7 IEC 61000-4-36, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-36: Testing and measurement techniques - IEMI immunity test methods for equipment and systems.

8 Jinhee Jin, "A Study on EMP Test Evaluation Methods for Equipment/Subsystems/Systems", Korea Electromagnetic Association, 2021 Electromagnetic Wave Security Workshop, 2021.

9 MIL-G-83528B, Gasketing Material, Conductive, Shielding Gasket, Electronic, Elastomer, EMI/RFI, General Specification for, 1988.

10 MIL-C-85485A, Cable, Electric Filter Line, Radio Frequency Absorptive, 1981.

11 MIL-STD-188-125-2, High-Altitude Electromagnetic Pulse(HEMP) Protection for Ground-Based C4I Facilities Performing Critical, Time-Urgent Missions, Part2 Transportable Systems, 1999.

12 MIL-STD-220C, Test Method Standard Method of Insertion Loss Measurement, 2000.

13 MIL-STD-461G, Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment, 2015.

14 Jeong-Hee Jin, "HEMP protection facility design and performance verification plan", Defense Acquisition Program Administration job training plan, 2011.

15 MIL-STD-464D, Electromagnetic Environmental Effects Requirements for Systems, 2020.

16 White Sands Missile Range - U.S.Army Electromagnetic Test Facilities, https://www.wsmr.army.mil/testcenter/testing/landf/Pages/ElectromagneticTestFacilities.aspx

17 IX-513(Empress II), Electromagnetic Pulse Radiation Environment Simulator for Ships, http://www.navsource.org/archives/09/46/46513.htm