

## 대전력용 EMC대책 필터의 성능개선에 관한 연구

°배대환\*, 김동일\*\*, 배재영\*\*

\*한국해양대학교 전자통신공학과

\*\*한국해양대학교 전파공학과

전화 : (051) 410-4314 / 팩스 : (051)404-3986 / e-mail : dikim@hanara.kmaritime.ac.kr

### A Study on the Improvement of Performance for High power EMC filter

°Dae-Hwan Bae\*, Dong-Il Kim\*\*, Jae-Young Bae\*\*

\* Dept. of Elec. & Communi. Eng., Korea Maritime Univ.

\*\*Dept. of Radio Science & Eng., Korea Maritime Univ.

#### ABSTRACT

Since the most of malfunctions in the industrial equipment controlled by processors is occurred by the Electrical Fast Transient(EFT), the International Electrotechnical Commission(IEC) prepared the dummy signal to test the immunity level of the equipments. In this paper, we designed a new EMC filter for power line in break-box, which is consist of the feed-through capacitor and ferrite materials with high permeability which was wound or inserted in the second layer of the power cable in order to increase common mode inductance. We have obtained a excellent insertion loss characteristics over wide frequency band from 100 KHz up to 6 GHz. It is expected that the new EMC filter could be effectively used for industrial, MIL, and medical equipments to reduce a malfunctions and be suitable for IEC 61000-4-4.

#### I. 서론

전자·정보 기기의 발달로 전자파환경에 대한 관심과 보호대책이 간구 되고 있으며, 여러 선진국에서 규제 범위의 범위와 범위의 강화로 인해 또 다른 무역장벽의 고비를 맞게 되었다[1]. 1970년부터 출발한 전자파환경대책의 관심과 연구는 그 동안 미국의 CISPR(국제무선장해특별위원회), FCC(미연방통신위원회)와 일본의 VCCI(정보처리장비 및 전자장해자주 규제 협의회) 및 유럽의 CENELEC(유럽 전자기술 표준화 위원회), CE mark 등 까다로운 규정과 엄격한 시험을 통해 자국의

제품은 물론 수입 제품의 모든 전자정보기기의 환경 평가를 실시하고 있다[2]. 우리나라에서도 1980년부터 꾸준히 준비하여 EMI(전자파장해)규제를 1996년 유럽연합에 이어 두 번째로 적용하였으며, 2000년 1월 EMS(전자파내성)를 시행하여 불요전자파 문제의 심각성을 알게 해 주고 있다. 특히 많은 불요전자파 발생 요인 중 특히 프로세서 제어기기 및 전자·통신기기에서 오동작의 주요 원인은 EFT로 국제 전기기술 위원회(IEC)에서 과도전압(EFT)에 대한 내성을 평가하기 위해 의사적 신호를 규정하고 프로세서 제어기

기 및 전자·통신기기의 내성을 시행하도록 권하고 있다[2].

따라서 본 연구에서 설계, 제작하고자 하는 대전력용 EMC 대책 필터는 기존의 대책법과 달리 전자·정보기기에 장착해서 대책하는 것이 아니라 가정 및 사무실, 공장의 옥내에서 전원 인입선 단자내에 장착하여 불요전자파가 없는 양질의 전원을 공급하며, 전자파 노이즈가 내부 또는 외부로 유출·입 되는 것을 방지하는데 목적이 있고, 100 KHz~6 GHz대역에서 20~50 dB의 감쇠특성과 IEC 61000-4-4의 Leve 4에서도 우수한 감쇠특성을 가지는 것이 확인되었다.

## II. EFT의 특성

본 EMC필터의 개발은 시대적 요구에 부응하기 위하여, 전자·정보기기에 전기 안전법에 준하는 내압 시험 및 방수 시험과 절연 특성에 만족하는 대전력용 EMC 대책 필터를 설계, 개발하기 위해서는 오동작의 주요 원인인 EFT 신호를 분석하는 것이 우선 일 것이다[3], [4]. 일반적인 전자파장해는 방사된 노이즈가 공간을 통하여 오동작을 일으키는 것 보다 전도매체를 통하여 영향을 끼치는 경우가 다수를 차지하고 있다. 그러나 일반적으로 전도성에 의한 전자파장해는 단순한 형태에 의한 노이즈로 알고 있으나 발생원기기의 회로망적 구성과 사용 주파수 공급전원 공간 배치 등의 복합적인 요인에 의해 산발적 또는 일시적으로 빠르게 발생하여 그 대책이 무엇보다도 어렵다[5].

특히, 많이 발생되고 있는 과도현상은 표 1에서 보는 바와 같이 IEC 61000-4-4 에 의해 적용하고 있으며 4단계로 그 강도를 달리 적용한다.

$$V(t) = A V_p (1 - e^{-t/t_1}) e^{-t/t_2} \quad (1)$$

여기서 A는 상수,  $V_p$ 는 개방회로전압의 최고 피크값,  $t_1 = 3.5 \text{ ns}$ ,  $t_2 = 55.6 \text{ ns}$   
EFT과형의 표현은 식(1)과 같고, EFT 신호를 사용하여 근접공간에서 반복적인 서지를 용량적인 결합을 통해 주입하는 시험으로 장치류의 오동작에 대한 내성을 평가하기 위해 정해졌다[3]. 위와 같은 EFT시험은 프로세서

제어기기가 계전기(Relay)나 스위칭소자로부터 발생하는 연속적인 개·폐 서지에 대한

표 1 EFT의 IEC6100-4-4에 대한 시험 파라미터

| $t_b=15\text{ms}; t_i=300\text{ms}, t_r=5\text{ns}, t_d=50\text{ns}$ |                                |  |                       |
|--|--------------------------------|--|-----------------------|
| level  | Test voltage on power line(kV) | Test voltage on signal/data/control line(kV) | $t_p$ $\mu\text{s}$ . |
| 1  | 0.5                            | 0.25   | 200                   |
| 2  | 1                              | 0.5  | 200                   |
| 3  | 2                              | 1  | 400·200               |
| 4  | 4                              | 2  | 400                   |

Tolerance for  $t_b$  and  $t_i$  is 20%;  
tolerance for  $t_r$  and  $t_d$  is 30%  
Tolerance for test voltage is +10%;  
tolerance for  $t_p$  is +20%

내성을 평가하기 위한 것으로, 프로세서로 제어되는 자동화기기의 오동작과 상관관계가 깊다. 현재 규정된 신호레벨의 펄스 열과 반복주파수 등의 변경 요구에 대한 의견이 제시되어 있어 앞으로 일부 항목이 변경 또는 추가 될 수 있다[2].

## III. EMC필터의 제작 및 분석

그림 1과 같이 종래의 노이즈필터를 삽입한 기기에서는 Level 2까지는 적용기기가 50% 정도 견디나 Level 4에서는 99%이상 견디지 못하여 오동작하거나 시스템이 동작하지 않는다. 더우기 무선통신 기기나 승강기 제어장치 및 공장자동화 장치등과 같이 시스템 및 인체의 안전과 깊은 관계가 있는 기기의 경우 앞으로 Level 3이상 견딜 수 있도록 설계 되어야한다.

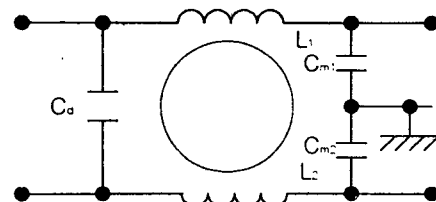


그림 1. 기존 EMI필터의 회로도

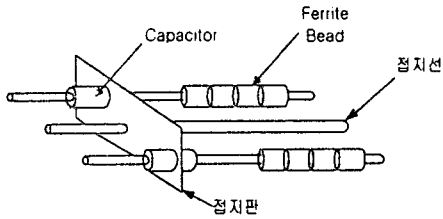


그림 2. 대전력용 EMC필터의 구성도

지금까지는 EFT의 대책방법은 Isolation Trans.를 전원의 입력단에 취부하여 내성을 증가시켜 왔다. Isolation Trans.는 고가이고, 무거우며 부피가 큰 결점을 가지고 있다[2], [4]. 기존의 회로에서 소자의 특성분석에 의한 최적치 설정과 구조는 경제적이며 효과 또한 뛰어 나다. 그러나, 대전력용 EMC필터는 페라이트 비드와 관통형 콘덴서의 위치에 따른 특성의 변화가 있기 때문에 실제 제작하여 기기에 취부시 충분히 고려해야 되고, 전원 및 부하임피던스에 따른 Filter의 특성 변화를 정확하게 분석해야 한다.

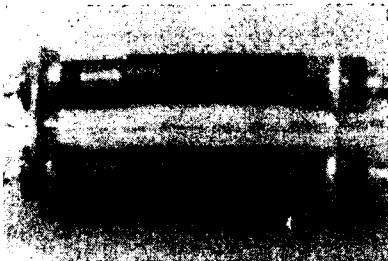


그림 3. 대전력용 EMC필터의 사진

이와 같은 문제를 해결하기 위하여, 본 논문에서는 필터의 구성 소자로서 공진점이 없는 관통형 콘덴서와 페라이트 비드를 사용하여 대전력용 EMC필터를 그림 2와 같이 설계하였다. 관통형 콘덴서와 페라이트 비드는 인입선 Break-box내의 규정 전류가 30, 50 A로 이므로 이에 맞는 관통형 콘덴서와 NiZn계 페라이트 비드를 선정하여 그림 3의 사진과 같이 제작하였고, 측정 및 분석은 두 가지로 나누어 병행 하였다.

첫째, 그림 4와 같이 HP사의 Network Analyzer(Hp 8753D)를 사용하여 EMC필터의 Common-Mode와 Differential-Mode에 대한 주파수특성을 분석한 결과, 그림 5, 6에서 보는 바와

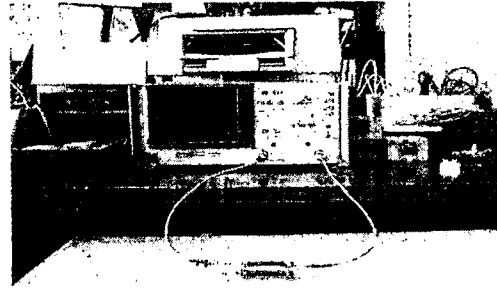


그림 4. EMC필터의 주파수특성 분석 실험

같이 100 KHz~6 GHz대역에서 20 dB~50 dB의 우수한 감쇠특성을 나타내었다.

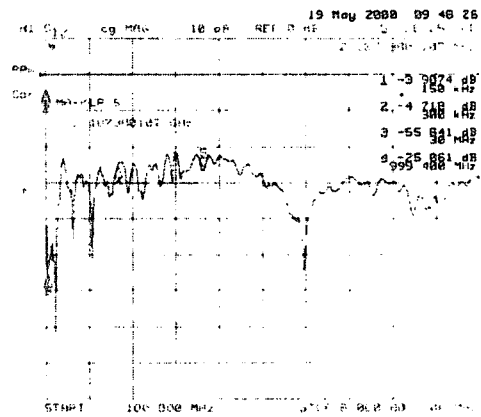


그림 5. 대전력용 EMC필터의 Common-Mode 특성 측정결과

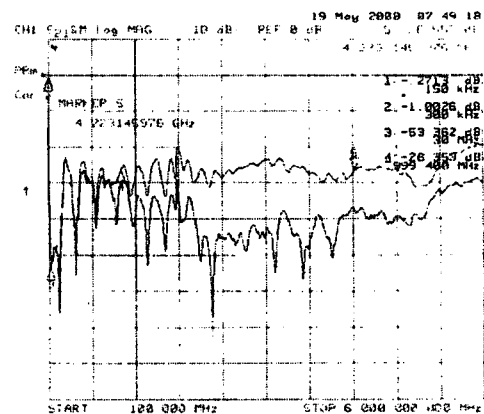


그림 6. 대전력용 EMC필터의 Differential-Mode 특성 측정결과

둘째로 IEC에서 규정하고 있는 전자과내성 항목 중 IEC61000-4-4(과도전압)를 그림 6과 같이 Hp사의 EMC Analyzer(hp8591EM)와 EMV-System사의 .Burst-Generator(SFT4000)로 구성하여 측정 하였으며, 검사범위를 Level 2~Level 4까지 적용하여 내성 가능성을 분석 하였다.

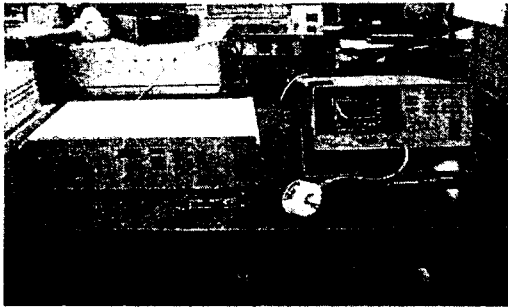


그림 8. IEC61000-4-4에 의한 EMC필터의 분석 사진

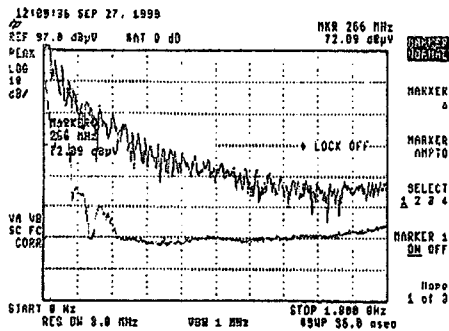


그림 9. IEC61000-4-4에서 Level 4인가 시 결과

측정 결과 그림 9에서 나타난 것과 같이 10 MHz~1.8 GHz대역에서 10~30 dB의 감쇠특성을 얻을 수 있었다.

#### IV. 결론

대전력용 EMC 대책 필터를 공진점이 없는 관통형 콘덴서와 페라이트 비드를 사용하여 설계하였다. 이 필터는 EFT 신호에 대해 넓은 주파수 대역에 걸쳐 매우 우수한 감쇠 특성을 가지는 것으로서, 기존의 EMI대책필터와는 다르게 특히 IEC 61000-4-4에 대하여 뛰어난 특성을 나타내었으며, 100 KHz ~ 6 GHz의 광대역에서 20~50 dB 이상의 노이즈 감쇠효과를 나타내었다.

제안한 대전력용 EMC필터는 산업용 설비의 외에도 군용기기, 의료기기 등에 적용 될 수

있을 것이다. 뿐만 아니라 회로의 응용방법에 따라 정상적인 동작확보에 사용될 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 부품의 선택 방법에 따라 EFT외에 IEC61000-4-2, 3, 5, 6 등의 모든 내성시험 항목에서 우수한 효과가 기대된다.

#### [참고문헌]

- [1] Henry W. Ott, *NOISE REDUCTION TECHNIQUES IN ELECTRONIC SYSTEMS*, JOHN WILEY & SONS, pp. 137~157, 1988.
- [2] 김형근, 배대환, 민경찬, 김동일, "EMC대책용 전원케이블의 개발", *한국통신학회·대한전자공학회 부산·경남지부 춘계학술발표회 논문집*, pp. 107~113, 1995. 6
- [3] V. Prasad Kodal, *ENGINEERING ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY*, IEEE PRESS, pp. 171~176, 1996.
- [4] Richard Lee Ozenbaugh, *EMI Filter Design*, MARCEL DEKKER, INC., pp. 56~100, 1996.
- [5] Shunji Satoh, Toshiki Shimasaki, Masatoshi Komatsu, Hideki Yaegashi, Shigeki Kirino, "EMI Reduction technologies for Transmission Equipments", *NEC技報 Vol.5*, No.6, pp. 36~41, 1998.