

# 수집한 잉여전파를 사용 가능한 전력으로 변환하는 광대역 렉테나에 관한 연구

배민지, 이지연, 한상민\*

순천향대학교 정보통신공학과, \*순천향대학교 ICT융합학과

\*smhan@sch.ac.kr

## A Study on the Wide-band Rectenna Design for Convert Collected Surplus Radio Waves into Usable Power

Jiyeon Lee, Minji Bae, Sang-Min Han\*

Soonchunhyang University

### 요 약

본 논문은 단일 주파수만을 사용하는 렉테나 대비 N-way 전력 분배기를 사용한 광대역 렉테나가 더 많은 주파수를 동시 정류할 수 있음을 보인다. 단일 주파수 렉테나는 각각 23%와 8%의 전력 변환효율을 보이지만 이중 대역 렉테나에서는 최대 약 31%의 전력 변환효율을 보여 광대역 렉테나는 이중대역 렉테나보다 DC 전력 변환효율에 더욱 우수한 성능을 보일 것으로 기대된다.

### I. 서 론

본 논문에서는 우주 공간에서 생성된 에너지를 지구에서 사용 가능한 DC 전력으로 변환하는 것에서 착안된 기술로 현재까지 꾸준히 연구 중인 무선 전력 전송 기술 중 렉테나를 이용한 방식을 설명한다. 렉테나는 안테나를 통해 원거리로의 에너지 공급이 가능하지만, 전송 효율이 낮다는 단점이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 렉테나의 고효율성을 이루기 위해, ISM 대역의 광대역 전자파 방사를 이용하여 이전 대비 많은 DC 전력 변환 효율을 높이는 것을 목적으로 하고 있다. 본 논문에서 사용될 N-way 전력 분배기는 대중적으로 사용되는 ISM 대역에서 2.45GHz와 5.8GHz 신호를 선정해 2-way로 설계 및 제작하여 이중 대역 렉테나를 보여준다[1].

### II. 이중대역 렉테나 설계

전력 분배기는 포트와 포트 간의 Isolation이 되지 않아 전력을 완전히 분리하기에는 어려움이 있어 이를 보완하기 위해 원형 구조의 윌킨슨 전력 분배기를 사용하였다[2]. 전력 분배기를 실제 제작해 측정한 결과, 본 연구에서 지정한 -20dB 기준보다 이득이 크며 2.45GHz와 5.8GHz의 대역 폭은 약 100MHz이므로 광대역에서 사용이 가능함을 확인하였다.

비선형 소자인 다이오드로 인해 고조파 신호가 다시 재방사될 가능성이 높아 다이오드 앞뒤에 LPF를 삽입하여 고조파 신호를 차단해야 한다. 그러나 본 논문에서의 렉테나는 전력 분배기를 이용해 다이오드 앞단 고조파 신호의 재방사를 차단할 수 있어 다이오드 뒷단에만 LPF를 삽입하였다. 2개의 다이오드와 부하저항 사이의 LPF를 사용하기 위해 Keysight사의 ADS 툴을 사용하여 병렬구조인 33pF이 2GHz부터 본 연구에서 지정한 반사이득인 -20dB 이하로 낮아짐을 보여, 1단 LPF의 역할이 가능함을 확인하였다. 1단 LPF 후단에 있는 부하저항은 1KΩ을 사용하였다. 전력 분배기와 정류부 사이의 매칭되지 않은 임피던스는 전체 이득을 감소시킬 가능성이 있어 50Ω 공액 정합을 해야 한다. 그러므로 다이오드 앞단의 Open Stub을 통한 Line Matching으로 시뮬레이션 상의 선로 길이와 실제 제작한 회로의 선로 길이 오차를 비교하여 시뮬레이션의 결과값과 근사한 값으로 미세조정을 하였다. 이로써 Shottky Diode를 포함한 정류

회로는 50Ω 공액 정합을 통해 신호의 재반사를 최소화함을 보였다[3].

### III. 결론

본 논문에서의 단일 주파수 렉테나는 각 +15dBm의 전압을 기준으로 하여 2.45GHz와 5.8GHz에서 각각 2.6V와 1.5V의 전력을 가지며, 23%와 8%의 전력 변환효율을 보인다. 이중 대역 렉테나는 4.3V의 전력과 최대 약 31%의 전력 변환효율을 보인다. 이를 통해 단일 렉테나보다 2-way로 설계한 렉테나가 더 나은 정류 효율을 얻을 수 있다. 후에 2-way 이상의 N-way 전력 분배기로 설계하면 본 논문에서의 이중 대역 렉테나보다 더 많은 전력을 수집할 수 있어 높은 전력 변환효율을 얻을 수 있음을 기대할 수 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역 혁신 사업(2022RIS-004)에 의해 지원되었음.

### 참 고 문 헌

- [1] L. Wu, H. Yilmaz, T. Bitzer, and A. P. M. Berroth, "A dual-frequency Wilkinson power divider: for a frequency and its first harmonic," *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 15, no. 2, pp. 107-109, Feb. 2005.
- [2] M. A. Maktoomi, M. S. Hashmi, and V. Panwar, "A dual-frequency matching network for FDCLs using dual-band  $\lambda/4$ -lines", *Progress In Electromagnetics Research Lett.*, vol. 52, pp. 23-30 Mar. 2015.
- [3] 최태민, 한상민, "임피던스 직접 정합 방법에 의한 Rectenna 시스템 소형화 설계", *한국전자과학회논문지*, pp. 286-291, 2013년 3월.