

위상조절 왜곡기발생기를 가진 아날로그 전치왜곡기를 이용한 Doherty Amplifier의 선형성 개선

이용섭*, 정윤하**
포항공과대학교 전자전기공학과

Linearity Improvement of Doherty Amplifier Using Analog Predistorter with Phase-Controlled Error Generator

Yong-Sub Lee*, Yoon-Ha Jeong**
Department of Electronic and Electrical Engineering
Pohang University of Science and Technology
E-mail : *dragon76@postech.ac.kr, **yhjeong@postech.ac.kr

Abstract

This paper represents a Doherty amplifier with analog predistorter to improve the linearity of the Doherty amplifier while preserving the high efficiency. A 3rd-order predistorter cancels 5th-order intermodulation (IM5) as well as 3rd-order intermodulation (IM3) components by their same phase difference in the predistorter and Doherty amplifier. This is accomplished by independently controlling their phase by using the phase-controlled error generator in the predistorter. For experimental verification, a 3rd-order predistorter has been implemented and tested in a 180-W Doherty amplifier at the wide-band code division multiple access (WCDMA) band. The measured results show good performance with the predistortion Doherty amplifier.

I. 서론

Doherty Amp는 백오프 (back-off) 영역에서 높은 효율을 가지기 때문에 많이 사용되지만, class-AB 증폭기에 비해 일반적으로 선형성이 좋지 못하다[1][2]. 그러므로, Doherty Amp의 높은 효율성을 유지하면서 선형성을 개선하기 위한 선형화 방법이 필요하다. 여러 방법들 중에서, 아날로그 전치왜곡기는 간단한 구조, 저가격, 그리고 적당한 선형성 개선 등의 장점을 가지며 RF

영역에서 구현되는 특징이 있다[3]. 일반적인 아날로그 전치왜곡기는 투톤 실험에서 IM3 (3rd-order intermodulation distortion)만을 상쇄시키기 때문에 WCDMA (wide-band code division multiple access) 응용에서는 선형성 개선에 한계를 가지므로 IM3와 IM5 (5th-order intermodulation distortion)을 동시에 상쇄시켜야 한다.

본 논문은 위상조절 왜곡기발생기를 가진 일반적인 3차 전치왜곡기를 제안하였다. 이 왜곡기발생기는 전치왜곡기에서 발생하는 IM3와 IM5 사이의 위상차이를 조절하며, 전치왜곡기와 Doherty Amp에서 둘의 위상차이가 같아질 때 Doherty Amp의 IM3와 IM5는 동시에 상쇄된다.

II. 본론

Doherty Amp가 WCDMA 응용에서 높은 효율을 유지하면서 좋은 선형성을 얻기 위해서는 투톤 실험에서 IM3와 IM5 성분이 동시에 상쇄되어야 한다. 이를 위해 제안된 위상조절 왜곡기발생기를 가진 3차 전치왜곡기의 구성도를 그림 1에서 보여준다. 전치왜곡기에서 왜곡기발생기는 위상조절 캐패시터를 0.5-2.5 pF의 범위로 변화시켰을 때 IM3와 IM5 사이의 위상차이가 200° 이상 변한다는 측정결과를 얻었다.

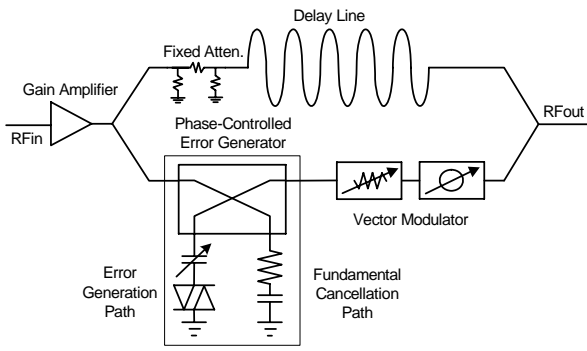


그림 1. 위상조절 왜곡발생기를 가진 3차 아날로그 전치왜곡기.

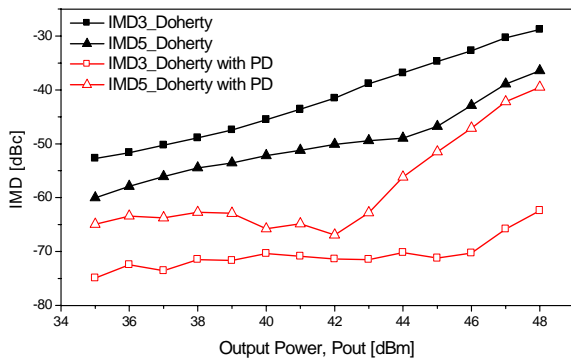


그림 2. IMD 특성.

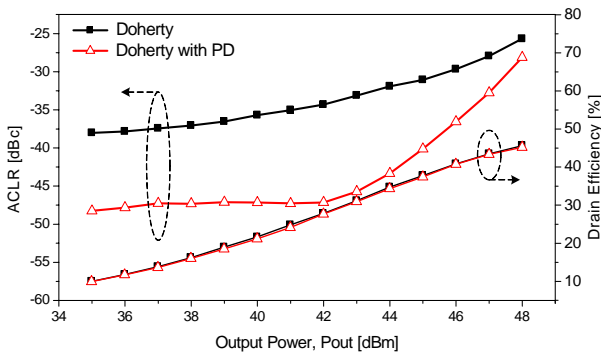


그림 4. 출력에 따른 ACLR과 드레인 효율 특성.

III. 구현 및 실험결과

Doherty Amp는 180 Watts LMDOSFET을 이용하여 제작되었으며, 메모리 효과를 줄이기 위해 2mm 폭의 바이어스 선로와 큰 용량의 캐패시터들을 사용하였다. 또한, Doherty Amp는 적당한 선형성을 가지면서 높은 효율을 가지게 최적화 되었다. Carrier와 peaking amp는 각각 class-AB와 class-C로 바이어스 되었다. 왜곡발생기에서 위상조절 캐패시터는 출력전력 42dBm에 최적화되었

으며, 전치왜곡기의 백터조절기는 출력전력마다 최적화 되었다.

투톤 (1MHz 톤 간격) 실험과 4-carrier WCDMA 실험이 2.11-2.17GHz의 대역에서 이루어졌다. 먼저, 그림 2은 출력전력에 따른 IMD (intermodulation distortion)의 측정 결과를 보여준다. IM3 성분은 전 출력전력 범위에서 -70dBc 이하로 크게 상쇄되며, IM5 성분도 출력전력 42dBm에서 크게 감소된 것을 알 수 있다. 그림 3에서는 출력전력에 따른 ACLR과 드레인 효율 특성을 보여준다. Doherty Amp의 높은 효율에 변화없이 선형성이 크게 개선되었음을 알 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 Doherty Amp의 높은 효율을 유지하면서 IM3와 IM5 성분을 동시에 상쇄시켜 WCDMA 응용에서 높은 선형성을 얻기 위해 아날로그 3차 전치왜곡기를 제안하였다. IM3와 IM5 성분은 전치왜곡기의 위상조절 왜곡발생기에 의해 전치왜곡기와 Doherty Amp에서의 IM3와 IM5 성분 사이의 위상차이가 똑같아질 때 동시에 상쇄되었다. 이를 위해 3차 전치왜곡기와 180 Watts Doherty Amp가 WCDMA 대역에서 제작되었다. 실험결과들은 투톤 실험에서 IM3와 IM5의 크게 상쇄되고, WCDMA 응용에서는 높은 효율의 감소없이 큰 ACLR 개선을 보여주었다. 그러므로, 간단한 구조와 적은 조절 파라미터 때문에 선형 전력증폭기 구현에 용이하며 적당한 적응성 조절 회로에 적용 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] Y. G. Yang, J. H. Cha, B. J. Shin, and B. M. Kim, "A Fully Matched N-Way Doherty Amplifier with Optimized Linearity," *IEEE Trans. Microwave Theory & Tech.*, vol. 51, no. 3, pp. 986-993, Mar. 2003.
- [2] F. H. Raab, "Efficiency of Doherty RF Power-Amplifier systems," *IEEE Trans. Broadcasting*, vol. BC-33, no. 3, pp. 77-83, Sep. 1987.
- [3] S. Y. Lee, Y. S. Lee, S. H. Hong, H. S. Choi, and Y. H. Jeong, "An Adaptive Predistortion RF Power Amplifier With a Spectrum Monitor for Multicarrier WCDMA Applications," *IEEE Trans. Microwave Theory & Tech.*, vol. 53, no. 2, pp. 786-793, Feb. 2005.