

## 릴레이 개폐서지가 프로세서 제어기기에 미치는 전자기적 영향에 관한 연구

안 상 윤, 정 재 희, 민 경 찬\*

서울산업대학교 안전공학과, 한국기술연구소\*

### 1. 서론

각종 전기·전자기기에서 발생하는 불요 전자파는 노이즈(Noise) 또는 고조파로 불려지고 있는데 이러한 전자파 규제 항목은 크게 두가지(EMI/EMS)로 대분 된다. EMI(Electromagnetic Interference)는 전자파 방해로서 기기 자체에서 발생하는 전자파의 양을 제한하는 것이고 EMS(Electromagnetic Susceptibility)의 경우는 전자파 내성으로서 각종 외부에서 기기 내부로 침입하는 전자기적 에너지에 의하여 기기가 오작동하지 않는 능력을 평가하는 것을 말하며 이 것들을 총칭하여 전자파 적합성(EMC, Electromagnetic Compatibility)라고 정의한다.[4][9]

최근 항공기나 선박 등에 사용하는 정보통신기기 및 각종 자동화 기기 등의 오동작의 원인이 전자파에 의한 것으로 밝혀지고 인체 유해성으로 까지 확대되면서 전기·전자기기에서 발생하는 전자파에 대한 규제가 범 세계적으로 실시되고 있으며 그 기준 또한 날로 강화되어 가고 있는 실정이다.[8]

전자파 내성시험 항목으로는 국제전기기술위원회에서 정하는 IEC 1000-4시리즈가 일반적으로 많이 사용되며 그 중에서도 기기 오작동과 상관관계가 깊은 IEC 1000-4-4 EFT(Electric Fast Transient)가 있다. EFT 내성시험은 유도성 부하의 스위치 개폐시 발생하는 전도 노이즈(Conducted Noise)에 의하여 전기·전자 기기 등이 오작동하지 않는 능력을 평가하는 것으로서 Level 1부터 Level 4까지로 시험하도록 하고 있으나 특수한 경우를 제외하고서는 Level 2에 견디면 합격된 것으로 간주하고 있다. 따라서 본 논문에서는 실험을 통하여 프로세서 제어기기에 대한 EFT 내성 Level 2를 적용시켰을 때와 실제 환경에서 개폐서지에 의한 영향을 분석하고 이들간에 어떠한 상관관계가 있는지를 알아보았다.

### 2. 실험 방법

본 실험에서는 릴레이 및 AC 드릴 스위치 개폐서지가 프로세서 제어기기에 미치는 영향을 알아보기 위하여 다음 그림 1, 그림 2와 같이 장치를 구성하였으며 Spectrum Analyzer로 전도 노이즈를 측정하여 EFT 내성시험 Level 2와 비교하였다.

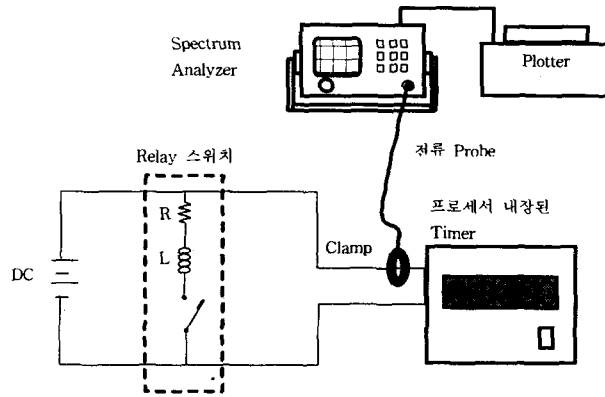


그림 1. 릴레이 개폐서지 측정 회로

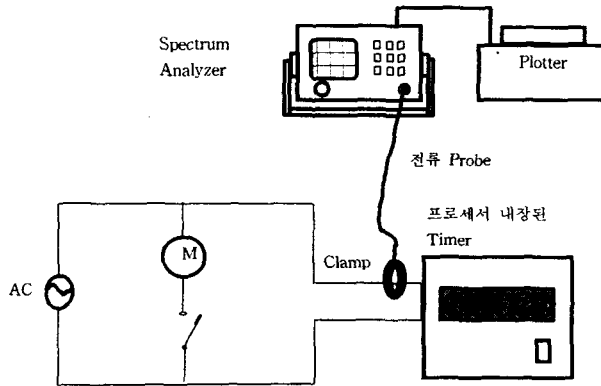


그림 2. AC 전기 드릴 개폐서지 측정회로

### 3. 실험 결과

본 논문에서는 EFT 내성시험이 각종 자동화기기의 운전시 발생할 수 있는 스위치 개폐 서지와 어떠한 상관관계가 있는지를 알아보기 위하여 EFT Level 2에서 Level 4까지의 전자파 발생량과 프로세서 제어기기와 병렬 연결된 릴레이 및 AC 전기 드릴의 스위치 개폐시 발생하는 전자파의 양을 Spectrum Analyzer로 측정 분석하였다.

#### 3.1 EFT 내성시험

전원선에 각각 Level 2(1kV), Level 3(2kV), Level 4(4kV)로 서지를 인가하였을 때 발생하는 파형을 비교한 결과 Level 2의 경우 침투값이  $85.50\text{dB}\mu\text{V}$ 였으며 노이즈 발생대역은 50MHz 지점에서부터 급격히 감쇠하여 약 400MHz이상에서는 노이즈가 거의 발생하지

않았다. 반면에 Level 3와 Level 4의 경우는 침투값이 각각 85.75dB $\mu$ V와 88.50dB $\mu$ V로 나타났으며 노이즈 발생대역은 700MHz까지와 1GHz이상으로 확대되었다. 이상에서 알수 있듯이 인가된 서지의 전압이 높을수록 전원선에서 발생하는 노이즈의 양이 증가하고 주파수 대역폭이 넓어진다.[1][12]

표 1. IEC 1000-4-4, EFT Level별 측정값 비교

주파수	측정값(dB $\mu$ V)		
	Level 2	Level 3	Level 4
10kHz~50MHz	85.5	85.8	87.2
51MHz~100MHz	80.5	81.7	85.3
101MHz~150MHz	61	76.9	81.5
151MHz~200MHz	53.5	65	75
201MHz~250MHz	46.3	54	73.1
251MHz~300MHz	45.8	53	69.3
301MHz~350MHz	40.3	51.5	66.6
351MHz~400MHz	41.5	52.3	66.6
401MHz~450MHz	37.5	43.1	63.2
451MHz~500MHz	37.5	42	59.5

### 3.2 릴레이 및 AC 전기 드릴 개폐서지 시험

측정 결과 표 2에서 보는 바와 같이 3가지의 실험 모두 50MHz 이하의 범위에서 측정값이 높게 발생하였으며, 높은 대역으로 갈수록 노이즈 발생량이 급격하게 감소하여 EFT 서지 파형과 비슷한 파형을 보였다.

릴레이를 고속으로 ON/OFF시킨 경우 50MHz 이하의 대역에서의 노이즈 발생 침투치는 EFT Level 2보다 약 10.8dB $\mu$ V 정도 더 높았으며, 주파수 대역은 약 500MHz까지로 넓게 나타났다.

릴레이를 저속으로 ON/OFF시킨 경우 50MHz 이하 대역에서의 노이즈 발생 침투치는 EFT Level 2보다 약 4.5dB $\mu$ V 정도 더 높았으며, 50MHz 이상 대역에서는 최고 20.7dB $\mu$ V 정도로 훨씬 높게 발생하였고 주파수 발생 범위도 약 600MHz까지로 넓게 나타났다. 그리고 릴레이 개폐속도가 고속일 때에는 저속일 때보다 발생 초기의 침투값은 높았지만 축적된 에너지량이 낮아 발생 주파수 대역은 훨씬 좁게 나타났다.

AC 드릴의 경우 노이즈 발생 침투치와 주파수 대역은 EFT Level 2와 비슷한 양상을 나타냈으나 부분적으로 침투치가 EFT Level 2 수준을 넘는 곳이 많았다.

표 2. 개폐서지 측정값 비교

(단위: dB $\mu$ V)

주파수	릴레이		AC 전기 드릴
	저속 개폐	고속 개폐	
10kHz~50MHz	89.9	96.3	82.6
51MHz~100MHz	79.8	91.2	71.3
101MHz~150MHz	69.7	70.5	57.0
151MHz~200MHz	42.5	50.3	62.6
201MHz~250MHz	61.5	46.3	51.5
251MHz~300MHz	64.2	56.5	44.5
301MHz~350MHz	61.0	51.3	45.4
351MHz~400MHz	56.7	41.6	46.1
401MHz~450MHz	46.2	40.5	37.3
451MHz~500MHz	54.7	45.5	37.4

#### 4. 결과 분석 및 고찰

앞의 실험을 통하여 얻어진 측정값들을 이용하여 서로 비교한 결과, 그림 3에서 보는 바와 같이 내성시험의 일반적 권고 기준인 IEC 1000-4-4, EFT Level 2의 경우 실제 환경 조건인 AC 전기 드릴과 릴레이 개폐에 의한 노이즈 발생 수준과 비교할 때 상당부분이 낮았다. 특히, 100MHz 이하인 대역에서 릴레이 고속 개폐서지가 EFT Level 2보다 약 10.8dB $\mu$ V 높았고 100MHz 이상인 대역에서는 릴레이 저속 개폐서지의 경우 EFT Level 2와 약 20.7dB $\mu$ V의 큰 차이를 보이고 있어서 실제 환경에서의 기기 오동작 방지 기준으로는 미흡한 것으로 판단된다.

EFT Level 3와 Level 4의 경우에는 그림 4에서 보는 바와 같이 대체로 실제 환경조건에서의 노이즈 발생 수준과 비슷하거나 다소 높은 Spectrum 분포를 하고 있으나 이것도 안전을 고려하면 완전한 내성 기준으로 하기에는 부족한 면이 있다고 생각된다.

또한 앞에서 실시한 프로세서 제어기에 대한 내성시험의 과정에서 특이할 사항은 IEC 1000-4-4, EFT Level 2의 서지를 인가하였을 때에는 기기 오작동 현상이 발생하지 않았지만, 릴레이 고속 개폐서지 초기 인가시 Digital Timer 출력이 정지하는 등 오작동이 발생한 점이다. 이러한 내용을 종합해 볼 때 EFT 서지의 인가 수준을 현재의 권고치 보다 더 높여서 적용할 필요성이 있다.

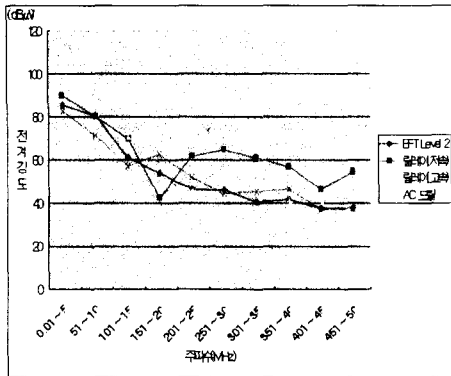


그림 3. EFT Level 2와 스위치 개폐서지 비교

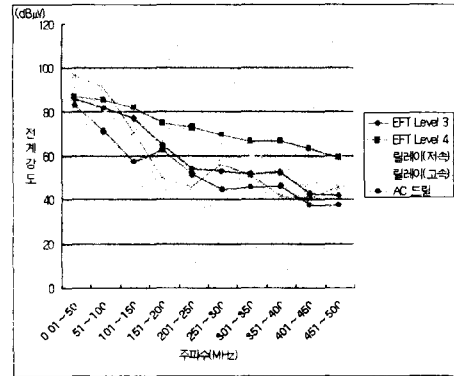


그림 4. EFT Level 3, Level 4와 스위치 개폐서지 비교

### 5. 결론

본 논문은 릴레이 개폐서지가 프로세서 제어기에 미치는 영향을 평가하기 위하여 Digital Timer를 대상으로 실험을 하였고 실제 환경조건에서의 영향과 국제 규격 IEC 1000-4-4 기준에 의한 영향을 비교 분석한 결과 현재 일반적으로 적용하고 있는 EFT Level 2는 실제 환경조건에서 발생할 수 있는 전자파에 대한 내성기준으로 미흡하다는 결론을 얻었다. 따라서 좀더 현실에 적합한 내성기준과 측정방법에 대한 연구의 필요성이 요구되며 이러한 기준 설정을 위한 기초자료로서 기기별 전자파 발생특성과 전자파에 의한 기기 오동작 한계에 대한 좀더 정확한 연구가 반드시 이루어져야 할 과제라고 생각된다.

또한 국내의 전자파 내성 규제현황은 정보통신 분야 및 일부 전기·전자 기기에 대한 권고 기준으로서의 수준이며 산업의 고도 발전으로 현재 전자파에 의한 오작동 가능성이 높은 기계·기구들이 거의 모든 분야에서 다양한 형태로 산재해 있어서 사고의 위험성이 날로 증가하고 있기 때문에 전자파 장애(EMI) 및 전자파 내성(EMS)에 대한 규제 범위 또한 국내 산업 전분야에 걸쳐 확대하는 것이 바람직하다.

### 참고문헌

- [1] International Standard "IEC 1000-4-4. Electrical Fast Transient", 1995
- [2] M. Lutz, J-P. Lecury, "Electric Fast Transient IEC 801-4. Susceptibility of edelectronic equipment and systems at higher frequencies and voltages."IEEE EMC Symposium, 1992
- [3] IEEE Special event of the 10th Zurich EMC Symposium, 1993
- [4] 민경찬 "노이즈 종합대책" 성안당, 1994
- [5] 민경찬 "용접기 제어회로의 EFT 대책보고서/조흥전기" 1994. 10

- [6] 민경찬 “전자파내성(EMS)향상 기술에 관한 연구” 한국해양대학교 전자통신 공학과, 1996
- [7] 민경찬, 김동일 “반도체 스위칭소자의 내성특성 개선에 관한 연구”, 한국해양 학회지 제21권 제3호, 1997
- [8] 한국산업안전공단 “산업용 설비에서의 전자파 적합성에 관한 기술 지침 제정(안)” 1998. 3
- [9] 岡村迪夫, 정혜선 역 “노이즈방지와 대책” 성안당, 1997
- [10] Keytek, “Testing for Pulsed EMI, Immunity”, 1992
- [11] Michael Hopkins, EMC Seminar “Immunity Test Standard”, 1994.
- [12] Martin Lutz, “The Determination of the Immunity to low Energy Nanosecond Impulses with the EFT Generator”, CE/EMS 기술세미나, 1998.