

3차 상호변조왜곡성분의 독립적인 조절을 위한 새로운 전치왜곡기

*이용섭, 이문우, 정성우, 정윤하
포항공과대학교 전자전기공학과

e-mail : *dragon76@postech.ac.kr*, *mwlee07@postech.ac.kr*, *beat313@postech.ac.kr*,
yhjeong@postech.ac.kr

New Analog Predistorter for Independent Control of IM3 Components

*Yong-Sub Lee, Mun-Woo Lee, Sung-Woo Jung, Yoon-Ha Jeong
Department of Electronic and Electrical Engineering
Pohang University of Science and Technology

Abstract

Two analog predistorters (PDs) using the mixing operation are proposed to compensate for the memory effects of the power amplifier and then significantly cancel IM3 components with the independent control of IM3 terms. In the first PD, IM3 terms are generated by using mixing operation of low frequency terms. In the second PD, the double mixing operation of the fundamental components is used. For a two-tone signal with 20-MHz tone spacing, the notable IM3 suppression is achieved over a whole output power range.

I. 서론

전력증폭기의 메모리효과는 입력신호의 순간적인 대역폭의 변화로 발생하며, 출력되는 위쪽과 아래쪽 상호변조왜곡성분의 크기와 위상의 차이로 나타난다 [1],[2]. 일반적인 전치왜곡기를 이용하여 메모리효과를 가진 전력증폭기의 왜곡성분을 상쇄시킬 경우, 전치왜곡기에서 위쪽과 아래쪽 상호변조왜곡성분들이 동시에

조절되기 때문에 전력증폭기의 왜곡성분 상쇄에 한계를 나타낸다. 그러므로 전력증폭기의 메모리효과를 보상하고 상호변조왜곡성분들의 상당한 상쇄를 위해 위쪽과 아래쪽 대역의 3차 상호변조왜곡성분들이 독립적으로 조절되어야 한다.

본 논문에서는 차주파수와 원천주파수의 믹싱 동작에 의한 방법과 원천주파수의 이중믹싱 동작에 의한 방법을 이용한 두 가지 전치왜곡기를 보여준다.

II. 본론

2.1 차주파수의 믹싱을 이용한 전치왜곡기

그림 1과 2는 차주파수를 이용한 전치왜곡기의 개념도와 전체 회로도들 각각 보여준다. 차주파수 성분 (w_2-w_1)은 원천주파수 성분 (w_1, w_2)과 믹싱을 통해 IM3 성분 ($2w_1-w_2, 2w_2-w_1$)을 만들어내고, 이 때 생성된 신호들은 서로에게 영향을 미치지 않는다.

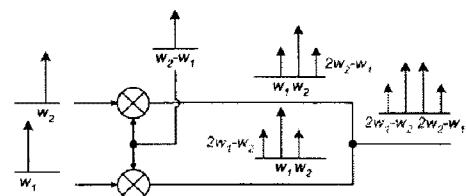


그림 1. 첫 번째 제안된 전치왜곡기의 원리

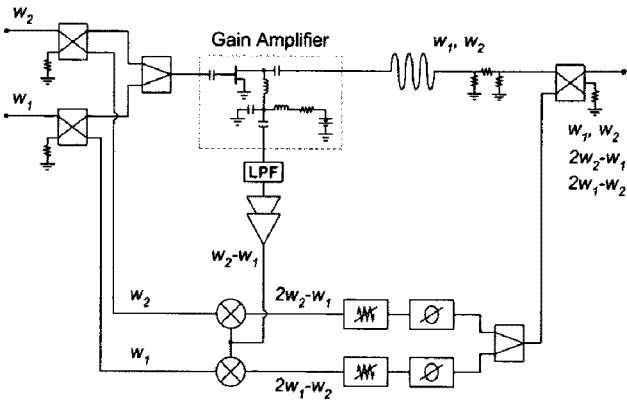


그림 2. 첫 번째 제안된 전치왜곡기의 회로도

2.2 원천주파수의 이중믹싱을 이용한 전치왜곡기

그림 3과 4는 원천주파수의 이중믹싱을 이용한 전치왜곡기의 원리와 전체 회로도를 각각 보여준다. 한 원천주파수 성분 (w_2)의 2차 고조파 성분 ($2w_2$)이 생성되고, 다른 한 원천주파수 성분 (w_1)과 믹싱을 통해 원하는 IM3 성분 ($2w_2-w_1$)을 생성시키며, $2w_1-w_2$ 도 같은 방법으로 생성된다. 그리고 이들은 전치왜곡기 내의 벡터조절기에 의해 독립적으로 조절된다.

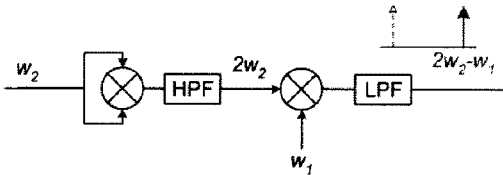


그림 3. 두 번째 제안된 전치왜곡기의 원리

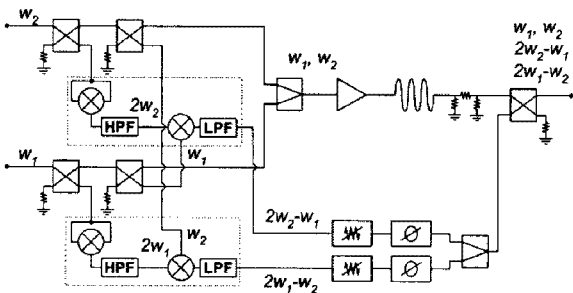


그림 4. 두 번째 전치왜곡기의 전체 회로도

III. 구현 및 실험 결과

주 전력증폭기는 2.14GHz에서 10와트 최대출력을 내는 RFHIC사의 RT240PD를 이용하여 설계 및 구현되었다. 이는 500mA의 정지전류에서 42.6dBm의 P_{1dB} 를 가지며, 12.2dB의 이득을 나타낸다. 주 전력증폭기의 메모리효과를 줄이기 위해, 1.5mm 선폭의 바이어스 라인과 큰 용량의 탄탈 캐패시터들을 바이어스 회로에 배치시켰다.

제안된 두 가지 전치왜곡기는 2.14GHz에서 20MHz

의 톤 간격을 가지는 두톤 신호를 이용하여 검증되었다. 그림 5와 6은 각각 차주파수 믹싱동작과 원천주파수의 이중믹싱을 이용한 전치왜곡기의 측정결과들이다. 일반적인 전치왜곡기에 비해 20dB 이상의 IM3 상쇄를 나타내며, 전 출력 범위에 걸쳐 상당한 IMD 상쇄를 보여준다.

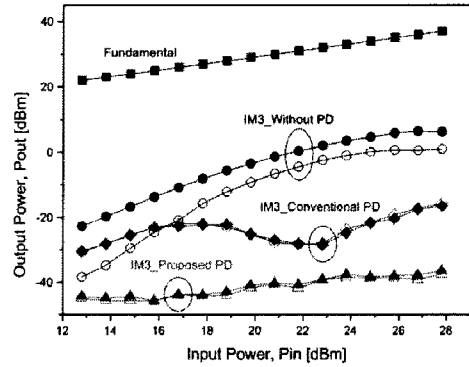


그림 5. 첫 번째 제안된 전치왜곡기의 실험결과

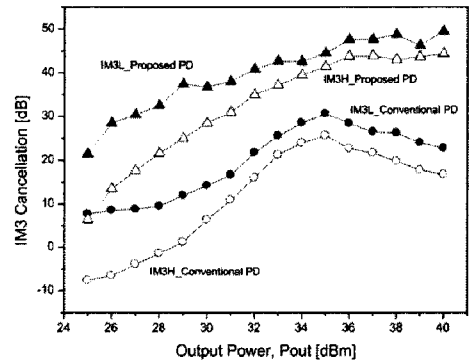


그림 6. 두 번째 제안된 전치왜곡기의 실험결과

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 전치왜곡기에서 생성되는 IM3 성분들의 독립적인 조절을 통해 메모리효과를 가진 전력증폭기의 IM3 성분들을 상쇄시키기 위해 믹싱 동작을 이용한 두 가지 새로운 전치왜곡 방법을 보여준다. 실험결과, 메모리효과를 가지는 전력증폭기의 3차 왜곡성분은 전치왜곡기에서 IM3 성분의 독립적인 조절에 의해 전 출력범위에 걸쳐 IM3 성분들의 크게 상쇄시킬 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

- [1] H. Ku, et al., "Quantifying memory effects in RF power amplifiers," IEEE MTT, vol. 50, pp. 2843-2849, 2002.
- [2] J. H. K. Vuolei, et al., Distortions in RF power amplifiers, Artech House, 2003.