

무선 정보/전력 동시 전송 시스템에서 송신 신호에 따른 전력변환효율 비교

이선형, 박진완, 박신우, 이수진, 김소원, 김기은, 김정훈
국립 한국 해양대학교

leesunhg@naver.com, parkjinwan24@naver.com, psw0008@naver.com, leejk8672@naver.com,
wish007@daum.net, kieunkim1018@naver.com, j.kim@kmou.ac.kr

Comparison of efficiency according to transmission signals in Simultaneous Wireless Information
and Power Transfer(SWIPT)
National Korea Maritime & Ocean University

요약

본 논문에서는 SWIPT 를 위한 다양한 변조신호를 송신했을 때, 신호에 따른 전력전송, 정보 전송 성능의 차이를 분석한다. 시뮬레이션을 이용한 분석과 함께 SDR 플랫폼을 활용한 시스템 구현을 통해 실제 환경에서 분석된다. 시스템구현은 AdamPluto와 전력수신 키트를 이용하여 무선 전력정보 동시 전송 시스템을 구현한다. 변조 신호(PSK, QAM, ASK)을 송신했을 때 무선 전력정보 동시 전송 시스템의 전력 변환 효율을 시뮬레이션과 실제 환경에서 차이점을 확인하고 비교 분석을 진행한다.

I. 서론

현재 IoT 기기들의 개수는 많아지고 저전력 소자들도 많이 나오는 상황이다. 무선 정보전력동시전송 기술을 이용하여 IoT 장비들의 배터리 교체나 케이블 연결과 같은 작업을 줄이고, 지속적으로 작동하면서 전력을 공급받을 수 있게 된다. 선행 연구에 따르면, 송신 신호 파형의 형태에 따라 정류 회로의 전력 변환 효율이 달라진다는 것을 알 수 있다.[1] 실제 환경에서의 성능 검증을 위해 무선 전력정보 동시 전송 시스템 구현하여 실제 환경에서 신호의 파형에만 변화가 있을 때 전력 변환 효율을 알아보하고자 한다.

무선 전력 정보 동시 전송 시스템이란 정보를 받는 것뿐만 아니라 전력도 동시에 받아 낭비되는 전력 없이 전력과 정보를 동시에 수신받는 시스템이다. 정보 수신 시스템은 표준 무선 통신방식으로 작동하지만,

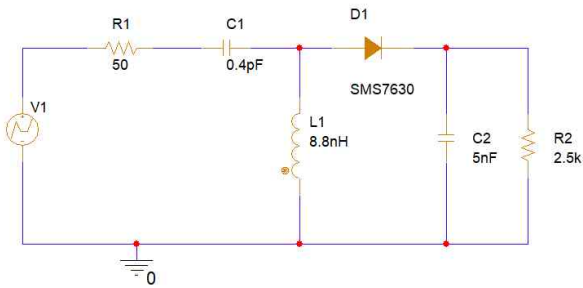
전력 수급에서는 아직 해결해야 할 점이 존재한다. 전력 수급에서는 아직도 해결해야 할 점이 존재한다. 전력 수급에 있어서 송신 신호에 알맞게 송신하게 되면 수신 효율을 올릴 수 있을 것으로 보인다.

II. 본론

본 장에서는 변조 신호별 동시무선전력정보전송(SWIPT) 시스템의 전력 변환 효율을 분석한 결과를 소개한다. ISM 대역의 RF를 이용한 SWIPT에서 전력 수확을 실내 환경 기준으로 실험을 했을 때, 출력 전력은 μW 수준의 특성을 보인다. 사용한 다이오드의 바 이오스 특성에서 비선형적인 구간이 존재한다. 이 구간에서는 신호 전력 값이 작을 때보다 큰 전력이 들어 올수록 더 높은 비율로 정류되는 특성이 있다.[1] 또한 동일한 평균전력인 신호이더라도 신호의 파형을 변화 해주면 RF-DC 변환 효율을 올릴 수 있다.[2] 이 점을 참고하여 CW와 비교하여 PSK, QAM, ASK의 전력 변환 효율을 비교한다.

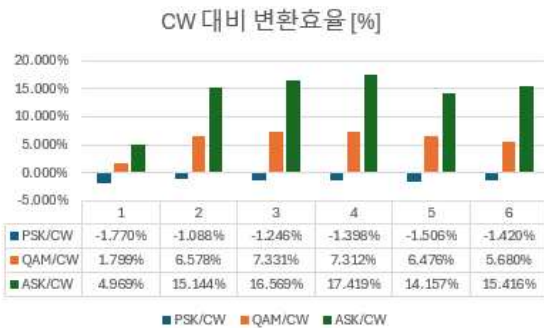
SWIPT 시스템에서 안테나로 수신된 신호 중 일정 부분의 전력 수신을 하고, 일정 부분은 정보 수신에 사용한다. 수신 신호를 특정 전력비로 분배해서 정보와 전력을 동시에 수신하는 Power Splitter를 사용한다. 전력 수신 대 정보 수신의 비가 9 : 1인 Power Splitter 기준으로 기존 정보수신의 10%에 해당하는 신호의 전력만 받게 된다. 비교하고자하는 변조 신호들의 기준으로 SNR이 25dB이상이 될 경우 양호한 정보 수신이 가능하고 전력을 분배했을 경우에도 동일한

SNR을 유지해야 한다.



<그림1. 시뮬레이션 사용한 정류회로>

5nF 커패시터와 2.5k 저항값을 가지는 <그림2>의 정류 회로를 이용하여 다양한 변조 신호의 전력 변환 효율을 측정하였다. 커패시터와 저항값은 시뮬레이션을 거쳐 최적의 효율을 내는 값으로 설정하였다. 또한, 송신 신호의 최대 송신 전력은 23dBm, 대역폭은 20MHz로 설정하였다. 이는 본 논문의 테스트 신호 중 하나인 802.11g OFDM 신호의 규격을 참고하여 설정하였으며, 비교를 위해 다른 변조 신호에도 동일하게 적용하였다. 이후 변조 신호(PSK, QAM, ASK)와 CW 신호 대비 거리별 수신단의 전력 변환 효율을 시뮬레이션 하였다.



<그림2. CW-변조신호 전력 변환 효율 차이>

<그림3>은 CW 신호와 변조 신호(PSK, QAM, ASK)의 전력 변환 효율을 비교 분석한 결과이다. 2~6m에서의 CW 대비 전력 변환효율을 보면 ASK의 경우는 15% 정도 높고, QAM의 경우 5~6%정도 높았으며, PSK의 경우 거의 비슷한 수준의 전력 변환 효율을 보였다 PSK는 각 심볼의 에너지가 동일한 신호이므로 CW와 유사한 변환 효율을 보여준다. 해당 신호들은 PAPR이 높을수록 높은 전력 변환 효율을 나타낸다. 측정 결과 PAPR이 ASK, QAM, PSK 순서로 높은 측정값을 보여주었고, 이러한 과정을 통해 신호에 따라 효율이 바뀔 수 있음을 확인하였다.

III. 구현

구현에 사용된 시스템은 SDR 장비인 AdalmPluto와

전력 수신 회로로 P21XXCSR - Evaluation 전력을 분배해 줄 Power Splitter, 2.4GHz Antenna로 구성되어 있다. SDR장비를 이용해 송신 신호를 전달하면 전력 분배기를 통해 정보 수신은 BER을 보고, 전력 수신은 오실로스코프를 이용하여 수신되는 전력량을 측정할 수 있다.



<그림3. 구현된 무선 전력/정보 동시 전송 시스템>

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 시뮬레이션을 통해 다양한 변조 신호(PSK, QAM, ASK)를 사용하는 SWIPT 시스템의 전력 변환 효율을 연구하였다. 거리별 수신단에 들어오는 변조신호(PSK, QAM, ASK)의 전력 변환 효율을 측정하였고, 이를 통해 신호 파형에 따라 전력 변환 효율이 바뀔 수 있었다. 이후 SDR 장비를 이용하여 연구에 나온 변조 신호 외에 802.11g 표준 규격에 해당하는 OFDM 신호와 대역폭에 따른 SWIPT 시스템의 효율을 측정하고, 실제 환경과 시뮬레이션에서의 비교 분석을 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] A. Boaventura, A. Collado, N. B. Carvalho and A. Georgiadis, "Optimum behavior: Wireless power transmission system design through behavioral models and efficient synthesis techniques," in *IEEE Microwave Magazine*, vol. 14, no. 2, pp. 26-35, March-April 2013.
- [2] A. Collado and A. Georgiadis, "Optimal Waveforms for Efficient Wireless Power Transmission," in *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 24, no. 5, pp. 354-356, May 2014,