

(1+1) 진화전략 기법을 이용한 IED 함체 재질에 따른 개구면 최적 설계 연구

고재형, 김군태, 이제광, 김형석
 중앙대학교 전자전기공학부

Study on optimal design of IED aperture according the material using (1+1) Evolution strategy

Jae-Hyeong Ko, Koon-Tae Kim, Je Kwang Lee, Hyeong-Seok Kim
 School of Electrical and Electronics Engineering College of Engineering Chung-Ang University

Abstract - 초고주파 영역에서 전자파 영향을 감소시키기 위해 IED의 개구면에 대하여 (1+1) 진화전략 기법을 이용하여 최적 설계 연구를 수행하였다. 함체 재질이 ABS 수지와 steel-stainless의 경우에 대하여 개구면의 최적 설계를 수행하였다. 진화전략 기법을 이용하여 개구면의 최적 설계 결과 개구면의 크기가 감소하면서 상단에 위치할 때 고주파에서 PCB에 유기되는 전계가 약 47% 감소하는 것을 확인 할 수 있었다.

전자파의 차폐 효율을 증대하기 위해 개구면의 설계 변수를 그림 2(a)와 같이 개구면 3개의 높이(H)와 폭(W) 및 위치(P,D)를 설정하였다. 여기서 P와 D는 개구면이 함체의 윗면과 거리와 함체의 중심과 거리를 나타낸다.

IED 모델에 대한 전자파 해석은 그림 3과 같이 전자파를 IED 후면의 중심으로 10V/m의 크기로 500mm 떨어진 곳에서 입사하였다.

1. 서 론

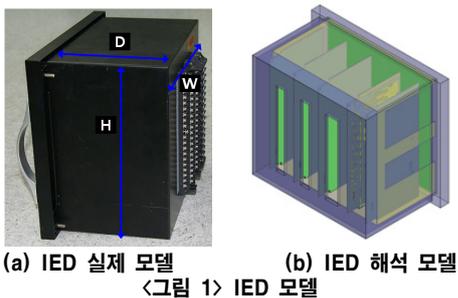
국내의 전력기술은 발전소부터 말단 수용가까지 전력의 모든 정보를 네트워크상에서 공유하면서 기존의 아날로그 시스템이 IED(Intelligent Electronic Device) 기반의 디지털 시스템으로 대체되고 있다. 대전력 시스템 내에서 IED 성능 유지가 디지털 시스템을 유지 관리하는데 중요하다. 전자파 간섭문제로 일부 IED 오동작이 발생하기 때문에 대전력 환경에서 발생하는 광대역의 전자파 차폐에 대한 관심이 고조되고 있다. 이에 초고주파 영역에서 전자파 영향을 감소할 위해 함체의 개구면에 대한 연구가 진행되고 있다[1]. 함체 외부의 전자파가 함체의 개구면을 통과하여 내부의 PCB에 영향을 미쳐 전자장치의 오작동을 발생 시킬 수 있다[2]. 이에 전자파 차폐 효율을 높이기 위해 함체의 개구면의 크기 및 위치에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 전력계통에서 보호, 감시, 미터링, 진단 등에 가장 많이 사용되는 IED의 후면부에 위치한 내부 선로와 외부 선로를 연결하기 위한 개구면에 대한 연구를 수행하였다. IED의 개구면에 따른 내부 PCB에 유기되는 전자파를 감소시키기 위해 (1+1) 진화전략 기법[3][4]을 이용하여 개구면의 크기와 위치에 대한 최적 설계를 수행하였다.

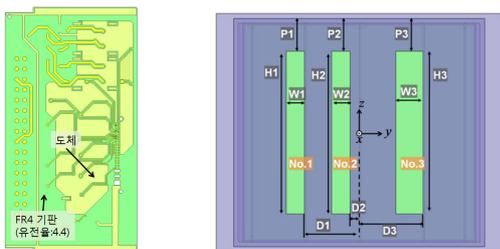
2. 본 론

2.1 IED 모델링

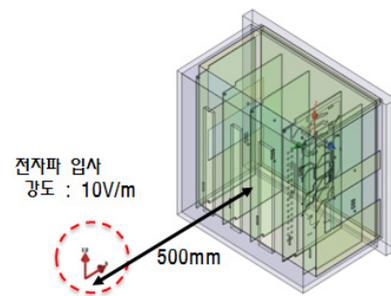
개구면의 최적 설계를 위해 그림 1(a)의 IED 모델을 그림 1(b)와 같이 모델링하였다. 이때 IED의 함체는 H와 W 및 D는 각각 252mm와 275mm 및 162mm 이다.



<그림 1> IED 모델



<그림 2> IED의 PCB와 개구면



<그림 3> 전자파 입사 조건

함체의 차폐 효율을 향상시키기 위해 그림 2(b)와 같은 PCB 모델의 도체면에 유기되는 전계 분포를 최소화 할 수 있도록 진화전략의 목적 함수를 식(1)과 같이 설정하였다.

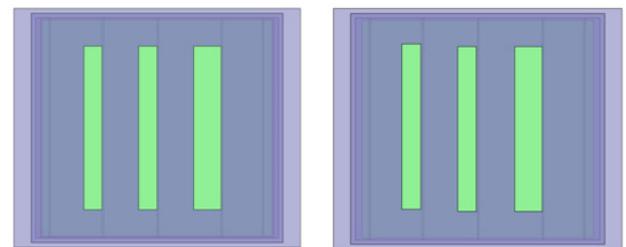
$$F = \sum_i^N E_i, \quad i = 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0\text{GHz} \quad (1)$$

여기서 E_i 는 PCB의 도체면에 유기되는 전계 분포이다.

2.2 IED 함체 재질

2.2.1 ABS 수지

함체의 재질이 플라스틱 계열인 ABS 수지(유전율 : 3.03)일 경우 개구면의 최적 설계 결과를 표 1과 그림 4에 초기 설계치와 비교 제시하였다.

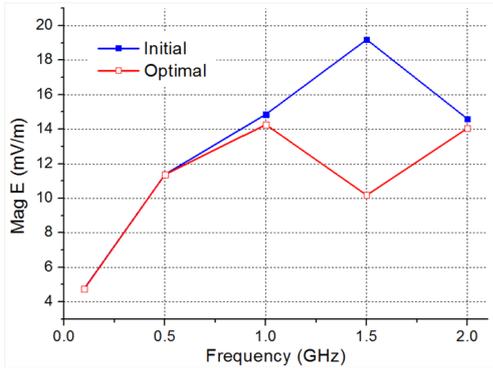


<그림 4> 개구면 최적 설계 비교(ABS 수지)

<표 1> ABS 수지일 때 개구면 설계치 비교

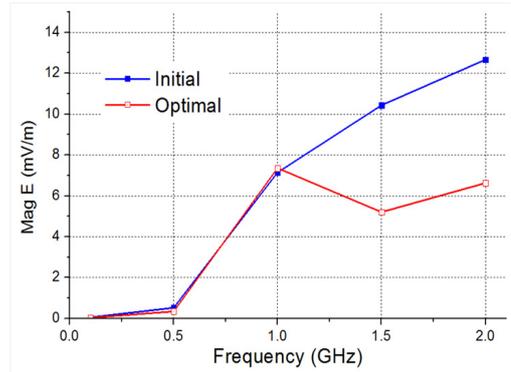
설계 변수	No. 1		No. 2		No. 3	
	초기	최적	초기	최적	초기	최적
D	-60.0	-61.615	0	-1.6	70.0	70.0
P	72.0	69.400	72.0	72.0	72.0	72.0
W	20.0	23.300	20.0	20.0	20.0	20.0
H	180.0	180.000	180.0	180.0	180.0	180.0

그림 5에 PCB의 도체면에 유기된 전계를 비교 제시하였다. 1.5 GHz에서 전계 크기가 초기 19.19mV/m에서 10.18mV/m로 약 46%가 감소하는 것을 알 수 있다. 그림 6에 1.5 GHz에서 PCB에 유기된 전계 분포를 비교하였다. IED의 함체가 ABS수지일 경우 개구면의 구조에 따른 전계 분포 변화가 특정 주파수 이외에는 적은 것을 확인 할 수 있었다.

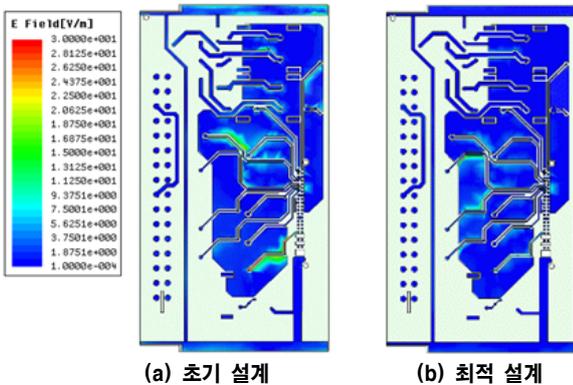


〈그림 5〉 유기된 PCB 전계 비교(ABS 수지)

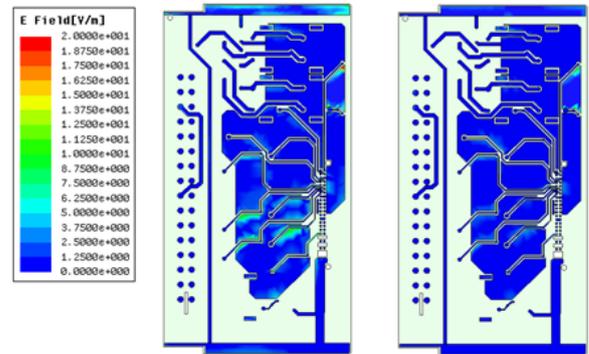
1GHz 이상에서 전계 크기가 8mV/m 이하로 전계 크기가 약 47% 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. IED의 함체가 steel-stainless일 경우 개구면의 크기가 감소하면서 개구면이 상단에 위치할 때 개구면을 통과한 전자파에 의해 PCB에 유기되는 전계 분포가 감소하는 것을 확인 할 수 있었다.



〈그림 8〉 유기된 PCB 전계 비교(Steel-stainless)



〈그림 6〉 PCB에 유기된 전계 분포 비교(ABS 수지)

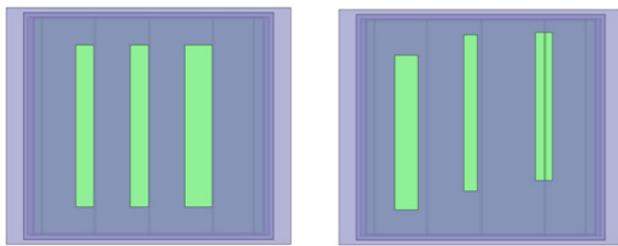


〈그림 9〉 PCB에 유기된 전계 분포 비교(Steel-stainless)

2.2.2 Steel-stainless

함체의 재질이 ABS 수지인 경우에는 0.5GHz 이상에서 10mV/m 이상의 전계 크기가 PCB 도체면에 유기된다. 이에 함체 재질이 도체 계열인 Steel-stainless에 대하여 차폐 효율을 연구하였다.

함체 재질이 steel-stainless일 경우 개구면에 대한 진화전략 기법을 이용하여 최적 설계한 결과를 표 2와 그림 7에 나타내었다.



〈그림 7〉 개구면 최적 설계 비교(Steel-stainless)

〈표 2〉 Steel-stainless일 때 개구면 설계치 비교

설계 변수	No. 1		No. 2		No. 3	
	초기	최적	초기	최적	초기	최적
D	-60.0	-69.360	0	-3.785	70.0	79.100
P	72.0	81.520	72.0	58.800	72.0	56.160
W	20.0	25.470	20.0	14.730	20.0	18.855
H	180.0	172.710	180.0	174.410	180.0	162.940

함체의 개구면 크기를 최소화하면서 상단에 위치할 때 차폐 효율을 향상시킬 수 있다. 그림 8에 함체가 steel-stainless 일 때 PCB의 도체면에 유기된 전계를 비교 제시하였다.

진화전략 기법을 이용하여 개구면에 대해 최적 설계 수행한 결과

1.5 GHz일 때 PCB에 유기되는 전계 분포를 그림 9에 비교 제시하였다.

3. 결 론

전자파가 IED의 개구면을 통과하여 내부 PCB의 모듈에 미치는 영향을 감소시키기 위해 개구면의 크기와 위치에 대하여 진화전략 기법을 이용하여 최적 설계를 수행하였다. 외함의 재질이 ABS 수지인 경우와 steel-stainless인 경우에 대하여 PCB에 유기되는 전계 분포를 비교하였다. ABS 수지의 함체에 비해 steel-stainless일 경우 전계가 8mV/m 이하로 초기치에 비해 약 47% 감소하는 것을 확인하였다. 함체의 개구면 크기를 최소화 하면서 상단에 위치함으로써 함체의 차폐 효율을 향상함을 확인하였다. 향후 다양한 재질과 개구면 구조에 대하여 연구를 수행함으로써 전자파에 의한 IED 오작동을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

[감사의 글]

이 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 기초전략연구원(2009T100100596) 주관으로 수행된 과제임.

[참고 문헌]

- [1] 김병욱 외, “전자파 차폐 함체 개구부 및 최적 PCB 배치 설계 해석”, 한국전자파학회 논문지, Vol. 10, No. 2, pp. 47-57, 1999년 6월.
- [2] 김동일 외, “PCB상의 노이즈 제거용 전파흡수체의 특성 평가에 관한 연구”, 한국전자파학회 논문지, Vol.20, No. 6, pp. 509-515, 2009년 6월.
- [3] T. Back, Evolutionary Algorithms in Theory and Practice. Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 1996.
- [4] 고재형 외, “진화 알고리즘을 이용한 삼중대역 PIFA 최적 설계에 관한 연구”, 대한전기학회논문지, 59권 4호, pp. 768-773, 4월, 2010.