

6G 통신을 위한 FR3 대역 도허티 전력증폭기에 관한 연구

윤병철, 김정현
한양대학교 ERICA

ybc94@hanyang.ac.kr,

A Study on the FR 3 band Doherty power amplifier for 6G communications

Byeongcheol Yoon, Junghyun Kim
Hanyang ERICA Univ.

요약

본 논문은 6G 통신을 GaAs HBT 기반 FR3 8GHz 대역 도허티 전력증폭기를 제안한다. 제안된 도허티는 기생 이미터 인덕턴스의 영향을 최소화하기 위해 차동모드로 구현되었다. 전압결합 부하변조에 필수적인 임피던스 인버터를 트랜스포머에 결합함으로써, 임피던스 매칭과 인버팅을 하나의 트랜스포머를 통해 동시에 만족한다. 제안된 도허티 전력증폭기는 최대출력전력 (P_{sat}) 34.7 dBm, 1dB 이득 압축지점 출력전력 (P_{1dB}) 33.4 dBm, 최대 효율 (peak PAE) 37.6 %, 6dB 백오프 출력전력 지점 효율 (6dB PBO PAE) 26.2 %의 시뮬레이션 결과를 갖는다.

I. 서 론

차세대 무선통신은 고속 데이터 전송, 저지연을 위해 직교 주파수 분할 다중화 (OFDM)와 직교 진폭 변조 (QAM) 과 같은 복잡한 변조신호를 운용하고 있으며, 이는 신호의 첨두 전력 대 평균 전력비 (PAPR) 을 높이게 된다. 높은 PAPR 은 전력증폭기의 낮은 출력 전력의 동작을 유발하게 되며 이로 인하여 전력증폭기의 낮은 출력에서의 효율이 점점 더 중요해지고 있다. 한편 최근 WRC-23 에서 6G 후보주파수 대역으로 8GHz 대역이 선정되어 해당 주파수 대역에 기준 Sub-6GHz 대역에서 주로 활용된 GaAs HBT 의 적용 가능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문은 낮은 출력전력 지점의 효율을 향상시킬 수 있는 8GHz 대역 GaAs HBT 기반 도허티 전력증폭기에 대하여 제시한다.

II. 본론

8GHz 대역은 기존 5G 에서 주로 운용하는 Sub-6GHz 대역과 달리 기생성분에 영향을 더 많이 받기 때문에 차동모드 운용이 필수적이다. 도허티 전력증폭기의 Carrier 와 Peaking 모두를 차동모드로 동작시키기 위해서는 일반적으로 2 개의 트랜스포머 발룬이 필요하다. 또한 도허티의 적절한 부하변조를 위해서는 임피던스 인버터도 필수적이다. 임피던스 인버터와 2 개의 트랜스포머 발룬을 같이 운용하기에는 회로의 사이즈가 매우 커지기 때문에 도허티를 차동모드로 구현할 때 사이즈는 중요한 고려요소이다. [1] 에서 그림 2. 와 같이 트랜스포머의 누설성분과 트랜ジ스터의 기생 커페시터를 활용하여 임피던스 인버터와 매칭을 동시에

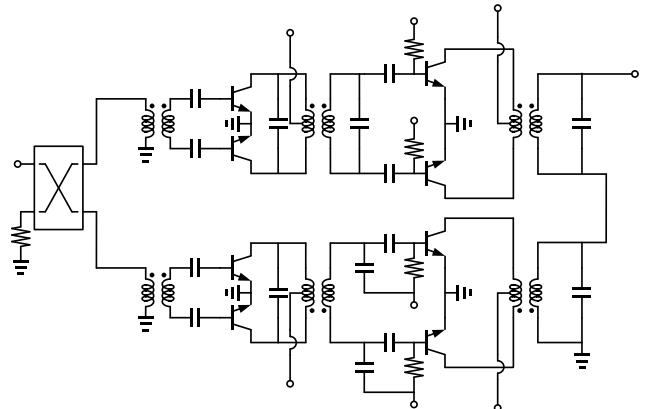


그림 1. 도허티 전력증폭기의 회로도

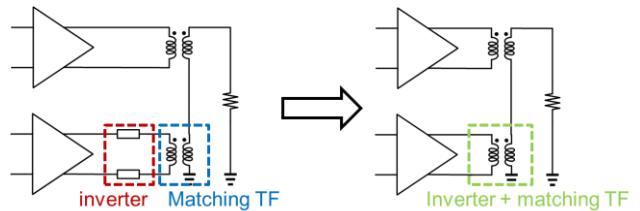


그림 2. 임피던스 매칭, 인버팅 트랜스포머

진행하는 도허티 네트워크 구조를 제시하였다. 본 논문은 [1] 논문에서 제시한 구조를 활용하여 8GHz 대역 GaAs HBT 기반 도허티 전력증폭기를 그림 3 과 같이 구현하였다. 임피던스 인버팅을 트랜스포머에 흡수하여 1.6mm x 1.31 mm 의 컴팩한 사이즈로 차동모드 도허티 구현이 가능하였다. 그림 4. 는 구현된 8GHz 대역 GaAs HBT 도허티의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 제안된

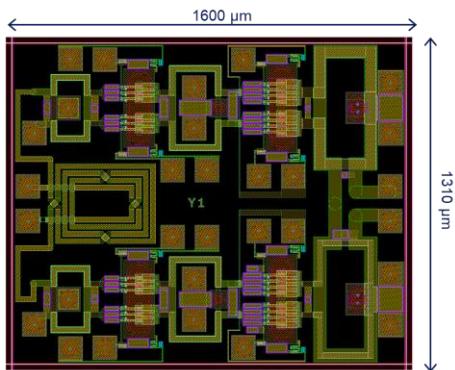


그림 3. 도허티 전력증폭기의 레이아웃

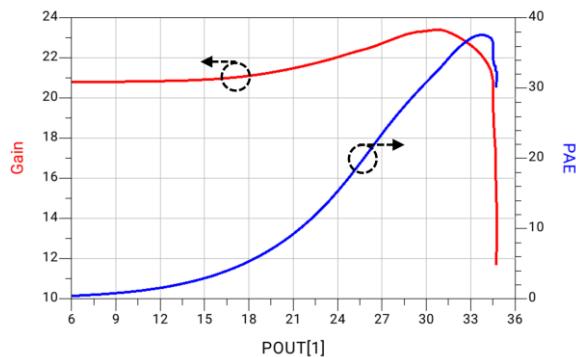


그림 4. 도허티 전력증폭기의 1-tone 대신호 시뮬레이션 결과

도허티는 최대 출력 전력 (P_{sat}) 34.7 dBm, 1dB 이득 압축 지점 출력 전력 (P_{1dB}) 33.4 dBm, 최대 효율 (peak PAE) 37.6 %, 6dB 백오프 출력 전력 지점 효율 (6dB PBO PAE) 26.2 %의 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

III. 결론

본 논문에서는 6G 용 FR3 대역 GaAs HBT 기반 8GHz 도허티에 대하여 구현하였다. 임피던스 인버터를 트랜스포머에 흡수하여 컴팩트한 사이즈로 차동모드 구현하였으며, 낮은 출력 전력의 효율을 높게 유지할 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (RS-2024-00358687).

참 고 문 현

- [1] Z. Zong *et al.*, "A 28-GHz SOI-CMOS Doherty Power Amplifier With a Compact Transformer-Based Output Combiner," in *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 69, no. 6, pp. 2795–2808, June 2021.