

# 비선형 증폭기 채널 환경에서의 NR NTN 성능 평가

김관수, 정수엽, 유준규  
한국전자통신연구원 위성광역인프라연구실  
[pskim@etri.re.kr](mailto:pskim@etri.re.kr)

## Performance Evaluation of NR NTN under Nonlinear HPA channel

Pansoo Kim, Soo-yeop Jung, Joon-Gyu Ryu  
Satellite widearea Infra. Research Section, ETRI

### 요 약

본 논문은 위성통신과 같이 전력제한된 시스템에서 DVB-RCS2 표준에서 활용된 Ku/Ka 대역 단말상향링크 SSPA 용 비선형 전력 증폭기 채널 모델에서 5G NR NTN 표준 물리계층 전송 규격의 성능평가를 수행한다. 성능 결과 규격 설계용 링크버킷 관점에서 QPSK, 16QAM 변조 적용시 약 4~5dB 추가 SNR margin 이 필요함을 확인하게 되었다.

### I. 서 론

3GPP RAN Rel-17 표준에서 Non Terrestrial Network (NTN)이 표준 규격으로 채택되었다. NTN 부분에서 특히 위성통신의 규격이 지상네트워크에서 사용된 다중반송파 변조방식 즉 OFDMA 방식이 그대로 사용되게 되었다. 알려진바 다중반송파 변조방식의 경우 신호의 큰 Peak to Average Power Ratio (PAPR) 특성으로 인해 단일 반송파 대비 성능이 열화되는 것으로 알려져 있다. 본 논문에서는 비선형 증폭기 특성에 의해 성능 열화 정도를 시뮬레이션을 통해 확인하고 시스템 규격 설계 등에서 필요한 링크버킷을 계산하는데 수치 등을 도출하고자 한다.

### II. 본 론

본 논문에서는 사용되는 비선형 고출력 증폭기(HPA) 모델은 참고문헌 [1]의 Fig. 10.2 와 같이 선형화된 Solid State Power Amplifier (SSPA) 모델을 사용하였다. 성능평가에 사용된 전송 파라미터는 PDSCH MCS index table 2 [2]를 참조하여 성능 평가를 수행하였다. 여기서 사용된 MCS index 는 4 번 (QPSK, 채널 부호율 0.587)와 9 번 (16QAM, 채널 부호율 0.6)을 사용하였다. 성능평가를 수행한 결과 그림 1 과 같이 링크버킷 설계 관점에서 QPSK 의 경우 Input Back Off (IBO) -2dB/OBO -2.8dB 로 QPSK 채널 대비 BLlock Error Rate (BLER) 10<sup>-2</sup> 지점에서 증폭기 이득 약 2.8dB 손실, 비선형 왜곡에 의해 AWGN 채널 대비 성능 손실이 약 0.4dB 로 총 SNR margin 이 3.2dB 이 추가로 필요함을 알 수 있다. 16QAM 의 경우 IBO -3dB/Output Back Off(OBO) -3.3dB 로 AWGN 채널 대비 약 증폭기 3.3dB 이득 손실이 발생하며, 비선형 왜곡에 의한 AWGN 채널 대비 성능 손실이 약 1.2dB 로 총 4.5dB 손실이 발생 약 4~5dB 의 추가 SNR margin 이 필요함을 확인하게 되었다. 이러한 결과 도출에 있어 가장 일반적으로 사용되는 방법으로 식(1)과 같다.

$$TD [dB] = Es/No_{awgn} [dB] - Es/No_{nonlinear} [dB] + OBO_{dB} \quad (1)$$

여기서 TD 는 서비스 관점에서 목표로 하는 BLER 지점에서의 Total degradation 을 나타내고  $Es/No_{awgn} [dB]$ 는 AWGN 채널에서의 요구 SNR 값,  $Es/No_{nonlinear} [dB]$ 는

비선형 증폭기 채널에서의 요구 SNR 값, OBO 는 증폭기 출력 backoff 값에 해당한다. 여기서 OBO 값의 변화에 따라 TD 값이 최소가 되는 지점의 OBO 를 찾는 형태로 최적화가 이루어진다. 일반적으로 SSPA 와 같이 선형화되고 포화영역에서의 출력 전력이 감소하지 않는 경우 대체적으로 포화영역 지점에서 최적의 증폭기 동작을 찾아 운용시키는 편이 링크버킷 관점에서 유리하다.

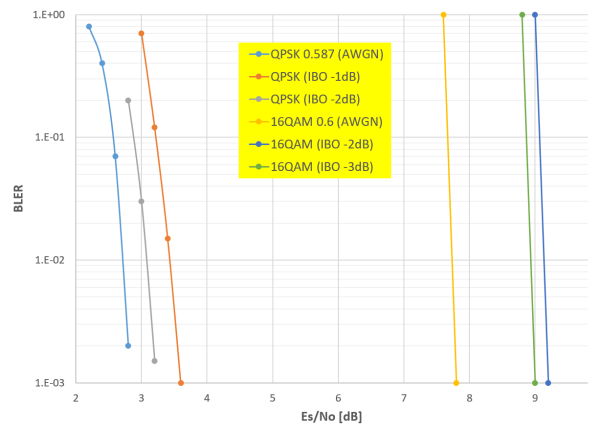


그림 1. 비선형 채널에서 증폭기 다른 IBO 값에 따른 BLER 성능 평가

### III. 결 론

본 논문에서는 Ku/Ka 대역에서 보편적으로 활용되고 있는 SSPA 증폭기 모델을 기반으로 NR 전송 표준의 성능 평가를 시뮬레이션 통해 수행하였다. 성능 평가 결과 증폭기 포화영역에 가깝게 운용하는게 링크버킷 관점에서 유리한 것으로 보인다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통산자원부 국제공동개발사업으로 지원된 연구임. [P0016154, 고효율 GaN MMIC Power Amplifier 기술 및 5G/6G 통신 모델 기술]

### 참 고 문 헌

- [1] ETSI TR 101 545-4 v1.1.1 "Guidelines for the implementation and use of EN 301 545-2 (DVB-RCS2 Lower Layer)", April 2014
- [2] 3GPP TS 38.214, "Physical layer procedures for data".