

KTI EMP 기술자료

기존 시설의 HEMP 현황조사를 위한

HEMP 위험도 6 단계 시스템 분석기법



Total EMC engineering since 1987, ISO 17025 EMC 공인시험기관, ISO 17025 교정시험기관

주) 한국기술연구소

emc.re.kr minkti@naver.com

1.개 요

1.1 HEMP 위험도 분석 6 단계 절차

기존 개발된 장비나 시설물의 HEMP 위험도로부터 정상동작과 생존성 제고를 위해 다음과 같은 6 단계 정량적 분석기법을 제시하여 현황조사를 실시한다.

- 1) HEMP 나 외부 전자파로부터 피해가 예상되는 **기기분류**
- 2) HEMP 나 외부 전자파로부터 예민한 기기의 **회로분류**
- 3) 획득 가능 자료와 현장실사로부터 주어진 데이터로부터 **평가용 매트릭스 구성**
- 4) 위험레벨에 대한 잠재 위험레벨 시험 **데이터의 추정**
- 5) 개별장비 및 시스템의 **생존확률 계산**
- 6) 개별 시스템 생존능력으로부터 단위 부대 또는 조직 **생존능력의 결정**

1.2 대상 시설물 및 HEMP 적 현황조사 내용

1.2.1 전력선

- 1) 전력선 인입 구조
- 2) 전력선 분배 계위 및 배전구조
- 3) 전력의 계통분리(Isolation trans) 현황
- 4) 전력선 배관구조
- 5) 전력배관의 분당구조
- 6) 전력시설물의 접지구조
- 7) 전력선의 HEMP 과전압 보호소자의 적정성 분석
(전류내량, 설치위치, 접지처리 구조 등)
- 8) 전력계통도 작성
- 9) 개선사항에 대한 각각의 대책방법 제시

1.2.2 통신선(신호선, 제어선, 위성 및 육상 안테나 급전선 포함)

- 1) 통신선 인입 구조
- 2) 통신선 분배 계위

- 3) 통신선 계통분리(Isolation trans) 현황 및 적정성
- 4) 통신선 배관구조
- 5) 통신선 배관의 본딩 구조
- 6) 통신 시설물의 접지구조
- 7) 통신선의 HEMP 과전압 보호소자의 적정성(부품, 계위 및 접지처리 구조) 분석
- 8) 선변장, 전변장 작성(보안이 허락하는 범위 내)
- 9) 개선사항에 대한 각각의 대책방법 제시

1.2.3 HEMP의 공간적 침투경로 분석

- 1) 지하 구조물의 "ㄴ,ㄷ"자형 물리적 구조의 적정성
- 2) 각종 HEMP 대비 시설물의 설치위치에 대한 공간적 적정성
- 3) 지하구조물 개구부를 통한 HEMP 신호의 공간적 침투경로(별도항의 취급)
- 4) 개선사항에 대한 각각의 대책방법 제시

2. 1 단계 : 시스템, 장비의 용도에 따른 HEMP 위험도 구분

기존 시설이나 장비의 HEMP로부터 위험도를 분석하기 위해서는 해당 장비에 대한 상세 설명서가 필요하다. 뿐만아니라 분석요원은 HEMP/EMC 분야 전문성과 현장경험이 풍부한 사람으로 각각의 장비와 시스템에 대한 회로해석 능력을 갖추고 있어야 한다. 여기에는 다음과 같이 3 단계로 수행된다.

A. 위험도 대비가 절대적으로 필요한 장비

각각의 부속 시스템 및 설비가 HEMP 보호 및 유지보수 능력을 갖추고 있는지 확인해야 한다. 예를들어 육상 통신장비의 경우 유지보수를 위한 별도의 형광등이 각 랙별로 설치되어 있어야 한다. 만일 고려되어 있지 않은 경우 그 사실을 유지보수 절차서에 기록하여 적절한 조치를 취할 수 있어야 한다.

특히, 지휘계통 설비 (Command, Control 정보)에 사용되는 디지털 메시지 처리 컴퓨터 등은 매우 민감한 장비로 간주되어야 한다. 또한 해당설비 또는 부속설비가 장애를 받는 경우 미치는 연속적 영향에 대해 충분한 EMP 고려가 함께 분석되어야 한다.

B. HEMP 영향에 잠재적 내성이 요구되는 장비에 대한 결정

부속 시스템이 HEMP 유도전류에 대해 잠재적 민감성이 있는지를 결정할 필요가 있다.

무선 송수신기의 경우 회로내부에 반도체 부품을 사용하므로 EMP 유도전류에 잠재적 민감성이 있는 장비로 분류되어야 한다.

C. HEMP 에 대해 절대적으로 예민한 장비이면서 잠재적 내성이 요구되는 장비 여기에 해당되는 장비는 앞서 A,B 에서 효율적으로 걸러지면 대상기기는 많지 않다.

3. 2 단계; 절대적으로 HEMP 대비가 이루어져야 할 장비의 구분

여기에 해당되는 장비나 부속시설은 회로나 장치가 HEMP 유도전류에 의해 손상을 입거나 장애를 일으킬 수 있는 장비가 해당된다. 예를들어 다목적 무기제어 컴퓨터가 있는데 이런 기기의 입력 로직회로는 EMP 신호에 의해 메모리 손상 또는 컴퓨터가 동작하지 못하게 할 수 있으므로 적극적으로 EMP 대비가 요구되는 장비에 해당된다. 또 다른 예로 공격용 미사일내 로켓 모터 등이 포함되며, 무기내 전기기폭장치가 있는 설비는 절대적인 HEMP 대비 설비에 해당된다.

4. 3 단계 : 평가 매트릭스 작성

평가 매트릭스 작성 목적은 민감한 회로에 대한 가용 데이터를 구분하기 위해서이다.

- 시뮬레이션 또는 이론적 계산 각각의 방법
- 각각의 시스템 구조
- 각각의 입출 단자(Point of Entry)

매트릭스 구성은 각각 목적에 맞게 작성되나, 기본 개념은 HEMP 에 대해 시스템 응답특성 해석에 무슨 데이터가 적용가능한지 구분하는 내용이 포함되어야 한다.

메트릭스 예제;

시설명, 위치	HEMP 전도량 계산 또는 시뮬레이션	HEMP 공간유도량 계산 또는 시뮬레이션	적합성 판단
Main POE 내성 판단 데이터			
유선 통신시설 내성 판단 데이터			
위성 통신시설 내성 판단 데이터			
전력시설 내성 설편 데이터			
기타시설...			

5. 4 단계 : 적용가능 데이터의 추정

HEMP 에 예민한 시스템이나 회로에 대해 내성 판단 데이터가 불충분한 경우 실측이나 시뮬레이션, 회로 및 부품의 내성 레벨을 정밀 분석하여 판단 데이터를 유추 할 수 있어야 한다. 무선기기와 같이 주파수 특성을 갖는 시설의 경우 시뮬레이터 환경과 HEMP 발생환경간에 축적 모델 팩터를 결정하여 각각의 시설에 판단 데이터로서 적용 할 수 있다.

특히 HEMP 발생 에너지는 시간축상 파형과 에너지로 표기되는데 적용가능 데이터 추정에서는 푸리에 변환이론을 이용하여 주파수 특성에 맞추어 판단 데이터로서 다음 식과 같이 추정하여 적용 할 수 있다.

$F(\omega)$ = 시뮬레이터내 예민한 회로신호의 푸리에 변환

$E_1(\omega)$ = 시뮬레이터 전계의 푸리에 변환

$E_2(\omega)$ = HEMP 환경의 전계 푸리에 변환

$F_F(\omega)$ = HEMP 환경의 전계에 대한 예민한 회로신호의 선형적 추정의 푸리에 변환

$$F_F(\omega) = F(\omega) \times \frac{E_2(\omega)}{E_1(\omega)}$$

6. 5 단계 : 개별 장비의 HEMP 생존능력 계산

개별 장비의 HEMP 생존 능력 계산은 다음 2 단계로 진행된다.

Part 1: 생존을 위한 데이터와 개발장비의 오동작을 일으키거나 손상을 주는 [한계레벨+마진]과 비교한다.

Part 2: 개별장비나 시스템에 오동작을 일으키거나 손상을 주는 레벨은 기존 연구 데이터, 실측, 시뮬레이션을 통해 구할 수 있으며 비교를 통해 생존 확율을 결정한다.

. 방호시설 차폐도(dB) -HEMP 공간 전계 예상 최대값(dB) \gg 6dB

HEMP 공간 전계 예상 최대값(dBV/m) - [방호시설 차폐도 +방호대상 개별장비 및 시스템의 HEMP 내성(dBV/m) \gg 6dBV/m

. HEMP 유도전압 - [Clamping 전압/응답속도 고려]-Filter 의 감쇠량 \ll 방호대상 기기의 전도내성 -최소 6dBV

7. 6 단계 : 단위 부대 또는 조직, 시스템이 HEMP 로 부터

생존능력의 결정

시스템이 HEMP 의 영향으로부터 생존가능한지를 종합적으로 결정하는 단계로 각각의 제품 단위가 아닌 시스템 단위로 생존 능력을 종합 결정하는 단계이다.

비록 단품단위의 제품이 HEMP 로부터 생존능력을 가졌다 하더라도, 각종 케이블이 연결된 실제 시스템 레벨에서는 초기에 고려하지 못한 사항으로 생존능력이 저하 될 수 있다.

따라서 최종 단계인 6 단계에서는 제품 전체와 구성에 대한 종합적인 HEMP 생존능력을 결정하는 것이다. 여기에는 제품단위로 고려하지 못했던 망구조, POE 위치, 배관, 접지, 본딩이 생존능력을 결정하는 중요한 요소이다.

특히 접지체계와 본딩 구조에 의해 시스템의 생존능력이 크게 좌위된다. 예를 들어 필터나 잡음차단 트랜스 입력단에 취부된 과전압 보호소자의 접지측

바이패스용 접지선의 경우 기존 건물접지나 시스템 접지와 절연 분리되어 충분한 굵기로 건물 지중의 메쉬와 직접 용접하여 연결되어야 한다. 접지계통이 HEMP 방호에 중요한 영향을 주는 요소는 다음과 같다.

- 1) 과전압 보호소자의 바이패스 접지선은 시스템의 프레임에 직접 연결시키지 말아야 하고 충분한 굵기를 가진 절연 접지선을 통해 건물 지중 메쉬에 직접 용접하여 연결시킨다.
- 2) HEMP 방호용 차폐체의 접지는 시스템 접지와 절연 분리시켜 건물 지중 메쉬에 연결되도록 한다.
- 3) 위 1),2)는 비록 지상에서는 시스템 접지와 분리되는 구조를 갖으나, 지하 즉, 지중에 설치된 접지 메쉬와는 지하/지중에서 반드시 용접하여 연결되어야 전원의 Net-Gnd 간의 전위차를 5V 이하로 유지 할 수 있다. 만일 지상에서 HEMP 접지선과 시스템 접지선이 연결되면 전위차를 발생시켜 PCI 시험이나 CW 시험에 불합격 될 수 있다.
- 4) HEMP 방호용 차폐체 내외부에 설치되는 액세스 플로어의 금속기둥은 반드시 도전적으로 일체화 되어야 PCI, CW 신호 인가시 위치간에 전위를 발생시키지 않는다(등전위 유지).
- 5) 만일 위 1),2),3)을 만족시키기 어려운 기존 건물의 경우에는 차폐체 내외부, 액세스 플로어 모드가 완벽하게 본딩되어야 전체적인 등전위를 유지 할 수 있기 때문에 접지분야 전문 엔지니어링을 받아 접지구조설계를 거쳐 시공되어야 한다.
- 6) 본딩의 경우 접촉할 부위의 양면을 순수 알콜로 닦아 충분히 유망을 제거한후 시공되어야 하며, 만일 페인트가 칠해진 금속부에 연결해야 하는 경우 반드시, 이불이 와샤를 사용하여 채결되어야 한다.