

## 무선 에너지 전송 시스템의 효율적인 전자파적합성(EMC) 측정 및 분석 방법

\*심현진, 박종민, 남상욱

서울대학교 전기공학부 뉴미디어통신연구소

hjshim@ael.snu.ac.kr, city814@ael.snu.ac.kr, snam@snu.ac.kr

### I. 서론

최근 다양한 모바일 기기와 각종 디지털 제품들이 대중화 되었다. 이러한 기기에서 발생하는 불필요한 전자기파로 인한 방송통신 서비스 장애 등의 부작용도 증가하고 있다. 이에 따라 안전한 전자파 이용 환경 조성을 위한 전자파적합성(EMC) 연구는 중요한 이슈로 등장하고 있다. 그 중 EMC 평가 기준 및 시험 방법 마련의 표준화 작업이 활발히 추진되고 있다.

본 연구는 무선 에너지 전송 시스템의 효율적인 EMC 측정 및 분석 방법을 제안하는 논문이다.

### II. 본론

13.56MHz에서 두 송수신 안테나 중심으로부터 1[m] 떨어진 지점에서 측정된 최대 자기장 크기로 10[m] 떨어진 지점의 최대 자기장 크기를 수식적으로 예측하고, EM simulation 결과와 비교해 보았다.

PEC판 위에 두 small loop 안테나가 있는 경우, 3[m]보다 가까운 거리에서의 최대 자기장 크기는 식(1), 3[m]보다 먼 거리에서의 최대 자기장 크기는 식(2)와 같이 구해진다[1]. 주어진 식(1)과 (2)를 통해 구한 식(3)을 이용하면, 근거리에 측정된 최대 자기장 크기로 10[m]에서의 자기장의 최대 크기를 구할 수 있다.

$$H_{max,local} = \sqrt{\left[ \frac{-KI_z}{2\pi(j\omega\mu)} \left( \frac{e^{-jkr_1}}{r_1^2} - \frac{e^{-jkr_2}}{r_2^2} \right) + \frac{-KI_z}{2\pi(j\omega\mu)} \left( \frac{e^{-jkr_3}}{r_3^2} - \frac{e^{-jkr_4}}{r_4^2} \right) \right]^2} \quad (1)$$

$$H_{optimal,peak} = \sqrt{\left[ \frac{-KI_z}{\eta \cdot 2\pi} e^{-jkr} \left( \frac{1}{r^2} - \frac{e^{-j2kh}}{(r+2h)^2} \right) + \frac{-KI_z}{\eta \cdot 2\pi} e^{-jkr} \left( \frac{1}{r^2} - \frac{e^{-j2kh}}{(r+2h)^2} \right) \right]^2} \quad (2)$$

$$H_{infinite,peak} = \left| H_{remote,peak,r=r_0} \right| \cdot \frac{j\omega\mu e^{-jkr}}{\eta} \cdot \left( \frac{B}{A} \right)$$

when,

$$A = \frac{e^{-jkr_{1,r=r_0}}}{r_{1,r=r_0}^2} + \frac{e^{-jkr_{2,r=r_0}}}{r_{2,r=r_0}^2} = \frac{e^{-jkr_{3,r=r_0}}}{r_{3,r=r_0}^2} + \frac{e^{-jkr_{4,r=r_0}}}{r_{4,r=r_0}^2} \quad (3)$$

$$B = \frac{1}{r^2} - \frac{e^{-j2kh}}{(r+2h)^2}$$

실제 EMC 환경과 비슷하게 그림 1과 같이 PEC 금속판 위에 두 small loop 안테나가 있는 simulation 환경을 구현하였다.

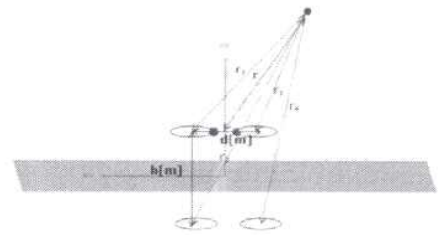


그림 1. Simulation Test Setup

두 안테나가 수평으로 0.2[m], PEC 금속판으로 부터는 0.8[m] 떨어져 있는 경우, 1[V]의 전압을 가하였다. 1[m]에서 측정된 최대 자기장 크기를 바탕으로 식(3)을 이용하여 계산한 10[m]에서의 자기장의 크기와 EM simulation 결과( $H_{remote,peak}[A/m]$ )를 비교하면 표 1과 같다.

표 1. 계산결과와 EM simulation 결과 비교

	$H_{optimal,peak}[A/m]$	$H_{remote,peak}[A/m]$	error[%]
r=10[m]	$8.872 \cdot 10^{-8}$	$8.875 \cdot 10^{-8}$	0.034%

두 결과가 거의 일치 하는 것을 알 수 있다. 또한 13.56MHz에서 2종B급기기의 방사장 강해 허용 기준을 넘지 않는 범위 안에서 최대 1.139[KW]의 전력 전송이 가능함을 알 수 있다.

### III. 결론

근거리 1[m]에서의 최대 자기장 크기를 이용하여 10[m]에서의 최대 자기장 크기를 예측 할 수 있으며, 이를 무선 에너지 전송 시스템의 효율적인 EMC 측정 방법 및 허용 전력전송 크기 예측에 응용 가능 하다.

### Acknowledgement

"본 연구는 방송통신위원회의 전파방송위성 원천기술개발 사업의 연구결과로 수행되었음" (KCA-2013-11911-01110)

### 참고문헌

[1] Roger F. Harrington, *Time-Harmonic Electromagnetic Fields*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1961.