

바이어스 단에 따른 Doherty 전력증폭기의 성능개선

*장필선, 방성일

단국대학교 전자컴퓨터공학부

e-mail : zang38@hanmail.net

Performance enhancement of Doherty power amplifier with drain bias line

*Pil-Seon Jang, Sung-II Bang

School of Electronics and Computer Engineering

Dankook University

Abstract

In this paper, we propose Doherty amplifier with proper drain bias line. By $\lambda/4$ microstrip line, IMD is eliminated. Also output power of amplifier is reduced in wanted bandwidth. For linearity improvement, we design drain bias with narrow $\lambda/4$ microstrip line. We observe that gain characteristics improve 1dB and 3rd/5th IMD characteristics reduce 5dB/10dB.

I. 서론

이동통신 시스템에서 광대역의 무선 기지국용 RF 전력증폭기는 기존의 RF 전력증폭기보다 고효율, 고선형성을 요구하고 있다. 전력증폭기는 소자자체의 비선형성으로 인하여 출력특성이 제한된다. 또한 출력특성은 전력 증폭기의 구성과 구조적 형태에 따라 다르게 나타나므로, 전력증폭기의 전체 효율과 이득을 높이기 위해서 다양한 선형화 기법들이 적용된다. 그러나 무선기지의 RF 전력증폭기는 다양한 선형화기법으로 인하여 설계구조가 복잡해지고 있다.

전력증폭기의 비선형성 특성들은 고조파와 IMD (intermodulation distortion) 성분, 이득왜곡, 위상왜곡 등으로 나눌 수 있다. 이러한 증폭기의 비선형성에서

가장 큰 영향을 주는 왜곡성분은 IMD 성분이다. 그러므로 고효율 고선형 전력증폭기를 설계하기 위한 핵심은 IMD 성분을 최소화하는 것이다. 증폭기의 비선형 출력특성은 소자의 기본특성에 의해서도 발생하지만, DC 바이어스단에서도 왜곡성분이 발생한다. 이러한 왜곡성분은 증폭기의 메모리 효과에 의해 바이어스단에서 2차적으로 발생하는 IMD 성분이다. IMD 성분을 제거하기 위해서는 증폭기의 DC 바이어스 단에서 일정한 DC 전력을 공급해야 하지만, IMD 성분을 제거하도록 바이어스 단을 설계하면 원천주파수 신호의 출력전력도 감소한다[2].

본 논문에서는 고효율 고선형 특성을 가지는 Doherty 전력증폭기 구조에 적합한 드레인 바이어스를 제안하였다. 제안한 전력증폭기는 최적화된 마이크로스트립 라인을 이용하여 선형화기를 보다 간단한 구조로 IMD 특성을 개선하였다.

II. 본론

Doherty 전력증폭기의 메인증폭단과 보조증폭단의 드레인의 출력에서는 IMD성분을 포함한 원천주파수 신호가 출력된다. DC 바이어스단은 교류성분의 흐름을 막기 위해 $\lambda/4$ 마이크로스트립 라인으로 구성하며, DC 전압원의 불안정한 특성을 제거하기 위해 캐패시터를 사용한다. 그러나 캐패시터는 IMD 성분을 포함한

전체 출력신호 에너지를 감소시킨다. 따라서 Doherty 증폭기의 주 증폭기와 보조 증폭기의 이득이 감소한다. 그림 1은 일반적인 Doherty 증폭기의 드레인 바이어스 구조이다.

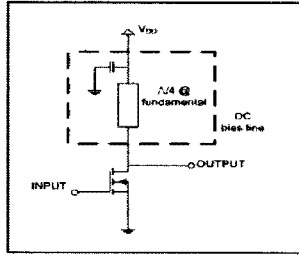


그림 1. Doherty 증폭기의 드레인 바이어스 구조

마이크로스트립 라인의 특성임피던스는 라인의 폭에 따라 결정된다. 폭이 좁아질수록 특성 임피던스는 높아지고 RF신호의 통과는 어려워진다. 그러므로 $\lambda/4$ 마이크로스트립 라인의 폭을 조절하여 특성임피던스를 증대함으로써, DC 바이어스 단의 커패시터에 의한 증폭기 출력신호 감소를 최소화할 수 있다. 그러므로 Doherty 전력증폭기의 전체 이득을 높일 수 있다.

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서 제안한 Doherty 전력증폭기의 드레인 바이어스에 따른 성능평가를 하기 위하여 Doherty 증폭기를 설계하고 ADS로 시뮬레이션 하였다. 그림 2는 제안된 드레인 바이어스 라인의 블록도이다.

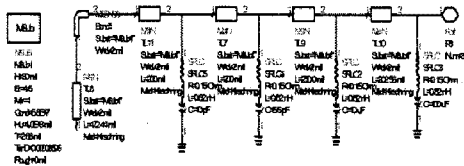
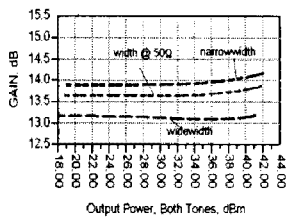
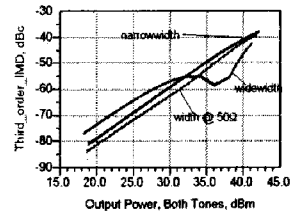


그림 2. 제안된 드레인 바이어스 라인의 블록도

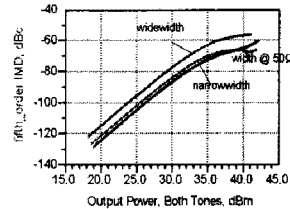
Doherty 전력증폭기가 최적의 특성을 가지도록 드레인 바이어스 라인을 DC 바이어스단에 적용하였다. 그림 3은 최적화된 드레인 바이어스와 50Ω 바이어스, 낮은 임피던스를 갖는 드레인 바이어스의 출력특성이다. 인가한 RF신호는 중심 주파수가 2.14GHz이고, 100kHz 간격의 투톤(two-tone) 신호이다.



(a) 이득특성



(b) 3차 IMD 특성



(c) 5차 IMD 특성

그림 3. 드레인 바이어스에 따른 출력특성

그림 3에서 보는바와 같이 드레인 바이어스단의 마이크로스트립 라인 폭을 좁혀 최적화시킨 Doherty 전력증폭기의 특성이 가장 우수하였다. 이득특성은 출력 40 dBm에서 제안한 바이어스 특성이 기존 50Ω 바이어스 특성보다 약 1dB 개선되었다. 또한 3차 IMD 특성과 5차 IMD 특성은 각각 5dB와 10dB의 개선특성을 보였다. 즉, 최적화된 드레인 바이어스에 의해 3차 및 5차 IMD 성분이 감소하여, Doherty 전력증폭기의 전체 이득특성이 개선되었다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 Doherty 전력증폭기의 DC 바이어스의 마이크로스트립 라인 폭을 조절함으로써 이득특성을 개선시켰다. 최적화된 마이크로스트립 라인에 의해 고차의 IMD 특성을 개선함으로써 선형성을 높일 수 있었다. 향후 고출력 Doherty 증폭기의 선형성을 증대시킬 수 있도록 메모리 효과를 억제한 바이어스에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(10544)에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- [1] Adel S.Sedra Kenneth C. Smith, "Microelectronic Circuits 4th Edition", Oxford University Press, pp. 751~801, 1998.
- [2] Steve C. Cripps, "RF Power Amplifiers for Wireless Communications", Artech House Inc, Norwood, MA, , pp. 219~250, 2000.