

## 5.8GHz 25W 무선전력전송 시스템 개발 및 측정

이성훈\*·손명식\*\*

\*\*순천대학교 전자공학과

## 5.8GHz 25W Microwave Wireless Power Transmission System Development and Measurement

Seong Hun Lee\* and Myung Sik Son\*\*

\*\*Department of Electronic Engineering, Suncheon National University, KOREA

### ABSTRACT

In this paper, 5.8GHz 25W microwave wireless power transmission system was developed. The transmission system is composed of a signal generator, a 1W drive amplifier, a 25W power amplifier, and a circularly polarized transmission antenna. The receiving system was fabricated with an integrated receiver that combines a circularly polarized receiving antenna, a pass band filter, and an RF-DC converter. And a multi-integrated receiver had twelve parts, including an integrated receiver. Under the conditions, voltage and current were measured for the system at 5cm intervals from a minimum distance of 5cm to a maximum distance of 80cm. The power was calculated for the system. The results of the system are shown in tables and graphs. The power decreases with distance, but the power does not drop sharply due to a multi-integrated receiver.

**Key Words** : Wireless Power Transmission System, Microwave, Integrated Receiver, Rectenna.

### 1. 서 론

무선전력전송의 마이크로파 전력 전송 방식은 마이크로파를 직류로 변환 할 목적으로 사용되는 렉테나(Rectenna)를 발명으로 발전되었다. 렉테나는 안테나와 정류기의 결합으로 쇼트키 다이오드(Schottky Diode)를 사용하여 만들어진다. 마이크로파를 통한 마이크로파를 통한 무선전력전송은 원천 전력과 같이 완벽한 방향 축 및 전력 집광 마이크로파 또는 레이저 빔(마이크로파 빔의 동일한 특성)을 필요하다. 송신 안테나에 마이크로파의 전력을 송출하고 수신 안테나를 통해서 전력을 받아서 정류기를 통해서 직류로 변환하는 방식을 이용한다[1,2,3].

무선전력전송 시스템은 Fiss 전달 공식을 확인하면 수신된 전력을 높이기 위한 방안으로 송신 전력(Pt), 송신 안

테나(Gt)와 수신 안테나(Gr) 이득을 증가시키면 된다는 것을 알 수 있다[4,5]. 안테나는 고이득 안테나를 사용하면 가능하다[6]. 그러나 송신 전력을 높이면 수신기에 다이오드 소자들이 발열에 의해 동작 불능 상태가 되거나 발화가 된다. 이를 개선하기 위해 다이오드를 병렬로 전력을 분배하여 수신기를 설계하거나 수신기의 직·병렬 구성으로 다이오드 소자들을 보호하는 방안이 필요하다고 생각된다.

본 논문에서는 25W 무선전력전송 시스템 개발하였다. 무선전력전송 시스템은 송신 시스템으로 신호 발생기, 1W 구동 증폭기, 25W 전력 증폭기, 원형 편파 송신 안테나이고, 수신 시스템은 원형 편파 수신 안테나, 대역 통과 필터, RF-DC 변환기로 구성된 일체형 수신기로 12개의 일체형 수신기를 결합한 다중 일체형 수신기이다. 측정 조건은 최소 거리 5cm에서 최대 거리 80cm까지 측정 거리 5cm 간격으로 저항 330Ω에 전압과 전류를 측정

†E-mail: sonms@suncheon.ac.kr

하였다. 전력을 계산하여 결과에 대한 표와 그래프로 나타내었다.

## 2. 5.8GHz 25W 마이크로파 무선전력전송 시스템 개발

### 2.1 송신 시스템과 수신 시스템 구성

송신 시스템은 5.8GHz 마이크로파인 주파수와 전력을 발생시키며, 구동 증폭기 및 전력 증폭기로 전력을 증폭하여 송신 안테나를 통해서 수신 안테나에 전달 할 수 있도록 구성하였다. 송신 시스템에서는 신호 발생기, 1W 구동 증폭기, 25W 전력 증폭기, 원형 편파 송신 안테나로 구성하였다. 신호 발생기는 Agilent사의 E8257D 모델을 이용하여 5.8GHz 마이크로파를 발생시켰다. 1W 구동 증폭기는 HD사의 HD24678 모델로 이득 30dBm을 가지며 최대 1W(30dBm)까지 전력을 증폭해 주는 구동 증폭기로 사용하였다. 25W 전력 증폭기는 Cree사의 CMPA2560025F-TB-ND로 최대 25W(43.98dBm)로 전력을 증폭한다. 송신 안테나는 주파수 5.4GHz~5.8GHz에서 동작하는 원형 우현 편파로 18dBi 이득을 가지는 LUXUL사의 XW-5XO-FP18 모델의 안테나를 사용하였다.

수신 시스템은 5.8GHz 마이크로파를 수신 안테나를 통해서 대역 통과 필터로 원하는 주파수 대역인 5.8GHz로 통과시키고 RF-DC 변환기로 5.8GHz 마이크로파 RF신호를 DC로 변환하여 전력을 전달하도록 일체형으로 구성하였다. 수신 시스템에서는 원형 편파 수신 안테나, 통과

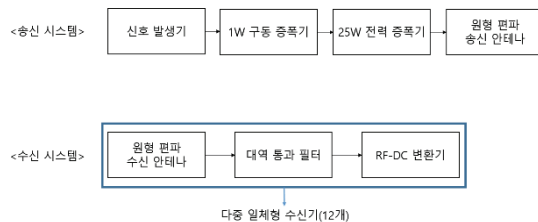


Fig. 1. Overall system configuration.

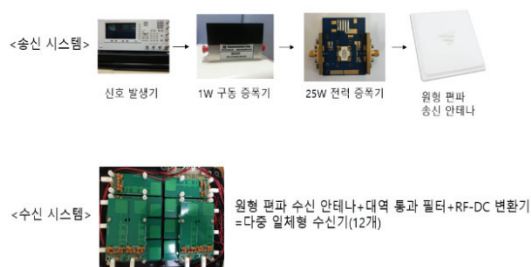


Fig. 2. Constituent parts of overall system.

대역 필터, RF-DC 변환기로 3가지를 결합한 일체형 수신기를 설계 제작하여 사용하였다. 수신 안테나는 6dBi 이득을 갖는 원형 우현 편파 패치 안테나로 전력을 수신한다. 통과 대역 필터는 개선한  $\lambda/2$  개방 회로로 설계하여 주파수 5.8GHz의 10%이내에 주파수 대역을 통과시키며, RF-DC 변환기는 전압 체배기(D-10)로 전압을 상승시킨다. 이 기능들을 가진 수신 안테나, 통과 대역 필터, RF-DC 변환기를 결합하여 설계 제작한 일체형 수신기[7] 12개를 사용하여 직·병렬로 연결한 다중 일체형 수신기를 구성하였다. 왼쪽에 6개의 일체형 수신기를 병렬로 구성한 1세트와 오른쪽에 6개의 일체형 수신기를 병렬로 구성한 2세트이고, 1세트와 2세트를 직렬로 결합하여 구성하였다. 다중 일체형 수신기에 LED를 추가하여 송수신 동작 여부를 파악하였다. Fig 1은 송신 시스템과 수신 시스템에 대한 종합적인 구성도이며, Fig 2는 전체 시스템에 사용된 부품들로 표현하여 나타내었다. Fig 3에서는 개발된 전체 시스템의 사진을 보였다.

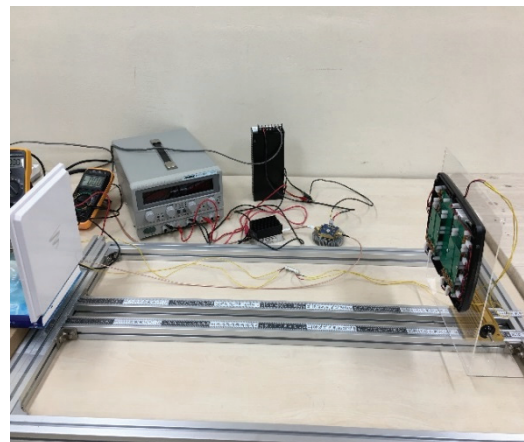


Fig. 3. Developed 5.8GHz 25W microwave power transmission system.

## 3. 시스템의 거리별 측정 결과

### 3.1 시스템의 측정 조건

5.8GHz 25W무선전력전송 시스템 측정을 위한 조건은 Table 1에 정리하였다. 주파수 5.8GHz 마이크로파에 25W(43.98dBm) 전력으로 최소 거리 5cm에서 최대 거리 80cm까지 측정 간격 5cm로 거리마다 전압과 전류를 측정하였다. 또한, 전력을 계산하여 제시하였다.

### 3.2 시스템의 측정 결과

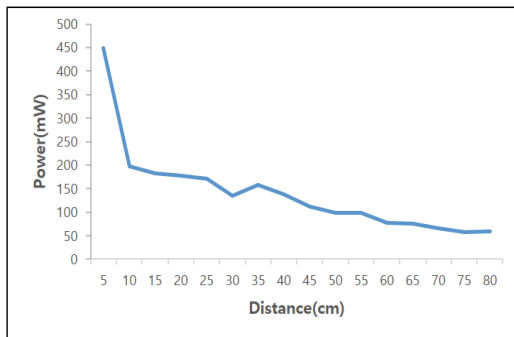
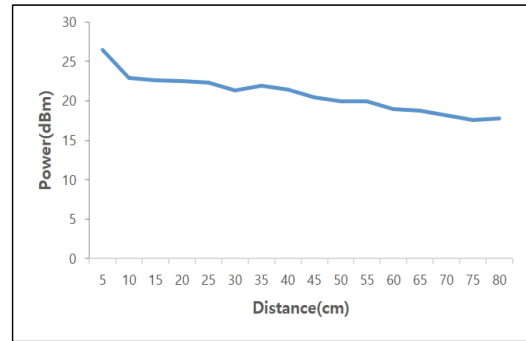
무선전력전송 시스템에서 수신된 거리별 전압과

**Table 1.** Conditions of system.

구분	값
주파수	5.8GHz
전력	25W(43.98dBm)
측정 최소 거리	5cm
측정 최대 거리	80cm
측정 간격	5cm
저항	330Ω

**Table 2.** Voltage, current and power by distance.

거리 (cm)	전압 (V)	전류 (mA)	전력 (mW)	전력 (dBm)
5	12.04	37.3	449.09	26.43
10	7.96	24.7	196.61	22.92
15	7.64	23.9	182.59	22.60
20	7.60	23.3	177.08	22.48
25	7.51	22.8	171.22	22.33
30	6.61	20.4	134.84	21.27
35	7.15	22.0	157.30	21.95
40	6.71	20.6	138.22	21.39
45	6.02	18.5	111.37	20.45
50	5.65	17.5	98.87	19.95
55	5.63	17.5	98.52	19.93
60	5.01	15.5	77.65	18.90
65	4.93	15.3	75.42	18.77
70	4.61	14.3	65.92	18.19
75	4.31	13.4	57.75	17.61
80	4.39	13.5	59.26	17.72

**Fig. 4.** Power(mW) by distance.**Fig. 5.** Power(dBm) by distance.

전류를 측정하였다. 측정된 전압과 전류를 전력으로 계산하여 Table 2에 나타내었다. Fig. 4와 Fig. 5에서는 거리별 전력(mW)과 전력(dBm) 그래프를 각각 보였다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 5.8GHz 25W 마이크로파 무선전력전송 시스템 개발하였다. 무선전력전송 시스템은 송신 시스템으로 신호 발생기, 1W 구동 증폭기, 25W 전력 증폭기, 원형 편파 송신 안테나이고, 수신 시스템은 원형 편파 수신 안테나, 대역 통과 필터, RF-DC 변환기로 구성된 일체형 수신기로 12개의 일체형 수신기를 결합한 다중 일체형 수신기이다. 측정 조건은 최소 거리 5cm에서 최대 거리 80cm까지 측정 거리 5cm 간격으로 저항 330Ω에 전압과 전류를 측정하였다. 전력을 계산하여 결과에 대한 표와 그래프로 나타내었다. 거리에 따라 전력이 감소하는 것을 알 수 있다. 그러나 다중 일체형 수신기의 직병렬 구성으로 전압과 전류의 증가로 거리 10cm~80cm까지 전력이 급격하게 떨어지지 않는다.

무선전력전송 시스템에서 신호발생기와 바닥에 설치되어진 반사파로 인한 잡음 발생으로 전력 측정값이 일정하지 않았다.

#### 참고문헌

1. T. S. Chandrasekar Rao and K. Geetha "Categories, Standards and Recent Trends in Wireless Power Transfer: A Survey," *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 9, No.20, pp. 1-11, 2016.
2. Rakesh Kumar Yadav, Sushrut Das and R. L. Yadava, "Rectennas Design, Development and Applications," *International Journal of Engineering Science and Technology(IJEST)*, Vol. 3, No. 10, pp. 7823-7841, 2011.
3. Seong Hun Lee and Myung Sik Son, "5.8 GHz

- Microwave Wireless Power Transmission System Development and Transmission Efficiency Measurement,” *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Vol. 13, No. 4, pp. 59-63, 2014.
4. Rula Alrawashdeh, “A Review on Wireless Power Transfer in Free Space and Conducting Lossy Media,” *Jordanian Journal of Computers and Information Technology(JJCIT)*, Vol. 3, No. 2, pp. 71-88, 2017.
  5. Doan Huu Chuc, Bach Gia Duong, “Design, Simulation and Fabrication of Rectenna Circuit at S - Band for Microwave Power Transmission,” *VNU Journal of Science: Mathematics – Physics*, Vol. 30, No. 3, pp. 24-30, 2014.
  6. Seong Hun Lee and Myung Sik Son, “Design of Circularly Polarized Array Antenna for 5.8GHz Microwave Wireless Power Transmission,” *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Vol. 17, No.2, pp. 20-25, 2018.
  7. Seong Hun Lee and Myung Sik Son, “RF-DC Voltage Multiplier Design and Fabrication for 5.8GHz Microwave Wireless Power Transmission,” *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Vol. 16, No.2, pp. 1-4, 2017.
- 
- 접수일: 2019년 2월 1일, 심사일: 2019년 3월 17일,  
 게재확정일: 2019년 3월 21일